

# Modelo de vila-escola sustentável para a Amazônia

## Marilene Gomes de Sá Ribeiro

Mestre em Forest & Wood Sciences-Wood Engineering-Interior D. Colorado State University, CSU, Estados Unidos. Pesquisadora do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) - Manaus, AM – Brasil.

E-mail: mlene3@hotmail.com

## Ruy Alexandre de Sá Ribeiro

Pós-Doutor pela Colorado State University, CSU, Estados Unidos. Doutor em Wood Engineering Forest Wood Sciences. Colorado State University, CSU, Estados Unidos. Pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) - Manaus, AM – Brasil.

E-mail: ruy.saribeiro3@gmail.com

## Sustainable school-village model for the Amazonian region

### Abstract

*To inhibit the degradation of the forest reserves it is necessary to stimulate the consciousness and involvement of the surrounding communities. This work would be more effective with a program of ecological consciousness applied within an environment where people can learn by practicing. The ideal would be to establish a program of sustainable construction for building up an ecological school-village surrounding the forest reserve subject to constant devastations, as is the case of Adolpho Ducke Forest Reserve, near Manaus. The large urban forest needs protection and the conclusion is to build ecological school-villages for preservation of the forest and its natural water fountains.*

### Keywords

*Bamboo. School-village. Green building. Green roof. Ecological sewage treatment. Rainwater utilization.*

## Resumo

Para inibir a degradação de reservas florestais, é necessária a conscientização e uma forma de participação das comunidades do entorno dessas. Acredita-se que esse trabalho seria bem mais efetivo com um programa de esclarecimento ecológico realizado em um ambiente onde as pessoas possam aprender praticando. Para isso, sugere-se a criação de um programa de construção sustentável (PCS) para construir vilas-escolas ecológicas no entorno de reservas florestais sujeitas a constantes agressões. Esse é o caso da Reserva Florestal Adolpho Ducke, que hoje se encontra ainda mais vulnerável devido à ampliação da malha urbana de Manaus em sua direção, tornando-se uma Unidade Espacial de Transição, na rota da expansão urbana. Uma área dessa natureza, se não tiver suas fronteiras bem protegidas, pode servir de esconderijo para criminosos e local de desova, o que torna o ambiente indesejável e perigoso. Sugere-se, assim, a implantação de um PCS para erguer vilas-escolas ecológicas no entorno de reservas florestais (nas regiões fronteiriças mais vulneráveis), como modelo de cinturão de proteção, no intuito de preservar a integridade da floresta e, inclusive, dos seus mananciais.

### Palavras-chave

Bambu. Construção verde-sustentável. Telhado verde. Tratamento ecológico de esgoto. Utilização de água da chuva. Vila-escola.

## INTRODUÇÃO

Um projeto de consciência ecológica é necessário para inibir a degradação das reservas florestais no estado do Amazonas. A criação de um programa de construção sustentável (PCS) é idealizada para criar vilas-escolas ecológicas no entorno de reservas florestais sujeitas a agressões constantes. Esse é o caso da Reserva Florestal Adolpho Ducke (RFAD), cuja vulnerabilidade tem aumentado devido à expansão urbana de Manaus. De acordo com o Plano Diretor Urbano e Ambiental de Manaus (MANAUS. Prefeitura Municipal, 2002), a RFAD (2°57'21"S, 59°55'20"W) é uma Unidade Espacial de Transição na rota da expansão urbana. Com área de 100 km<sup>2</sup> (10,000 hectares), é o maior fragmento florestal do mundo. Uma área dessa

natureza demanda proteção de suas fronteiras. Sugere-se, para implementar o PCS, a construção de vilas-escolas ecológicas no entorno das reservas florestais, servindo como um cinturão de proteção para preservar a integridade da floresta e suas fontes naturais de água. Essas iniciativas para preservar nosso habitat natural devem atrair o ecoturismo e servir como um protótipo de barreira ecológica sustentável.

As vilas-escolas serão destinadas a abrigar, temporariamente, pessoas inscritas em programas habitacionais sociais, para aprenderem praticando educação ambiental e técnicas de construção sustentável. A prática de armazenagem e coleta seletiva será utilizada. Os resíduos orgânicos gerados na vila servirão para alimentar tanques de biogás, para uso na cozinha de apoio a um centro comunitário (CC). As aulas teóricas serão ministradas no CC. No mesmo programa poderão ser incluídas vítimas de desastres naturais, famílias remanejadas de áreas de risco, bem como famílias carentes que se deslocam temporariamente do interior para a capital para tratamento de saúde pelo SUS, para que experimentem uma forma de vida mais amigável com o meio ambiente.

O PCS propõe vilas de dois pavimentos, com telhado verde, construídas nos moldes de habitações de integração social com materiais sustentáveis, como bambu, barro das escavações, resíduos de madeira e de bambu, resíduo de carbureto de cálcio hidratado. Vilas dotadas de captação e utilização de água das chuvas, estação de tratamento ecológico de esgoto e cobertura suportada por forro estrutural de bambu. O bambu estrutural será da espécie *Guadua angustifolia*, apropriada para construção. Essa espécie de bambu, originária da Amazônia, com grande ocorrência e utilização na Colômbia e no Equador, tem sido estudada e disseminada pelos autores desde 2005. Sua propagação, bem como o comportamento da touceira, têm se mostrado favoráveis ao clima e solo da região de Manaus. O telhado verde, com função de melhorar a temperatura interna das edificações, propicia um microclima mais agradável no seu entorno.

A técnica de construção sustentável da vila poderá servir como modelo de habitação de interesse social. Os apartamentos térreos serão destinados, preferencialmente, às pessoas com restrição de mobilidade (ex. cadeirantes, idosos). Deverão ser integrados programas de horta comunitária e manutenção da vila. A construção dos apartamentos receberá estruturas e painéis de paredes pré-fabricados em bambu com enchimento em microconcreto. O paisagismo da vila incluirá plantação de espécies arbóreas de bambu adequadas para a construção de casas e móveis.

Assim, o bambu utilizado como material de construção não convencional estará substituindo a madeira, onde possível, reduzindo a pressão da necessidade de corte de árvores para essa finalidade. Mudanças de bambu também serão plantadas nas encostas que necessitam de contenção no entorno da reserva. Deverá ser integrado, ainda, um programa de construção de móveis em bambu (oficina), para mobiliar as casas da vila e gerar renda aos participantes que se interessem por esse tipo de atividade.

A RFAD, criada em 1963 e administrada pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), engloba 100 milhões de metros quadrados de mata primária, utilizados como base de suporte para o desenvolvimento de pesquisas. A RFAD é uma unidade de conservação que representa um dos recursos ambientais mais valiosos da cidade, abrigando grande diversidade de fauna e flora, e várias nascentes de igarapés que fornecem água pura e limpa ao seu entorno.

O relevo topográfico da reserva evidencia que um platô central (120-140 m altitude) no sentido norte-sul é o divisor de águas entre duas bacias hidrográficas distintas, a leste e oeste (LUIZÃO et al., 2002). Na parte oeste, a bacia é constituída por uma rede de igarapés (pequenos rios) que se estendem por 5 km e se reúnem fora da reserva, desaguando finalmente no rio Tarumã, afluente do rio Negro (de águas negras), a montante de

Manaus. A bacia leste da reserva é formada por igarapés que drenam para o rio Puraquequara, um afluente direto do rio Amazonas (de águas barrentas) a jusante de Manaus. A reserva, uma típica floresta tropical úmida de terra firme da Amazônia Central, é um banco de informações de valor paisagístico, científico e ambiental incalculável.

Em 1963, quando a RFAD foi declarada reserva biológica, a população de Manaus era de aproximadamente 40.000 habitantes. Em 49 anos, a população saltou para 1.861.838 habitantes (IBGE, 31/08/2012) e a cidade expandiu sua área urbanizada, chegando aos limites da reserva nas partes sul e oeste. A expansão desordenada da cidade, principalmente nas zonas norte e leste, é ameaça constante à integridade da reserva, em várias direções, isolando-a num grande fragmento florestal ainda conectado à mata contínua apenas na porção nordeste.

Para garantir a proteção da área que se encontrava mais vulnerável, foi criado o Jardim Botânico de Manaus. Somando-se a esse esforço do Inpa e da Prefeitura Municipal de Manaus, estamos propondo a implantação das vilas-escolas ecológicas sustentáveis ao longo das áreas que ainda se encontram desprotegidas, observada a necessidade dos corredores ecológicos.

A tipologia das cidades da Amazônia brasileira precisa basear-se mais nas características regionais de clima, solo e vegetação, valorizando os materiais de construção locais disponíveis e materiais que na sua fabricação poluam menos. É certo que não há desenvolvimento sem sacrifício ao meio ambiente natural. Contudo, é possível uma redução desse impacto utilizando-se soluções ecologicamente mais corretas, cumprindo-se a legislação vigente de uso do solo definida no Plano Diretor Urbano e Ambiental de Manaus e baseando-se nos preceitos de construção verde (sustentável). Para que isso aconteça, são necessárias mudanças de hábitos e atitudes das comunidades, aprendendo e vivendo integradas à natureza. A base do desenvolvimento social sustentável é a educação.

Os objetivos principais do projeto abrangem os seguintes itens: (i) projetos de implantação, paisagismo, arquitetura e engenharia da vila-escola ecológica sustentável e centro comunitário; (ii) projetos dos equipamentos de infraestrutura da Vila; (iii) plantação de mudas de bambu; (iv) fabricação de planta para tratamento e secagem do bambu; (v) coleta do bambu; (vi) tratamento e secagem do bambu; (vii) fabricação dos elementos estruturais pré-fabricados de bambu; (viii) construção do protótipo de vila-escola ecológica sustentável com oito unidades habitacionais e centro comunitário; (ix) construção de biodigestor. O local de execução é o cinturão leste-oeste nas adjacências do Jardim Botânico da Reserva Florestal Adolpho Ducke, em Manaus.

Como precedentes de projetos, experiências ou iniciativas similares já executadas, pode-se apontar o *Projeto Casa Eco* – Vila ecológica sustentável com oito casas (figura 1) construída na Reserva Florestal

FIGURA 1  
**Vila ecológica na Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus**



Adolpho Ducke, km-26 da rodovia AM-010, em Manaus (SÁ RIBEIRO; SÁ RIBEIRO, 2008a; SÁ RIBEIRO; SÁ RIBEIRO, 2008b; SÁ RIBEIRO et al., 2006).

## **PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS**

### **Projetos de implantação, arquitetura e engenharia da Vila-Escola Ecológica Sustentável e centro comunitário**

Serão elaborados os projetos executivos de arquitetura e de instalações elétricas, hidráulicas e sanitárias da vila ecológica sustentável. Os projetos obedecerão às normas de qualidade em arquitetura e engenharia para habitação de interesse social (BRASIL. Ministério das Cidades., 2010; FLORIANÓPOLIS. Secretaria de Habitação e Saneamento Ambiental ,2011), visando à preservação do meio ambiente e o conforto ambiental da edificação. A vila terá cobertura suportada por forro estrutural de bambu, além de um sistema de captação e utilização de águas da chuva. As paredes, compostas de painéis pré-moldados estruturados em bambu, terão acabamento monolítico, com pintura a cal hidratada.

### **Plantação de mudas de bambu**

Serão plantadas, para uso futuro e proteção de erosão, mudas de bambu *Guadua angustifolia*, principalmente em áreas que já estejam desprovidas de vegetação.

### **Fabricação de planta para tratamento e secagem do bambu**

Com a finalidade de proteger o bambu contra os agentes biológicos que causam deterioração, será implantada na vila uma planta para tratamento preservativo e secagem do bambu. Os métodos de tratamento serão o de defumação, que não utiliza produtos químicos, e o de imersão. A planta de tratamento será desenvolvida com baixo custo. Com isso, viabiliza sua utilização até por pequenas comunidades interessadas em proteger e aumentar a vida útil do bambu.

### **Coleta do bambu**

Serão coletados 1.520 colmos de 9 m de bambu disponível na região, com idade média de quatro anos. A coleta ocorrerá no período menos propício ao ataque de fungos e insetos. Os locais de coleta serão definidos no início do projeto. Os colmos coletados serão utilizados para a construção dos pré-fabricados (painéis de paredes, pilares e vigas) e forro estrutural da vila.

### **Tratamento e secagem do bambu**

Os colmos e as ripas de bambu que comporão os pré-fabricados serão tratados pelo método de defumação. Os colmos para o forro estrutural serão tratados pelo método de imersão em solução preservativa atóxica. Após o tratamento preservativo, as peças de bambu serão condicionadas para uso final.

### **Fabricação dos elementos estruturais pré-fabricados de bambu**

Painéis de parede serão pré-moldados estruturados em bambu (colmos e ripas) e argamassados com microconcreto. Serão analisadas várias composições de microconcreto envolvendo os seguintes materiais: cimento, areia, resíduos de bambu, resíduos de madeira, barro, cal hidratada.

### **Construção do protótipo de Vila-Escola Ecológica Sustentável com 8 unidades habitacionais e centro comunitário**

Será construído por administração de engenheiro e arquiteta, coordenadores do projeto, um protótipo de vila-escola ecológica sustentável com 8 unidades residenciais, localizadas no cinturão leste-oeste nas adjacências do Jardim Botânico da Reserva Florestal Adolpho Ducke, em Manaus. De acordo com os princípios de construção sustentável, será contratada mão de obra da comunidade local, promovendo, assim, a disseminação da tecnologia sustentável com inclusão social, treinamento e geração de emprego.

São as seguintes as etapas da obra: fundações; instalações sanitárias com implantação da estação de tratamento ecológico de esgoto; estruturas (pilares, vigas e lajes) e painéis de paredes modulados pré-moldados com espaço para instalações; cobertura sobre forro estrutural de bambu; instalações (elétrica, hidráulica) embutidas nas paredes e sistema de captação de águas pluviais; piso cimentado, desempenado e alisado; assentamento de esquadrias; pintura das paredes e esquadrias; implantação de biodigestor para produção de biogás; serviços complementares.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os benefícios esperados são os seguintes: (i) ação coibitiva de ocupação não planejada no entorno da reserva florestal; (ii) habitação de integração social com introdução de recursos naturais renováveis Não Convencionais; (iii) desenvolvimento de processo construtivo sustentável; (iv) desenvolvimento de sistema de captação e utilização das águas das chuvas; (v) desenvolvimento de cobertura verde; (vi) utilização do lixo orgânico para produção de biogás; (vii) contribuição com alojamentos para necessitados em situações emergenciais.

A Reserva Ducke é uma unidade de conservação que representa um dos recursos ambientais mais valiosos da cidade, abrigando grande diversidade de fauna e flora, e várias nascentes de igarapés que fornecem água pura e limpa ao seu entorno. Portanto, a sua proteção com o cinturão ecológico de vilas-escolas sustentáveis garantirá a sua permanência para as gerações futuras e permitirá a continuidade das pesquisas científicas do ecossistema.

O déficit habitacional no Brasil ultrapassa 7,9 milhões de unidades residenciais. Na região Norte esse déficit representa 850.355 unidades, com 212.487 para o Estado do Amazonas (FJP, 2006). A técnica construtiva utilizada e disseminada na vila-escola sustentável composta de bambu pode contribuir para a diminuição do custo da

construção habitacional. Portanto, mais unidades residenciais poderiam ser construídas e reduzir o déficit habitacional.

Em termos de desenvolvimento tecnológico, a execução do projeto possibilitará: (i) criação de vilas ecológicas sustentáveis como habitação de interesse social, a exemplo do modelo proposto; (ii) desenvolvimento de processo construtivo não convencional; (iii) desenvolvimento de sistema de captação e utilização das águas das chuvas; (iv) desenvolvimento de biodigestor para produção de biogás.

Em termos de desenvolvimento social, o projeto trata de vila-escola ecológica sustentável de interesse social para atender as classes com renda até três salários mínimos. Também pode responder à demanda de populações vítimas das intempéries, remanejamento de moradores de áreas de riscos e famílias que se deslocam temporariamente do interior para a capital, a fim de realizar tratamento de saúde pelo SUS. Contratação de mão de obra da comunidade local, promovendo, assim, a disseminação da tecnologia sustentável com inclusão social, treinamento e geração de emprego.

A implantação da vila-escola preservando ou criando, quando necessário, corredores ecológicos, garante o grau de conectividade entre os atuais remanescentes de fragmentos florestais, permitindo a integridade e disseminação da fauna e flora. A vila-escola ecológica sustentável construída com bambu, substituindo madeira e aço, promove maior equilíbrio no ecossistema amazônico.

## REFERÊNCIAS

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. *Déficit habitacional no Brasil 2005*. Belo Horizonte: Centro de Estatística e Informações, 2006. 120p.

LUIZÃO, R. et al. Diretrizes para conservação e manejo da biota da Reserva Florestal Adolpho Ducke (Manaus, Amazonas, Brasil). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 4., 2002, Ilhéus. *Anais...* Ilhéus: 2002.

MANAUS. Prefeitura Municipal. Lei n. 671, de 04 de novembro de 2002. Regulamenta o Plano Diretor Urbano e Ambiental, estabelece diretrizes para o desenvolvimento da Cidade de Manaus e dá outras providências relativas ao planejamento e à gestão do território do Município. *Diário Oficial: órgão oficial do município de Manaus*, ano 3, n. 628, 5 de nov. 2002. (Atualizado em abril 2008)

SÁ RIBEIRO, M.G.; SÁ RIBEIRO R.A. Green construction of a prototype eco-village in Brazilian Amazonia. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON NON-CONVENTIONAL MATERIALS AND TECHNOLOGIES (NOCMAT), 10., 2008, Cali, Colombia. *Anais...* Cali, Colombia: 2008a. p. 1-20.

\_\_\_\_\_ Projeto Casa Eco: cartilha da obra da Vila Ecológica. 2008b. Disponível em: <<http://www.habitare.org.br/pdf/relatorios/121.pdf>>. Acesso em: 2 ago. 2013.

SÁ RIBEIRO, M.G. et al. Protótipo de vila ecológica na Amazônia. In: CONFERÊNCIA BRASILEIRA DE MATERIAIS E TECNOLOGIAS NÃO-CONVENCIONAIS: MATERIAIS E TECNOLOGIAS PARA CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS (NOCMAT), 2006, Salvador. *Anais...* Salvador: 2006. p. 1-10.

FLORIANÓPOLIS. Secretaria de Habitação e Saneamento Ambiental: *Plano Municipal de Habitação de Interesse Social*. Florianópolis: 2011.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Habitação. *Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social*. Brasília: 2010.