

# Lições Aprendidas com as Construções em Ambientes Remotos: Aplicação à Realidade Urbana

Carolina Simões Rocon

Faculdades Integradas Espírito-Santenses, Vitória, Espírito Santo, Brasil  
[carolinarocon@gmail.com](mailto:carolinarocon@gmail.com)

Ricardo Nacari Maioli

Faculdades Integradas Espírito-Santenses, Vitória, Espírito Santo, Brasil  
[ricardomaioli@gmail.com.br](mailto:ricardomaioli@gmail.com.br)

Cristina Engel de Alvarez

Universidade federal do Espírito Santo, Vitória, Espírito Santo, Brasil  
[cristina.alvarez@ufes.br](mailto:cristina.alvarez@ufes.br)

**ABSTRACT:** The construction industry is one of the most wasteful industries in Brazil. As a consequence, new construction processes are constantly being developed aiming to improve its performance and reduce the environment impact. Through the identification of positive and negative case studies in remote sites where extreme weather, difficult access, and limited infrastructure are prevalent, the lessons learnt can be adopted to improve construction in urban sites. In this context, this study aims to reach a sustainable development for the construction industry by construction waste reduction and rationalised production which can be achieved through the use of best practices such as dedication to early stages of the project, multi-disciplinary team, and the use of pre-fabricated modules.

**Keywords:** construction process; remote sites; sustainable development.

**RESUMO:** O setor da construção civil é um dos maiores produtores de resíduos do Brasil. Em virtude disso, a busca por processos construtivos menos impactantes ao meio tem se intensificado a cada dia. Através da identificação dos pontos positivos e negativos das obras executadas em ambientes remotos - sujeitos às condições climáticas extremas, difícil acesso e falta de infraestrutura -, esse conhecimento pode ser adotado para aperfeiçoar as práticas construtivas em ambientes urbanos. Dessa forma, atua-se em busca do desenvolvimento sustentável da indústria da construção civil, visando a redução de desperdício e a racionalização das obras através da adoção de boas práticas de projeto, tais como minuciosa análise do local de projeto, dedicação à fase de planejamento, equipe multidisciplinar e uso de elementos pré fabricados.

**Palavras-chave:** processo construtivo; ambientes remotos; desenvolvimento sustentável.

## 1 INTRODUÇÃO

A sustentabilidade é um tema multidisciplinar, que envolve questões sociais, econômicas e ambientais. A política dos 3Rs consiste num conceito surgido em 1992, na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, que enumera um conjunto de ações - reduzir, reutilizar e reciclar - a serem adotadas em favor da preservação do meio ambiente. Dentro dessa política, destaca-se a ação "reduzir", relacionada ao consumo consciente. Conforme Pádua (2000), a essência dos problemas ecológico-ambientais da sociedade contemporânea encontra-se no seu funcionamento cotidiano, e não em situações excepcionais e desastrosas. Portanto, o consumo consciente desde o processo produtivo até o consumidor final é uma das medidas para o sucesso das políticas de sustentabilidade.

Ao analisar a indústria da construção civil sob essa ótica destacam-se o elevado consumo de recursos e a grande quantidade de resíduos gerados no processo construtivo, além do desperdício de materiais, tempo e energia. Segundo Tessaro et al (2012), dentre os resíduos sólidos gerados na cidade brasileira por eles analisada, os resíduos de construção e demolição representam mais de 66%; e dentre esses, 88% correspondem a materiais reutilizáveis ou recicláveis. Keeler & Burke (2010) afirmam ainda que, em locais com infraestrutura adequada para recuperação e reciclagem de materiais de construção, a redução desses resíduos destinados aos aterros sanitários pode chegar a 90%.

Esse setor industrial deve buscar a redução do impacto ambiental de seus empreendimentos durante o seu processo construtivo e ao longo de sua vida útil. Degani & Cardoso (2002) consideram que o projeto é o ponto de partida do ciclo de vida de um edifício e apontam que as soluções minimizadoras do seu impacto ambiental devem surgir nessa etapa. De acordo com Ito (2007), um melhor processo de projeto, resulta numa melhor qualidade dos projetos e obras, reduzindo despesas com retrabalhos e desperdícios.

Na execução da obra, a sustentabilidade pode ser atingida através de ações estratégicas, como a compra responsável, gestão da qualidade, gestão de resíduos sólidos, redução no consumo de água, energia e transporte e redução das perdas de materiais (Gehlen 2008). De acordo com Agopyan et al (2003), o desperdício de materiais pode ocorrer no recebimento, na estocagem e no seu transporte no canteiro. Portanto, o layout do canteiro deve ser considerado como parte do planejamento da obra já que influencia os fluxos, o transporte de materiais e a sequência das atividades a serem realizadas. Além disso, os procedimentos adotados, bem como as ferramentas e equipamentos empregados para a aplicação do material podem acarretar perdas ou desperdícios.

As medidas sustentáveis não se restringem apenas ao consumo de materiais renováveis - retirados de seu meio natural devido à sua capacidade de renovação - ou reciclados - proveniente de materiais descartados em seu uso cotidiano ou sua origem, muitas vezes incorporados a outros gerando novos usos. Deve-se analisar também o ciclo de vida do material, avaliando durabilidade, custo de manutenção, índice de desperdício em obra e a sua capacidade em ser reciclado (Alvarez 2003). Através da comparação combinada desses itens é possível determinar qual material é o mais adequado para cada situação, que dependerá, dentre outros fatores, do ambiente onde será implantada a edificação e do orçamento disponível. A escolha dos materiais utilizados é influenciada pela disponibilidade de mão de obra capacitada para trabalhar com o produto, além da experiência que a empresa possui na utilização do material, usufruindo de um *know-how* sobre seu projeto e sua execução.

As lições aprendidas são oportunidades de economia de tempo e esforço para as organizações, através do conhecimento de seus fracassos, os quais devem ser neutralizados, e seus sucessos, os quais devem ser valorizados e reproduzidos (Vargas 2009). Segundo o PMBOK (2008), cada projeto dá origem a um produto exclusivo, no entanto podem existir elementos comuns a algumas de suas entregas. É possível, através do aprendizado com situações antecedentes, identificar e diagnosticar mais facilmente os desvios do projeto, e mitigá-los com antecedência. As lições aprendidas devem ser documentadas de forma adequada, de acordo com Vargas (2009), utilizando linguagem simples, com conteúdo sucinto, contextualizado, e claro, relevante. Caso contrário, as informações não serão aproveitadas e aplicadas.

Neste contexto, a análise de construções em ambientes remotos pode proporcionar uma oportunidade de aprendizagem para as construções urbanas, pois, em virtude das grandes distâncias, não dispõem das mesmas facilidades presentes nas cidades. Podem se apresentar como ambientes inóspitos, que oferecem condições que dificultam ou inviabilizam o surgimento ou a manutenção da vida, tais como características climáticas, inexistência ou pouca disponibilidade de água doce e falta de alimentos ou terras propícias para o seu cultivo. O

projeto para essas áreas tem condicionantes distintas daquelas encontradas em projetos urbanos. Nesses casos, os fatores de maior relevância são, geralmente, a condição de interesse ambiental da área, o clima extremo, a distância e a dificuldade no transporte de materiais.

Através da análise de edificações construídas em ambientes remotos, objetiva-se identificar os pontos positivos e negativos nas fases da construção do edifício, apresentando os aplicáveis à realidade urbana, a fim de desenvolver edificações de maior qualidade e desempenho para os usuários e com menos desperdício de tempo e de materiais para os construtores.

## 2 METODOLOGIA

A metodologia adotada para reunir as informações contidas nesse artigo parte da investigação qualitativa, identificando padrões encontrados nos dados coletados sobre as edificações em ambientes remotos. As informações provêm de fontes formais, especialmente teses e artigos científicos publicados, acessadas por meio de pesquisa bibliográfica.

Após a seleção das fontes, foi elaborado um texto base sobre o assunto, relacionando a sustentabilidade, com foco no consumo consciente, lições aprendidas e edificações em ambientes remotos, todos direcionados à construção civil. A seguir foram elaboradas sínteses sobre cada edificação remota analisada, com base nos estudos desenvolvidos por Alvarez entre os anos 2000 e 2001, além de destacados os aprendizados - erros e acertos - relativos ao planejamento e execução das edificações. A partir dessas informações foi possível enumerar as lições aprendidas nas experiências em construções remotas que são adotáveis no contexto urbano, como um guia de boas práticas a ser seguido pelos projetistas.

## 3 EDIFICAÇÕES EM AMBIENTES REMOTOS

Os processos projetuais para as áreas remotas são distintos dos desenvolvidos para edificações urbanas (Alvarez 2003). As leis e normas as quais devem ser respeitadas nas cidades, tais como os Planos Diretores, os Códigos de Obras e Normas de Incêndio, não são aplicáveis aos ambientes remotos estudados. Os projetos para essas áreas têm como condicionantes principais a condição climática extrema, a ausência de infraestrutura, a logística para execução da obra, a necessidade de fácil manutenção da edificação e a sustentabilidade, essencial por se tratar de locais de interesse ambiental, onde se busca causar o menor impacto possível.

As edificações em ambientes remotos têm como objetivo servir como apoio, na maioria das vezes, às atividades científicas, de fiscalização ou turísticas (Alvarez 2003). Como são edificações experimentais, funcionam como objeto de estudo e apresentam dados propícios a análise de lições aprendidas, as quais podem ser aplicadas à realidade urbana. Serão avaliadas edificações situadas em três diferentes localidades: Antártica, Atol das Rocas e Arquipélago de São Pedro e São Paulo (Fig. 1).



Figura 01. À esquerda, Refúgio Emílio Goeldi, Antártica (Alvarez 2000); ao centro, Estação Científica do Atol das Rocas (Alvarez 2003); e à direita, Estação Científica do Arquipélago de São Pedro e São Paulo (Viana et al 2009).

### 3.1 Antártica

O continente Antártico apresenta condições climáticas extremas para a vida humana, combinando baixas temperaturas e fortes ventos. O interesse pelas investigações científicas,

entretanto, motivou a necessidade de construções mais adequadas a uma permanência efetiva na região.

A primeira instalação brasileira na Antártica foi inaugurada em 1984 e funcionava como abrigo permanente para pesquisadores. Em 2012 a Estação Comandante Ferraz foi atingida por um incêndio que destruiu as instalações (Alvarez et al 2013). Conforme Alvarez (2000), a Estação utilizava containers de aço corrugado como sistema construtivo, devido à facilidade de transporte até a região. Ao longo dos anos, a edificação sofreu expansões por meio da união de containers. A autora destaca como pontos negativos do projeto:

- local de implantação se mostrou inadequado, pois favorecia o acúmulo de neve especialmente durante o inverno;
- ampliações de acordo com novas necessidades e chefias, o que criou um conjunto caótico e sem integração com o ambiente;
- união dos containers, pois os corredores de ligação representavam fragilidade, apresentando rupturas;
- custo de manutenção dos containers, sujeitos à corrosão.

O alto custo de manutenção dos containers motivou o desenvolvimento de outra técnica construtiva, adotada para o refúgio Emilio Goeldi, construído em 1988 na Ilha do Elefante. A madeira foi escolhida como material construtivo devido às suas "propriedades térmicas, coerência ambiental e durabilidade" (Alvarez 2003), já que as condições climáticas da Antártica são inadequadas ao surgimento de fatores deteriorantes, como fungos, mofo e insetos.

Segundo Alvarez (2000), o sistema desenvolvido considerou a inexistência de energia e mão de obra especializada para a montagem, além da dificuldade de acesso por mar à área, com paredões rochosos de 50 metros de altura e rochas emersas, e destaca como pontos positivos do projeto:

- rápida execução, necessária para proteger a equipe das intempéries (montagem completa em apenas cinco dias);
- utilização de peças de encaixe, evitando ao máximo o uso de conexões metálicas, em função da corrosão;
- conforto da edificação, considerando aspectos visuais, psicológicos, acústicos, térmicos e lumínicos;
- reduzido impacto ambiental nas etapas de implantação, uso e manutenção;
- segurança estrutural.

Como pontos negativos, conforme Alvarez (2000), ressaltam-se:

- material combustível (madeira), aumentando o risco de incêndio;
- falhas de calafetação, verificada com a entrada de ar frio em algumas juntas de painéis, que funcionam como vedação da edificação;
- trepidação da edificação, devido aos fortes ventos.

A Estação Comandante Ferraz e o refúgio Emilio Goeldi apresentam como pontos positivos:

- análise das condicionantes locais, como aspectos climáticos, ambientais e históricos, possibilitando o desenvolvimento do projeto para uma região distinta da nossa realidade tropical;
- estudos sobre as soluções construtivas adotadas em instalações de outros países, o que representa a troca de conhecimentos e utilização de lições aprendidas;
- atendimento ao programa de necessidades e à legislação ambiental;
- consideração às dificuldades logísticas, como transportar e descarregar os materiais no continente, para especificar e dimensionar os mesmos;

- metodologia construtiva baseada em sistemas pré-fabricados, submetidos a testes de montagem e desmontagem no Brasil, já que não há infraestrutura para acertos ou suprimento de peças na Antártica;
- redução ou inexistência de entulho decorrente da construção no continente Antártico.

### 3.2 Atol das Rocas

O Atol das Rocas está localizado entre a costa do Rio Grande do Norte e o arquipélago de Fernando de Noronha. Constitui-se de duas ilhas que totalizam uma área emersa de apenas 7,5 km<sup>2</sup> morfologicamente plana, onde foi instituída a primeira Reserva Biológica do Brasil (Woelffel & Alvarez 2009).

Com a bem sucedida experiência na Antártica, surgiu o interesse em desenvolver a Estação Científica REBIO Rocas. Segundo Woelffel & Alvarez (2009), a primeira edificação foi concluída em 1993, sendo o projeto influenciado pelas condições climáticas extremas, dificuldade de transporte de materiais, ausência de infraestrutura e reduzido impacto ambiental. Em 2008 foi constatada a necessidade de ampliação da capacidade da edificação, e uma nova estação foi construída, seguindo as diretrizes projetuais da primeira, e utilizando-se dos dados contidos em avaliações pós-ocupação (APO) dessa estação e outras edificações em ambientes remotos.

De acordo com Woelffel & Alvarez (2009), a principal diferença entre as estações do Atol das Rocas relaciona-se com a etapa de montagem. Ao contrário da primeira, o cronograma da segunda estação sofreu atraso, em decorrência da não execução da pré montagem, o que tornou necessários muitos ajustes - sem as ferramentas adequadas - no local. Destaca-se a importância da realização da pré montagem, que identifica possíveis falhas ou dificuldades que poderiam ocorrer durante a montagem definitiva, em um local remoto, onde são solucionadas com maior dificuldade. Além disso, o treinamento da equipe e a numeração das peças auxiliam nos processos de desembarque, armazenamento e montagem (Alvarez 2003).

Woelffel & Alvarez (2009) destacam como pontos positivos dos projetos para o Atol das Rocas:

- atenção às solicitações e sugestões dos futuros usuários, bem como a preservação dos seus costumes, como a permanência em varandas e o uso de redes;
- soluções arquitetônicas para evitar o acesso à Estação dos animais nocivos à saúde (ratos e escorpiões) - construção do refúgio sobre pilotis revestidos em PVC e telas nas aberturas;
- sistema construtivo pré-fabricado em madeira, com peças moduladas de forma a permitir o transporte no bote inflável, único meio de ligação navio-ilha;
- estrutura em madeira utilizando sistema de encaixes, para facilitar o desmonte e remonte, com a perda mínima de material. Dessa forma também se eliminou a necessidade de elementos metálicos para as ligações, sujeitos à corrosão pela maresia;
- conforto térmico da edificação, devido a sua correta orientação e posicionamento de aberturas conforme os ventos predominantes e posição solar;
- proteção contra a possibilidade da edificação ser atingida pela maré, através da sua elevação sobre pilotis;
- minimização de entulhos provenientes da construção, por ser um sistema pré-fabricado;

### 3.3 Arquipélago de São Pedro e São Paulo

O Arquipélago de São Pedro e São Paulo está localizado sobre uma falha tectônica a cerca de 1100 km do litoral do estado do Rio Grande do Norte (Viana et al 2009). É considerado o local mais inóspito do território brasileiro para a vida humana, pois além da distância do continente, não há água doce ou vegetação de sombreamento, o calor é intenso, há ocorrência de terremotos, o terreno não apresenta áreas planas e é coberto por rochas pontiagudas, o mar é constantemente agitado, não há praias para desembarque e a área é ocupada por aves, caranguejos e tubarões (Alvarez 2003).

De acordo com Alvarez (2003), o interesse em ocupar o Arquipélago partiu do objetivo de obter conhecimentos científicos, vantagens econômicas com a exploração de seus recursos marinhos, e garantir um território estrategicamente posicionado. A sua localização, praticamente no ponto intermediário entre os hemisférios norte e sul, e entre os continentes americano e africano, coloca o lugar nas rotas migratórias de aves e animais marinhos, além de ser uma posição relevante para estudos na área da meteorologia (Viana et al 2009).

A primeira Estação Científica foi inaugurada em 1998, e seu projeto considerou as limitações para transporte de materiais, a escassez de recursos financeiros, o tempo disponível para execução, o baixo impacto ambiental, a integração à paisagem e o uso de materiais e soluções sustentáveis (Alvarez 2001). Segundo Gumz et al (2007), em 2006 fortes ondas atingiram a edificação e comprometeram a estrutura, fazendo necessária a substituição da Estação.

Essa edificação foi submetida a APO desde 1998, sendo possível analisar o seu desempenho e registrar a experiência acumulada, documentada em fotografias, relatórios, questionários, entrevistas aos usuários e responsáveis pela manutenção e medições higrotérmicas (Alvarez 2001). Essas informações foram utilizadas para desenvolver o projeto da segunda Estação, de forma a evitar a repetição de erros ou o não aproveitamento das experiências bem sucedidas.

A principal alteração entre os projetos da primeira e segunda Estações visa proporcionar maior segurança aos usuários com relação à incidência de fortes ondas na edificação. Buscou-se um local mais abrigado para implantação, e as fundações em discos pré fabricados de concreto foram substituídas por pilaretes, elevando a edificação (Gumz et al 2007).

De acordo com Gumz et al (2007), as Estações construídas no arquipélago compartilham as seguintes características:

- projetos elaborados considerando a dificuldade logística;
- equipe multidisciplinar e com experiência em projetos semelhantes;
- debates para a elaboração e avaliação dos projetos com os futuros usuários;
- previsão de manutenção da edificação desde a etapa de projeto;
- ações de melhoria e registro da experiência acumulada;
- técnica construtiva em peças pré fabricadas de madeira associadas à vergalhões de aço, adequada ao clima, às dificuldades logísticas e resistente aos frequentes abalos sísmicos;
- tipologia semelhante a uma casa, mais conveniente para situações de isolamento, pois traz maior conforto aos usuários;
- captação de energia através de placas fotovoltaicas;
- uso da água do mar dessalinizada por osmose reversa;
- layout e mobiliário desenvolvido para melhor aproveitamento de espaço.

#### **4 Panorama Geral das Edificações em ambientes remotos**

O projeto e a execução de construções em ambientes remotos apresentam condicionantes semelhantes, tais como a dificuldade logística e ausência de infraestrutura. Através da investigação das edificações analisadas, é possível destacar as situações comuns aos projetos.

##### **4.1 Planejamento**

Destaca-se o tempo utilizado para o projeto e planejamento, em detrimento do tempo de execução da obra. Na primeira Estação do Arquipélago de São Pedro e São Paulo, por exemplo, foram estimados para tempo de projeto, cerca de um ano; para a aquisição, preparo, teste e transporte do material, cerca de oito meses; e finalmente para a execução da Estação na Ilha Belmonte, 15 dias, sendo concluída, entretanto, em apenas 12 dias.

A realidade urbana é contrária a essa prática. Há, geralmente, uma pressão para que a execução da obra inicie. Evbuomwan & Anumba (1998) já constatavam que dessa forma, é reduzido o

tempo disponível para projetar e avaliar as soluções adotadas, e a compatibilização do projeto é prejudicada devido a fragmentação das disciplinas envolvidas. De acordo com Fabricio (2002), a incompatibilidade entre os projetos gera modificações não previstas, implicando em erros de execução, retrabalho, perdas - de tempo e recursos - e o desperdício nas obras. Essa situação afasta a indústria da construção civil de uma política sustentável.

#### **4.2 Sistema construtivo pré-fabricado**

Em função da inexistência de infraestrutura e matéria prima adequada para construção nos ambientes remotos, os projetos estabeleceram um sistema construtivo pré-fabricado, o qual é previamente montado no continente, já que todos os materiais e equipamentos necessários para devem ser enviados. Essa característica demanda maior empenho na fase de projeto e reduz o tempo de execução e o entulho gerado na obra. A fase de teste de montagem é essencial para o sucesso da execução, pois nela são verificadas todas as peças necessárias e a ordem de execução, sendo o material embalado e numerado para facilitar o descarregamento e armazenagem nos ambientes remotos.

A industrialização do processo produtivo da construção civil o torna mais racionalizado e facilita o controle de qualidade, além de reduzir os gastos com mão de obra, o tempo de execução e resíduos gerados no canteiro (Branco 2008). Apesar das suas vantagens, o uso de pré-fabricados no Brasil ainda se concentra nas construções industriais, possuindo potencial de crescimento para edificações comerciais e residenciais.

#### **4.3 Interferência mínima possível no ambiente natural**

A implantação da edificação numa área de interesse ambiental busca minimizar o seu impacto na paisagem, através da escolha do local mais conveniente, evitando, por exemplo, espaços onde seja necessária a movimentação de terra, e dando preferência a áreas já desmatadas ou modificadas pelo homem. Essa preocupação é pertinente no processo construtivo, visto que uma das premissas da construção sustentável é justamente impactar o mínimo possível o meio ambiente (Keeler & Burke 2010).

#### **4.4 Expressiva análise do ambiente para projetar**

O desconhecimento do ambiente para o qual o projeto estimula a pesquisa, o levantamento em campo, as conversas ou entrevistas com atuais visitantes e futuros usuários, todos os meios de se obter informações acerca daquela realidade. A investigação sobre o ambiente para o qual se projeto é relevante para as decisões de projetos a serem tomadas.

No contexto urbano, assume-se previamente o conhecimento daquele objeto de pesquisa, investigando o mínimo de suas particularidades, o que pode gerar falhas nas características identificadas e um projeto inconsistente, inadequado à sua localização. A influência de projetos elaborados para ambientes com realidades distintas, seja com relação ao clima ou segurança, por exemplo, também influenciam decisões erradas ao projetar.

#### **4.5 Lições Aprendidas**

O registro das experiências até então acumuladas propicia a minimização de erros e reprodução de acertos de projeto. Contribui profundamente no aprimoramento do processo de planejamento e objetiva a otimização dos resultados através de avaliações constantes. A aplicação das lições aprendidas para a melhoria contínua é fator essencial para a sobrevivência de uma empresa no competitivo mercado atual.

Um dos métodos utilizado para identificar o desempenho das edificações é a avaliação pós-ocupação - APO. Segundo Castro et al (2006), através dessa ferramenta o projetista é capaz de compreender as necessidades dos usuários - as quais não são estáticas - e incorporar esses

conhecimentos, baseados no comportamento humano, na retroalimentação de informações. Além de verificar o grau de satisfação do usuário final no uso do espaço, esse tipo de avaliação considera também fatores técnicos e análises de especialistas relacionados principalmente a aspectos construtivos e de conforto ambiental do edifício (Martha & Salgado 2008).

#### **4.6 Utilização de madeira como principal material**

À exceção da Estação Ferraz na Antártica, que utiliza containers, as demais edificações estudadas utilizam como principal material construtivo a madeira. A principal justificativa é o fato de, quando comparado a outros materiais, a madeira apresentar a maior resistência em relação ao seu peso próprio (Bodig & Jayne 1982 *apud* Alvarez 2003), fator relevante quando se considera a dificuldade de transporte até o local de execução. Além disso, o material adapta-se bem aos climas quente e frio, proporcionando conforto térmico aos usuários. Isso ocorre pois a madeira apresenta baixa condutividade térmica quando comparado a materiais como metais, tijolos cerâmicos, concreto e pedras, havendo, portanto, menor troca de calor em um mesmo período entre os ambientes interno e externo (Lamberts et al 2014).

De acordo com Meirelles et al (2012), as construções em madeira no Brasil são consideradas de baixa qualidade e durabilidade, em função, especialmente, da cultura local. Deve-se considerar também a forte tradição de construções em concreto armado e alvenaria, o que dificulta a inserção das edificações de múltiplos pavimentos em madeira no mercado, vistas como frágeis e pouco resistentes às intempéries e ao fogo.

Meirelles et al (2012) destaca que desde a definição da Agenda 21, na conferência internacional Rio 92, foi apontado o uso da madeira na construção civil como uma das premissas para o desenvolvimento sustentável. O material é natural, tem fonte de matéria-prima renovável, gasta a menor energia embutida para a sua produção e apresenta baixo peso específico, quando comparada ao aço e concreto. A produção das peças pré fabricadas é realizada com maior precisão de medidas e reduz a quantidade de resíduos gerados no canteiro. Além disso, diminui o tempo de execução e as peças podem ser desmontadas e reutilizadas, ampliando a característica sustentável do material.

#### **4.7 Equipe multidisciplinar**

Os projetos analisados envolvem uma equipe de formação multidisciplinar, com conhecimentos sólidos sobre assuntos específicos, que combinados, são capazes de gerar produtos mais eficientes, do ponto de vista sustentável, ambiental, econômico e da sua qualidade. Essa equipe envolve os projetistas de diferentes áreas, os responsáveis pela execução e também os usuários das edificações na confecção do projeto.

A crescente complexidade dos projetos contemporâneos, segundo Fabricio (2002), demanda conhecimentos mais específicos por parte dos projetistas, os quais devem trabalhar de maneira integrada. Esse autor ainda ressalta que, para controlar o fluxo de informações entre a equipe multidisciplinar é fundamental a existência de um coordenador de projetos e destaca também a importância de se criar equipes mais perenes, de forma que a sua integração e interatividade melhorem continuamente. De acordo com Castro et al (2006), a incompatibilidade entre os diferentes projetos decorrem de falhas na troca de informações durante o desenvolvimento dos mesmos. Assim, o trabalho coordenado entre as equipes de diferentes especialidades gera um projeto de qualidade e bem compatibilizado, essencial para a redução de erros de projeto encontrados *in loco*, que geram retrabalho e desperdício.



## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando o mercado cada vez mais competitivo, a indústria da construção civil deve direcionar suas ações para a redução de custos, atentando especialmente para a organização do processo e diminuição do desperdício de recursos.

Através do estudo de construções concebidas para ambientes remotos, são identificados como principais benefícios a serem adotados na prática de projetos urbana a equipe multidisciplinar, o registro e uso de lições aprendidas e o melhor planejamento dos empreendimentos.

O emprego de uma equipe multidisciplinar, como no projeto para o Arquipélago de São Pedro e São Paulo, com alto nível de conhecimento e experiência técnica, além de conhecimento específico sobre a área a se projetar é capaz de produzir um projeto de qualidade. Estando essa equipe sob uma coordenação eficaz, é possível desenvolver um projeto bem compatibilizado. Com um projeto bem detalhado e ajustado as improvisações, perdas de material e emprego de mão de obra devido ao retrabalho são reduzidas, bem como a perda de prazos e desperdício de recursos financeiros. Dessa forma é possível contribuir para a política sustentável e a racionalização dos recursos utilizados na execução de um empreendimento.

Assim, embora o canteiro de obras tenha papel importante para o desenvolvimento sustentável da indústria da construção civil, esse pensamento deve estar enraizado no processo de desenvolvimento projetual. Além da racionalização dos processos de construção e a adoção de novas tecnologias e medidas sustentáveis, o gerenciamento dos projetos - que envolve sua gestão, desenvolvimento, coordenação, avaliação e retroalimentação - se mostra como uma prática essencial para otimizar o processo produtivo e reduzir sua ineficiência. Deve-se avaliar também uma mudança de mentalidade quanto ao tempo e aos esforços empreendidos na fase de projetos, em relação ao tempo de execução dos empreendimentos. O projeto de qualidade é capaz de reduzir o desperdício na fase de execução, dado seu nível de compatibilização e detalhamento.

## REFERÊNCIAS

Agopyan, V.; Souza, U. E. L. de; Paliari, J. C.; Andrade, A. C. 2003. Alternativas para redução do desperdício de materiais nos canteiros de obra. In *Inovação, gestão da qualidade e produtividade e disseminação do conhecimento na construção habitacional* 2: 224-249.

Alvarez, C. E. 2003. Metodologia para construção em áreas de difícil acesso e de interesse ambiental: aplicabilidade na Antártica e nas ilhas oceânicas brasileiras. 2003. Tese - Programa de Pós Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo.

\_\_\_\_\_. 2001. A Estação Científica do Arquipélago de São Pedro e São Paulo. Trabalho Programado V - Programa de Pós Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo.

\_\_\_\_\_. 2000. Arquitetura na Antártica. Trabalho Programado I - Programa de Pós Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo.

Alvarez, C. E.; Vargas, P. S. P.; Vidigal, E. J. 2013. As novas edificações brasileiras na Antártica: do concurso de projeto ao estágio atual. XXIV Reunion de Administradores de Programas Antárticos Latinoamericanos: La Serena.

Branco, L. A. M. V. 2008. Projecto de edifício de escritórios em estrutura pré-fabricada. Tese - Mestrado Integrado em Engenharia Civil - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.

Castro, I.; Rheingantz, P.; Azevedo, G. 2006. A contribuição da análise ergonômica do trabalho e da avaliação pós-ocupação no processo de concepção do ambiente escolar: estudo de caso de uma creche-escola. In *NUTAU - Sustentabilidade, Arquitetura e Desenho Urbano*. Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo.

Degani, C. M. & Cardoso, F. F. 2002. A sustentabilidade ao longo do ciclo de vida de edifícios: a importância da etapa de projeto arquitetônico. In *NUTAU - Sustentabilidade, Arquitetura e Desenho Urbano*. Núcleo de Pesquisa em

Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo.

Evbuomwan, N. F. O. & Anumba, C. J. 1998. An integrated framework for concurrent life-cycle design and construction. In *Advances in Engineering Software* 29: 587–597.

Fabricio, M. M. 2002. Projeto Simultâneo na construção de edifícios. Tese - Departamento de Engenharia - Escola Politécnica de São Paulo. São Paulo.

Gehlen, J. 2008. Construção da sustentabilidade em canteiro de obras - Um estudo no DF. Tese - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília, Brasília.

Gumz, E. M.; Alvarez, C. E.; Casagrande, B. 2007. A nova estação científica do arquipélago de São Pedro e São Paulo: a interferência do ambiente desde a implantação ao projeto executivo. In *IV Encontro Nacional e II Encontro Latino-americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis*, Campo Grande.

Ito, A. L. Y. 2007. Gestão da informação no processo de projeto de arquitetura: estudo de caso. Dissertação - Pós-Graduação em Construção Civil, Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná, Curitiba

Keeler, M. & BURKE, B. 2010. *Fundamentos de projetos de edificações sustentáveis*. Porto Alegre: Bookman.

Lamberts, R.; Dutra, L.; Pereira, F. O. R. 2014. *Eficiência Energética na Arquitetura*. São Paulo: PW Editores.

Martha, J. D. F. V. & Salgado, M. S. 2008. Contribuições da análise ergonômica do trabalho (AET) e da avaliação pós-ocupação (APO) na qualidade do processo de projeto: um caminho e uma discussão. In *XII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído*, Fortaleza.

Meirelles, C. R. M.; Alípio, A. P. R.; Bizinha, G. M.; Collet E Silva, T. A.; Sant'anna, S. S. 2012. Sustentabilidade e ciclo de vida na produção dos edifícios em madeira no Brasil. In *1º Seminário Nacional de Construções Sustentáveis - IMED*, Passo Fundo.

Pádua, J. A. 2005. Produção, consumo e sustentabilidade: o Brasil e o contexto planetário. In *Políticas Públicas Ambientais Latino-americanas*. 1ed.

Pmbok. 2008. *Um Guia do Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos*. Pennsylvania: Project Management Institute, Inc.

Tessaro, A.B. & SÁ, J. S. & SCREMIN, L. B. 2012. Quantificação e classificação dos resíduos procedentes da construção civil e demolição no município de Pelotas, RS. Porto Alegre: Ambiente Construído v.12.

Vargas, R. V. 2009. 5" PM Podcast: *Lições Aprendidas*. Disponível em: <<http://www.ricardo-vargas.com/pt/podcasts/lessonslearned/>>. Acesso em 10 ago. 2014.

Viana, D. L. & Hazin, F. H. V. & Souza, M. A. C. 2009. *O Arquipélago de São Pedro e São Paulo: 10 anos de Estação Científica*. Brasília: SECIRM.

Woelffel, A. B. & Alvarez, C. E. 2009. 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. V Encontro Nacional e III Encontro Latino-Americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis: Recife.