

Projeto sustentável de escola flutuante ribeirinha

Sustainable project of riverside floating school

Pedro Felix Liotto

Universidade Federal do Amazonas
pedroliotto@ufam.edu.br

.....

Laerte Melo Barros

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas
laerte.barros@ifam.edu.br

.....

Thiago Felix da Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas
thiagofelixdasilva099@gmail.com

.....

Vinicius dos Santos Albuquerque

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas
viniciusalbuquerque.ptr@gmail.com

Resumo

A variação do nível das águas na região amazônica influencia as atividades comunitárias, sendo necessárias adaptações para o modo de vida amazônida. Assim podemos ressaltar a interferência nas atividades escolares dos ribeirinhos. Tendo a formação escolar como única porta para o progresso, o ribeirinho procura adaptar-se com o meio. Com a variação dos níveis das águas, a estrutura da escola é afetada drasticamente provocando interrupções no calendário letivo. Para mitigar essas ações a pesquisa busca padrões que sejam adaptáveis para este meio e que ainda possa ter caráter sustentável provocando reforços na formação dos ribeirinhos. A presente pesquisa busca apresentar uma forma de impedir a interrupção das aulas letivas no período escolar, ainda que em condições ambientais desfavoráveis. Aliada ao modelo é proposto alguns padrões de conforto elementar para a atividade acadêmica. Os materiais utilizados nas soluções propostas constituem uma adaptação sem grandes rupturas no modo ribeirinho de viver. Assim o uso da madeira de maneira sustentável e outro material, bastante frequente nas cidades industrializadas, são aliados formando um compósito capaz de ter a resistência estrutural da madeira e a propriedade térmica das placas feitas com resíduos de Poliestireno Expandido (Isopor). Como resultado, foi demonstrada a viabilidade de um projeto

sustentável de escola ribeirinha, capaz de atender as necessidades escolas ribeirinhas, como conforto no processo ensino-aprendizagem e ao mesmo tempo foi possível a adaptação à variabilidade hidrológica em áreas de difícil acesso como a região amazônica.

Palavras-chave: Região amazônica. Estrutura escolar. Materiais. Sustentável.

Abstract

The variation of the level of the waters in the Amazon region influences the community activities, being necessary adaptations for the Amazon way of life. Thus we can highlight the interference in school activities of the riverside. With school education as the only door to progress, the riparian seeks to adapt to the environment. With the variation of water levels, the structure of the school is affected drastically causing interruptions in the school calendar. To mitigate these actions the research seeks patterns that are adaptable to this environment and that can still have a sustainable character provoking reinforcement in the formation of the riverside. The present research seeks to present a way to prevent interruption of school classes in the school period, even in unfavorable environmental conditions. Together with the model, some basic comfort standards for academic activity are proposed. The materials used in the proposed solutions constitute an adaptation without great ruptures in the riverside mode of living. Thus the use of wood in a sustainable way and other material, quite frequent in the industrialized cities, are allied forming a composite able to have the structural resistance of the wood and the thermal property of the plates made with residues of Expanded Polystyrene (Styrofoam). As a result, it was demonstrated the viability of a sustainable riverside school project, able to meet the needs of riverside schools, as comfort in the teaching-learning process and at the same time it was possible to adapt to hydrological variability in areas of difficult access such as the Amazon region.

Key words: Amazon region. School structure. Materials. Sustainable.

Introdução

Começamos por observar que o clima da Terra esteve, sempre, em mudanças, caracterizadas por períodos longos e curtos (BARCELLOS, 2009). Isso pode ser visto nos últimos relatórios emitidos por cientistas do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), que avaliam a atuação do fenômeno conhecido com El Niño. Esse fenômeno é apontado pelos pesquisadores como produtor de um padrão de inundações e secas na região amazônica (FEARNSIDE, 2009).

Devido a essas variabilidades climáticas e hidrográficas, as cheias e secas e a amplitude média do nível dos rios apresentam variações significativas. Considerando as cabeceiras dos rios e também a sua extensão, a sazonalidade

desenha ciclos hidrológicos, bem definidos, apresentando uma estação de águas altas (cheias) e uma estação de águas baixas (seca) por ano (PIECADE, 2012).

Nestes ciclos hidrológicos, acontece um trabalho complexo de permuta com o entorno, seja nas estações cheias ou secas, tornando-se quase impossível prever o comportamento dos níveis dos rios em cada período anual (FARIAS, 2011). Esse entrave reflete na dificuldade de se realizar um planejamento das atividades que envolvam a comunidade ribeirinha em especial as atividades escolares.

A educação, bem como outras atividades realizadas pelas comunidades instaladas em áreas alagáveis, é afetada por essa variação sazonal nos níveis das águas. Para se adaptarem a esta realidade, as escolas nas comunidades rurais, utilizam um calendário especial, programando as atividades escolares no período de vazante que é o período onde se inicia a estação de baixa das águas (SCHERER, 2004).

Nesse contexto as escolas ribeirinhas desenvolvem processos educacionais diferenciados para os dois grandes períodos: o de seca, onde se caracteriza por grandes erosões nas margens afetando a estrutura das escolas, e de inundações, que paralisam as atividades (GOMES, 1977).

Por conta disto, o tempo mínimo de estudo é afetado. É estimado que no Brasil o tempo mínimo de estudo seja de 12 anos incluindo ensino fundamental incluindo ensino fundamental e médio. Porém, pesquisas apontam para números ainda mais baixos. No Brasil o tempo mínimo é da ordem de 7,1 anos enquanto que apenas na Amazônia Legal é menor ficando na casa dos 6,6 anos (SOUSA et al., 2016).

Outro fator observado ainda é a distorção idade-série-elevada que na Amazônia Legal, em 2008, os alunos do ensino fundamental com idade superior a recomendada representavam 26%, sendo essa distorção maior no ensino médio que atingia 39% dos alunos (SOUSA et al., 2016).

O regime especial de ensino dessas escolas, é formado em geral, por classes multisseriadas que atendem nos dois períodos, matutino e vespertino. Nas escolas de região alagável, em algumas localidades, o regime diferenciado começa no mês de agosto e prossegue até abril do ano seguinte, no entanto os dias letivos são obrigatórios e devem ser rigorosamente cumpridos. Algumas dessas escolas mudam de lugar por causa das cheias ou por causa do fenômeno provocado pela erosão dos rios para garantir a continuidade no ensino (GOMES, 1977).

Para essas necessidades, as escolas flutuantes já são alternativas para o desenvolvimento da formação técnica-profissional de ribeirinhos. Seja na região Amazônica ou em outras regiões tropicais, barcos escolas levam um pedaço dos centros técnico-financeiro para as regiões menos desenvolvidas.

A Unidade Móvel Fluvial Samaúma (UFMS), pode ser citada como exemplo de escola flutuante, porém com a característica de ser móvel, podendo ser autotransportada para qualquer comunidade ribeirinha do Estado do Amazonas.

Sua finalidade é desenvolver programas de Formação Profissional nos setores secundários e terciário, suprimindo a necessidade de mão-de-obra qualificada que demanda os municípios da Bacia Hidrográfica do Amazonas. A modalidade de ensino e os cursos que são ofertados pela UMFS estão focados em Qualificação Profissional de nível Básico e Aperfeiçoamento Profissional e são administrados pelo SENAI (ALBUQUERQUE, 2013).

Figura 01 – Barco escola Samaúma I



Fonte: Conselho Nacional do Sesi (2014)

Madhyapara é uma comunidade ribeirinha, no interior da região oeste, do país de Bangladesh. A organização não-governamental Shidhulai Swanirvar Sangstha, desenvolveu uma solução criativa que foi intitulada de Escola Barco de Madhyapara. A ideologia abordada foi a de “levar a escola até os alunos quando os alunos não podem ir à escola”, o que garante o maior alcance do ensino. A organização administra uma frota de barcos que atuam como bibliotecas, centro de educação de adultos e oficinas escolares e são levados em épocas de inundações onde escolas ficam impossibilitadas de serem utilizadas. Os barcos são equipados com painéis solares que alimentam computadores, luzes e outros equipamentos (VEIGA, 2018).

Figura 02 – Escola barco de Madhyapara



Fonte: National Geographic (2010)

Todos esses dois projetos, que inspiram a busca por diminuir fronteiras no ensino levando aos mais distantes pontos a educação, são na verdade soluções de tempo determinado que ampliam o conhecimento dos ribeirinhos em cursos de curta duração, deixando ainda uma lacuna para a estrutura de apoio ao ensino regular.

Trata-se de escolas-barcos. Essas edificações se diferem das outras edificações, pois são definidas como sendo barcos com propulsão e construídas para navegação, servindo ocasionalmente de escolas. Sendo assim, quando observamos as tipologias de edificações flutuantes vemos que se dividem em dois tipos: Anfíbias – que acompanham o movimento do nível de água, mantendo-se na mesma posição – e habitação de base flutuante – que navegam autonomamente na água (NETO, 2015).

As escolas, de ensino regular, necessitam de uma estrutura física mais próxima da fixa que venha se fixar na região proporcionando a regularidade que os ribeirinhos necessitam. Normalmente, essas escolas são construídas em tipos de palafitas, com estruturas e vedações em madeira local. Esse tipo de edificação está condicionado ao processo de deterioração da própria variação do nível das águas dos rios. Fenômenos como as aluviões e os desbarrancamentos das encostas podem ser alguns dos empecilhos que se sujeitam esse tipo de escola (HERMES, 2012).

Aliada a essa necessidade é evidente que essas escolas precisam buscar meios eficazes de construção e preservação do ambiente, métodos alternativos de preservação e conservação do meio ambiente escolar formal afim de que os alunos tenham condições de desenvolver as suas atividades educacionais. Quanto mais tempo os alunos estejam em sala de aula confortável e de boa estrutura, tende-se a resolver muitos problemas como a defasagem do ano letivo e o alto índice de analfabetismo (HERMES, 2012).

Alguns pesquisadores sensibilizados com as variáveis envolvidas em arquitetura das escolas, vêm buscando aperfeiçoar os espaços, principalmente os ambientes internos, propondo áreas mais agradáveis, mais adequadas e com melhores relações de ensino-aprendizagem aos alunos.

Podemos de antemão verificar que o ser humano tem melhores condições de vida e saúde quando o mesmo vive em um ambiente adequado e que seu organismo funcione sem ser submetido à fadiga e estresse. A falta de conforto térmico é uma das mais recorrentes queixas dentre os fatores que englobam o equilíbrio ambiental, a saber tratam-se de três: o conforto térmico, como já citado, conforto acústico, visual e ergonômico (GRZYBOWSKI, 2004).

As condições climáticas consideradas para este trabalho são as da realidade Amazônica e se caracterizam por bastante umidade e temperaturas acentuadas na maior parte do ano, exigindo a adoção de proteção no interior das edificações. A madeira, que é um excelente isolante térmico e presente em abundância na região, muitas das vezes é imaginada como a grande precursora na degradação ambiental de florestas. Porém, trata-se de um material renovável e que com técnicas de manejo sustentável e reflorestamento corretos tornasse uma excelente solução (BARROS; ALQUERQUE, 2016).

Outro elemento que apresenta potencialidade na aplicação como isolamento térmico são os resíduos de Poliestireno Expandido (EPS). Esses resíduos, também em abundância, são originados das atividades industriais desenvolvidas pelo Polo Industrial de Manaus (PIM) pelo este que foi implantado com o objetivo primordial de desenvolvimento da Amazônia evitando que a floresta fosse depredada. A produção de resíduo de EPS no PIM ultrapassa a ordem de 5.169 T/ano (BARROS; ALQUERQUE, 2016).

Pesquisadores, ainda apontam os painéis de EPS, referente à construção modular, como sistema construtivo capaz de trazer muitos benefícios, pois possuem um leque de vantagens tais como versatilidade, rapidez e inovação (OLIVEIRA; VILELA, 2015). Outras pesquisas apontam os painéis sanduiche

com miolo de EPS como mais um elemento no acondicionamento térmico (LOURENSINI, 2017).

Painéis sanduíches são caracterizados por estruturas compostas de duas camadas externas, estas por sua vez são materiais de densidade e resistência elevada e, uma camada interna de material com menor densidade e resistência mas que contribui para a eficiência térmica e redução do peso do painel (SILVA, 2012).

Outro item importante de ser observado é a questão de destinação final para os esgotamentos sanitários. A poluição é tudo aquilo que altere o meio ambiente prejudicando suas características originais, afetando a saúde, o bem-estar, e a segurança. A poluição cria condições adversas às atividades sociais e econômicas, ocasionando danos relevantes à flora, à fauna, a qualquer recurso natural, e ainda aos acervos históricos, culturais e paisagísticos.

O tratamento de esgoto previne ou atenua inúmeras doenças associadas aos poluentes, além de equilibrarem o meio ambiente. Existem vários métodos para o tratamento de efluentes poluidores. Para escolher o método mais adequado deve-se observar as condições do curso d'água, estudo de autodepuração e dos limites definidos pela legislação ambiental, das características do efluente gerado, a disponibilidade financeira, a eficiência e a área disponível.

A preocupação com o grau de tratamento e ao destino final dos esgotos é crescente. As tecnologias apontam tratamentos de esgotos tendo como principal objetivo o lançamento em corpos d'água. Esses processos de tratamento biológico da matéria orgânica biodegradável constituem a alternativa mais interessante sob os pontos de vista técnico e econômico para a efetiva redução de concentração dos compostos preponderantes nos esgotos de escolas.

A partir dessas observações é que se vê claramente uma grande barreira imposta pela natureza aos moradores ribeirinhos que se localizam em áreas de várzeas para dali obterem seus sustentos. O desenvolvimento de uma escola capaz de ser adaptável a essa realidade promovendo assim o aprimoramento dos indivíduos ribeirinhos sem que haja um conflito com a natureza é que demonstra a importância deste tipo de estudo.

Após a compreensão das dificuldades vivenciadas à educação e as possíveis propostas já vivenciadas pelas comunidades ribeirinhas no concernente à educação e as possíveis propostas já vividas por outras atividades semelhantes é que podemos fixar os objetivos deste trabalho.

Portanto, o fruto deste trabalho é um projeto padrão de uma escola sustentável para localidades ribeirinhas que utilizarão madeiras locais e EPS como materiais compósitos para proporcionarem bons resultados térmicos. Para isso o projeto será composto por plantas arquitetônicas e seus respectivos detalhamentos, e ainda, os projetos complementares de instalações hidrossanitárias, responsáveis por modelar os sistemas de captação e tratamento de águas pluviais.

Materiais e Métodos

Para se idealizar uma escola padrão, partiu-se inicialmente das necessidades comuns encontradas em escolas ribeirinhas. A implantação e os detalhes foram caracterizados considerando a sua instalação no Lago de Janauacá. Este localiza-se a 150 km de Manaus entre os municípios do Careiro da Várzea e Manaquiri, no Estado do Amazonas.

A comunidade detém a prática da produção agrícola com o cultivo da macaxeira junto com a atividade pesqueira de espécies Surubins e Pirararas, mas o lago também proporciona a pesca de outras espécies ícticas.

Para nortear os trabalhos de elaboração do programa de necessidades e levantamento de dados diversos, foram realizadas análises socioculturais a partir de informações obtidas com entrevistas com alguns moradores, agentes comunitários e professores que trabalhavam em escolas próximas. As pesquisas de campos abordaram os seguintes aspectos: levantamento de edificações – analisando as tipologias, sistemas construtivos, questões socioambientais; uso da madeira aplicada à arquitetura – observando a adequação a realidade local aliada ao emprego com planejamento econômico e sustentável; levantamento fotográfico – caracterizando o problema e seus diversos empecilhos.

A concepção da edificação foi realizada considerando três módulos: o primeiro concentrado as atividades administrativas escolares; e os outros dois, englobando as atividades pedagógicas escolares (salas de aula). O objetivo dessa divisão está em considerar a flexibilidade da construção. Quando considerada toda a edificação sobre uma base única, surgem problemas com áreas grandes em relação as variações de nível. Uma vez sendo divididas, as diversas subidas e descidas podem ser consideradas como diferenciais permitindo menor impacto na estrutura.

Ainda, na Região Norte por conta da baixa densidade populacional, condições financeiras e falta de políticas públicas, o sistema de coleta e transporte de esgotos, formado por rede coletora, poços de visita, estações elevatórias e de tratamento, torna-se inviável. Diferentemente o que acontece nas grandes cidades, uma vez que esse custo se paga em pouco tempo com a contribuição dos impostos.

Sendo assim, as estações de tratamento locais ou compactas surgem como ótima alternativa para atender pequenas demandas isoladas como o das comunidades ribeirinhas. Estas estações são sistemas descentralizados, caracterizados por sistemas coletivos de tratamento de esgoto simplificados, que apresentaram diversas vantagens, como por exemplo, baixo custo de implantação, necessidade de pequenas áreas para acomodações, elevada sustentabilidade do sistema, devido ao baixo consumo de energia e produtos químicos. Ainda possuem uma variedade de configurações de estações compactas que combinam sistemas anaeróbicos e sistemas anaeróbico/aeróbicos.

Resultados e discussões

A partir da pesquisa de campo pode-se constatar com clareza a problemática sofrida pelas escolas ribeirinhas em áreas alagáveis. Na visita realizada em período de cheia foram encontradas várias escolas interditadas, pois os níveis das águas fluviais já estavam perto dos níveis dos pisos e outras até com as águas cobrindo o nível dos pisos, como é apresentada nas figuras 03a e 03b.

Figura 03 – Escolas em palafitas interditadas: (a) Escola Municipal Aldinei dos Santos Barroso, localizada no Município de Careiro da Várzea; (b) Escola Municipal São Cristovão, localizada no Município de Iranduba.



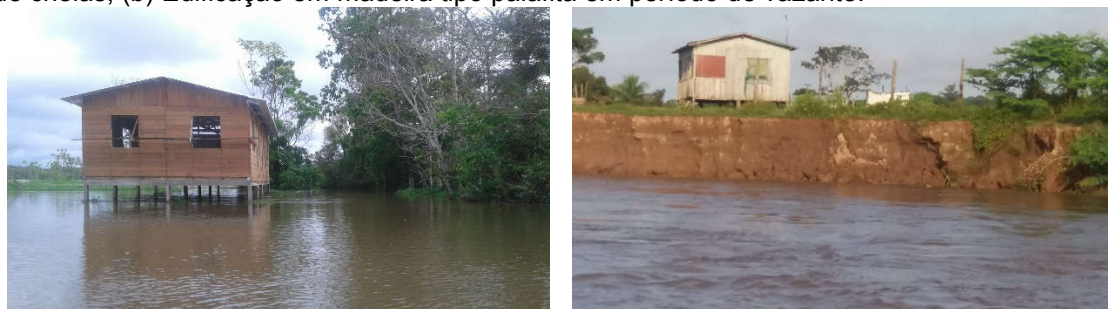
(a)

(b)

Fonte: Próprios autores (2017)

A visita em áreas ribeirinhas também foi capaz de apresentar a tipificação comum utilizada pelos ribeirinhos para fugir das variações das águas. Estas casas que são denominadas de palafitas e construídas pelos proprietários, têm a madeira como elemento estrutural e elemento de vedação, telhas de alumínio e são elevadas além dos níveis historicamente mais altos, assim como é apresentado na figura 04a e 04b.

Figura 04 – Construções típicas de ribeirinhos: (a) Edificação em madeira tipo palafita em período de cheias; (b) Edificação em madeira tipo palafita em período de vazante.



(a)

(b)

Fonte: Próprios autores (2017)

As escolas de base flutuante, portanto, tornam-se uma solução para atender o objetivo de propor estruturas modernas e eficientes, adaptáveis e confortáveis e que conseguem, com programa arquitetônico coerente, manter os padrões das escolas tais como conhecemos. Com isso o método de construção tipo palafitas ou os barcos-escola serão reformulados (HERMES, 2012).

Isso é possível, pois as edificações flutuantes combinam as características das escolas-barcos e o sistema de estacas das palafitas: quando ocorre a variação do nível da água a base fornece a fluabilidade necessária (NETO, 2015).

A escola ribeirinha padrão, portanto, foi projetada com três bases flutuantes e independentes, interligadas, onde a estrutura será feita de aço naval, o mesmo usado na confecção das balsas utilizadas na região. As bases flutuantes terão posicionamento fixo, variando apenas o nível conforme o fenômeno de subida e descida das águas.

Os blocos foram então divididos em três tipos, sendo um administrativo que abriga a secretaria, diretoria, biblioteca, sala dos professores, refeitório e cozinha, conforme é apresentado na figura 05b, o segundo bloco tipo, trata-se de um conjunto de quatro salas de aula com capacidade para 20 alunos cada, este bloco ainda conta com instalações sanitárias, o terceiro bloco tipo, trata-se de outro bloco de salas, mas com seis salas de aula, podendo uma ser adaptada para um laboratório de informática, como apresentado na figura 05a.

Os blocos de sala de aula assim divididos proporcionam uma implantação padrão para atender a comunidade. Para as comunidades que necessitam de maior quantidade de salas de aula terão os dois blocos e, aquela comunidade que tem demanda menor, pode apenas ter um bloco. Importante verificarmos que por ser um projeto padrão de escolas flutuantes, deve ser levantado antes da construção a demanda da comunidade. Para a implantação no local de origem do projeto, localizado no Lago Janauacá, a escola flutuante contará com o complexo completo, sendo edificado os três blocos.

Figura 05 – Bases flutuantes: (a) Plantas Baixas – Blocos de Sala de Aula; (b) Planta Baixa – Bloco Administrativo



(a)



(b)

Fonte: Próprios autores (2018)

As edificações flutuantes são projetadas para locais de permanente ligação com a terra propensos a inundações e utilizam sistemas para elevar-se e acompanhar a subida das águas. Quando o nível de água voltar ao normal a edificação assenta em radier e fica semelhante a tipologia tradicional (NETO, 2015). Essas subidas e descidas são guiadas por pilares de concreto armado que possuem pequenos dentes que a base da edificação é capaz de percorrer. Isso faz com que a edificação suba suavemente com a inundação e devido ao formato dos dentes é projetado um limite mínimo inferior para que seja regulado no período de vazantes.

Para garantir que a edificação não fique à deriva e avanço, que são movimentos próprios de flutuantes, e ainda, diminuição dos movimentos de arfagem que em águas fluviais são menores, esses pilares servirão também como ancoragem.

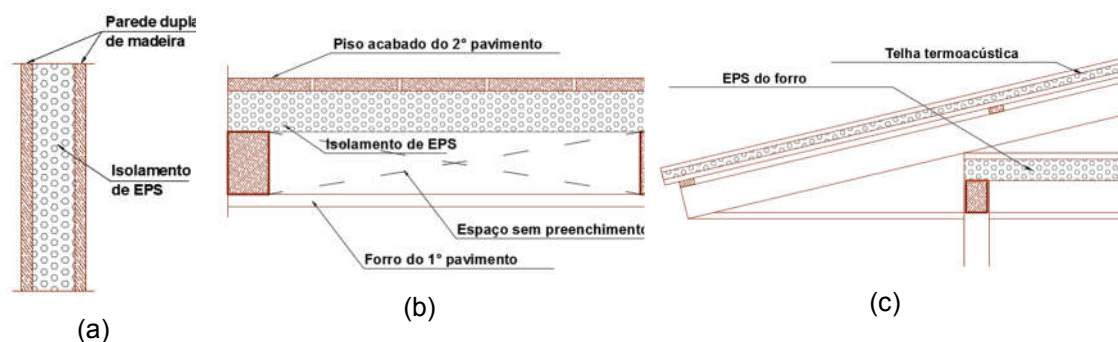
Sendo assim, o sistema de ancoragem tem papel fundamental na estabilidade da edificação, sendo composto por quatro pilares para cada base flutuante que

acompanharão as subidas e descidas além de combater alguns movimentos prejudiciais. Nesses pilares ainda são projetados os dentes que formam o conjunto de cremalheiras que em cada pilar são instalados quatro na sua face lateral. Quando em níveis baixos a base é assentada em alicerces fixos semelhantes aos pilares de amarração.

Sistemas de ventilação

Uma série de elementos foram inseridos no projeto para que fosse atingido o conforto térmico e, vão desde a base até a cobertura. As bases flutuantes terão aberturas no piso, devidamente sinalizadas e protegidas, que permitirão a troca massa de ar quente armazenada dentro da estrutura metálica com o meio externo com a ação dos ventos. As salas de aulas e todos os ambientes serão vedados com paredes sanduíches, sendo compostas por duas peças de madeira e no meio uma peça de isopor, conforme a figura 6a. Os forros dos tetos de cada ambiente serão compostos por EPS e, no teto dos ambientes térreos do bloco administrativo, será fixado EPS, conforme figura 6b e 6c.

Figura 06 – Elementos de tratamento térmico: (a) Parede sanduíche; (b) Reforço térmico para o pavimento do bloco administrativo; (c) Instalação de telha sanduíche.



Fonte: Próprios autores (2017)

A madeira é um material que aliada à condição de sustentabilidade é adequada a vários usos na construção civil por ser renovável e de fácil emprego e reciclagem. Para o seu processamento não precisa de processos industriais complicados e poluidores, além da facilidade de ser trabalhada.

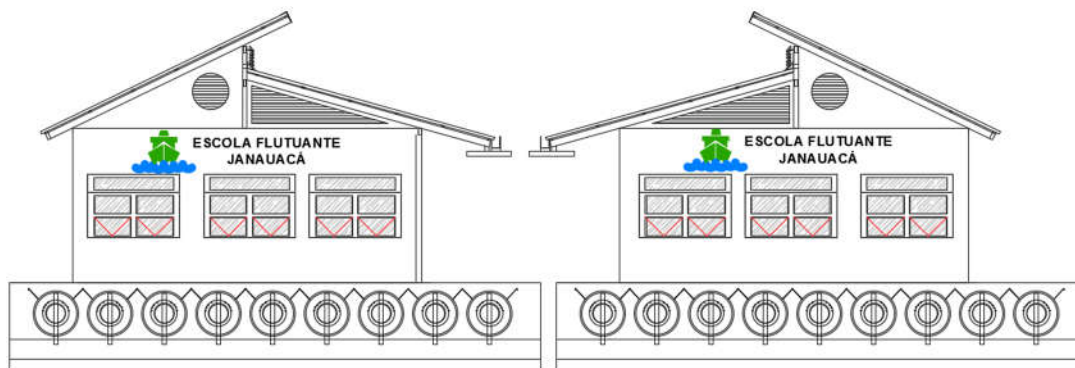
Trabalhar com madeira significa trabalhar com detalhes, com uma construção mais artesanal. Como material de construção, apresenta uma série de vantagens dificilmente reunidas em outro material, mas que destacamos para este trabalho as boas condições naturais de isolamento térmico e absorção acústica.

Esse uso da madeira busca não apenas a facilidade de seu uso, existe, porém, com uso eficiente de recursos naturais e valores culturais, a contribuição para o pensamento da construção sustentável, adicionando informações do passado na arquitetura contemporâneo.

O sistema de ventilação da cobertura será composto por aberturas nas laterais do telhado que permitirão a entrada de ventos, possibilitando que haja a troca de ar quente armazenado na estrutura por ar mais resfriado. A saída do ar quente

será por abertura na parte superior do telhado. Pode ser demonstrado esse sistema na figura 07 que apresenta uma vista lateral dos blocos de salas de aula.

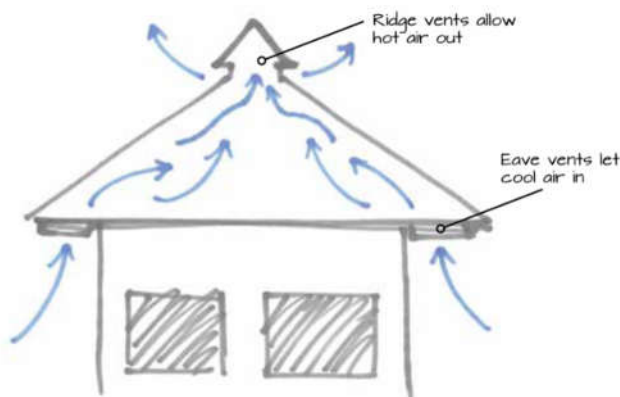
Figura 07 – Fachadas dos blocos de salas de aula.



Fonte: Próprios autores (2017)

A ventilação por meio de cavidade instalada no teto da edificação é um método eficaz de substituir o ar quente, acumulado no interior, por ar frio utilizando a convecção, assim é mostrado na figura 08. Esse método também auxilia na redução do calor irradiado do teto para as partes internas da edificação. Estes sistemas são proporcionados por instalações de aberturas no telhado e em outra posição podendo ser na região da empena ou no beiral dos telhados (COUNCIL, 2011).

Figura 08 – Abertura de ventilação do telhado.



Fonte: Sustainable Tropical Building Design

Para a cobertura foi considerada a telha termoacústica com isolamento de EPS, como apresentado na figura 09. Está telha é indicada pois a exigência de desempenho térmico se faz presente. Pelo fato de a edificação ser flutuante a cobertura não poderá contar com o auxílio de árvores para a diminuição da temperatura. Estas telhas contam com o bom desempenho não apenas térmico, mas acústico também e com menor custo quando comparadas com as de isolamento de PU (poliuretano).

Figura 09 – Telha sanduiche trapezoidal com isolamento de EPS.



Fonte: Calha Forte (2016)

As telhas com isolamento EPS são fabricadas com placas de isopor nas medidas das telhas e coladas entre telhas metálicas com cola PU, formando uma espécie de sanduiche, com densidade de 15 a 25 g/m³ e com condutividade K=0,039 a 0,032 Kcal/M.H°C e espessura de 50 mm. Pelo fato dessas telhas serem mais rígidas, espera-se, também, reduzir o consumo de madeira na estrutura do telhado, pois assim não apenas estaria diminuindo a necessidade de extração da madeira como também o peso próprio da estrutura sobre as bases flutuantes.

Sistemas de esgoto e drenagem

O sistema de drenagem de águas pluviais composto por calhas de drenagem e tubulações servirá também para um abastecimento reserva que suprirá a necessidade hídrica dos vasos sanitários e áreas de lavagens de piso.

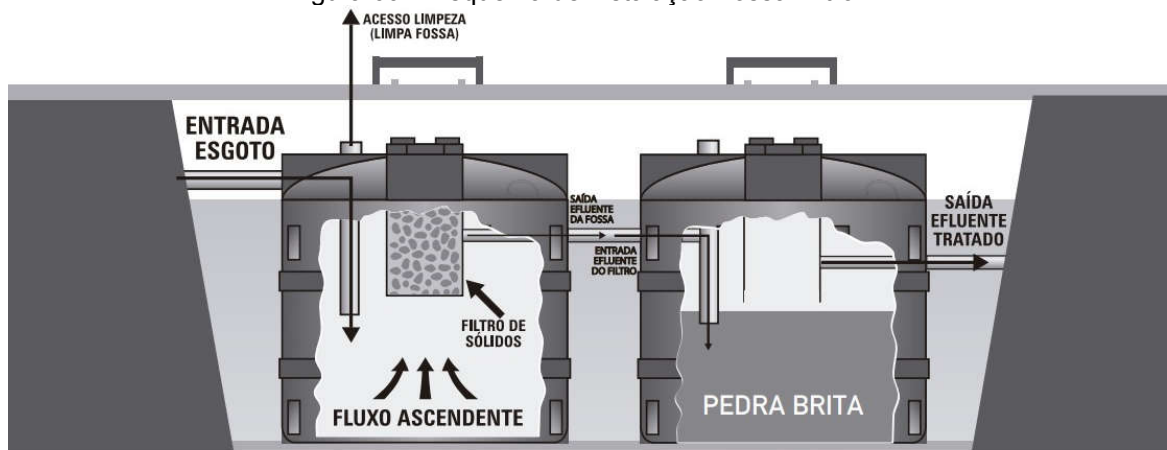
O sistema de disposição final dos esgotos, para atender a escola e também buscar melhores condições de despejo dos dejetos no rio onde será locada a escola, constituirá o conjunto fossa séptica e filtro anaeróbio, como apresentado na figura 09. Esse sistema prevê a utilização de dois sistemas interligados de tratamento dos dejetos. É previsto também que cada base flutuante deva ser dotada do seu sistema, permitindo a independência dos sistemas.

A fossa tem um funcionamento dividido em quatro funções básicas: a retenção, decantação, digestão e redução de volumes. Na retenção está contabilizado o período de 12 horas para seu funcionamento completo. A decantação processa uma sedimentação de 60 a 70% dos sólidos em suspensão finalizando-se em lodo. A outra parte que não decanta como óleos e gorduras são retidos na superfície livre do líquido sendo chamado de espuma. A digestão, parte principal do funcionamento da fossa, consiste no ataque das bactérias anaeróbias ao lodo e a espuma provocando uma destruição de organismos patogênicos. O resultado dessa etapa é a redução de volume, finalizando em gases, líquidos e reduzido volume dos sólidos retidos e digeridos. Estes sólidos assumem uma característica mais estável permitindo que o efluente líquido seja lançado com melhores condições. Para a passagem deste material para o filtro, que irá realizar outra etapa no tratamento, é previsto um filtro na saída superior.

O conjunto filtro anaeróbio ainda é utilizado como mais um elemento nesse processo de tratamento. Este mecanismo trata-se de um reator biológico onde o efluente que já recebeu um melhoramento tem a oportunidade de ser depurado por meio de organismos anaeróbio, dispersos tanto no espaço vazio do reator

como também na superfície filtrante. O processo completo, quando bem instalado, é eficiente na redução de cargas orgânicas elevadas, melhorando ainda mais a qualidade dos despejos.

Figura 09 – Esquema de instalação Fossa Filtro.



Fonte: Próprios autores (2017)

O sistema, que é locado no porão de cada base flutuante, foi dimensionado para receber anualmente uma extração do lodo da fossa enquanto que o filtro é capaz de se manter sem substituição dos elementos filtrantes por até 5 anos. Passado o tempo de substituição, o elemento filtrante, no caso a brita nº4 ou nº5 deve ser toda retirada e colocada nova.

Conclusões

O projeto de uma escola flutuante é uma ideia inovadora para a região amazônica que luta anualmente com as interferências geradas pelas subidas e descidas das águas dos rios.

As escolas necessitam comprimir o período letivo completo sem interrupções para que seja garantida a qualidade da aprendizagem.

As comunidades ribeirinhas têm suas atividades locadas normalmente em torno dessas escolas, o que deposita sobre elas a responsabilidade da melhor condução da formação. Essa formação torna-se melhor quando apoia a comunidade em atividades que busquem a sustentabilidade e a não degradação permanente.

Com isso a necessidade da escola buscar dentro de níveis alcançáveis modelos que proporcionem relação com o meio ambiente é apresentada no projeto, tornando esse projeto modelo em construção escolar para ribeirinhos da região amazônica.

Referências

ALBUQUERQUE, Regina Lucia Azevedo e colab. Projeto Samaúma: navegando para levar educação aos ribeirinhos da Amazônia. **Igapó - Revista de educação**,

Ciência e Tecnologia do IFAM, v. 07, n. 2238-4286, p. 50-55, 2013.

LOURENSINI, Luise. **Desenvolvimento de painel pré-fabricado em concreto armado para vedação, com núcleo composto por material para isolamento térmico**. 2017. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade do Vale do Taquari - Univates, Lajeado, 07 dez. 2017. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10737/1927>>.

BARCELLOS, Christovam e MONTEIRO, Antonio Miguel Vieira e CORVALAN, Carlos. **Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil**. Epidemiol. Serv. Saúde, v. 18, n. 3, p. 285-304, 2009. Disponível em: <http://scielo.iec.pa.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-49742009000300011&lng=pt&nrm=iso%3E>.

BARROS, Laerte Melo; ALQUERQUE, Vinicius dos Santos. **Projeto sustentável de uma escola ribeirinha em madeira com associação de materiais acústicos e térmicos**. p. 1-7, 2016.

COUNCIL, Cairns Regional. **Sustainable Tropical Building Design: Guidelines for Commercial Buildings**. p. 48, 2011.

FARIAS, Soad e colab. Preservação da paisagem ribeirinha na Amazônia. Resumo. In: SEMINÁRIO DOCOMOMO BRASIL INTERDISCIPLINARIDADE E EXPERIÊNCIAS EM DOCUMENTAÇÃO E PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO RECENTE, 9., **Anais...** 2011.

FEARNSIDE, Philip M. A Vulnerabilidade Da Floresta Amazônica Perante As Mudanças Climáticas. **Oecologia Australis**, v. 13, n. 04, p. 609-618, 2009. Disponível em: <<http://www.oecologiaaustralis.org/ojs/index.php/oa/article/view/oeco.2009.1304.05/110>>.

GOMES, Aguinaldo Rodrigues. **Escolas da várzea: à margem dos rios e da sociedade brasileira**. p. 1-11, 1977.

GRZYBOWSKI, G. T. **Conforto Térmico nas Escolas Públicas em Cuiabá-MT: estudo de caso**. Cuiabá, 2004. 2004. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Física e Meio Ambiente)-Escola de Engenharia, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2004.

HERMES, Fernando e OLIVEIRA, Dênio Ramam Carvalho e FERREIRA, Maurício de Pina. Elaboração de um projeto padrão de escola para as regiões ribeirinhas. **Revista do centro de ciências exatas e tecnologia**, p. 37-56, 2012.

NETO, Tiago Sanule da Costa. **Arquitetura Flutuante: Projetar uma habitação-tipo para um ambiente em transformação**. 2015. 112 f. Universidade do Minho, 2015.

OLIVEIRA, Mayane Guedes De e VILELA, Felipe Oliveira. A construção modular com utilização de painéis eps. **Revista Episteme Transversalis**, v. 08, 2015.

PIEIDADE, M T F e colab. **Impactos ecológicos da inundação e seca na vegetação das áreas alagáveis amazônicas**. Eventos climáticos extremos na

Amazônia: causas e consequências, n. 1, p. 405–457, 2012.

SCHERER, Elenise. Mosaico Terra-Água : a Vulnerabilidade Social Ribeirinha Na Amazônia – Brasil. In: CONGRESSO LUSO-AFRO-BRASILEIRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS, 8., **Anais...** p. 1–18, 2004.

SILVA, Pedro Daniel Moreira Da. **Aplicação de Técnicas BIM à Construção Modular com Painéis Sandwich.** 2012.

SOUSA, Luciana Cristina Romeo e SANTOS, Ricardo Bruno Nascimento e SOUSA, David Silva Pereira. Desenvolvimento e pobreza multidimensional na Amazônia Legal. **Revista Espacios**, v. 37, n. Nº 21, p. 1–19, 2016.

VEIGA, Adriana Almeida. Práticas inovadoras de currículo na escola barco de madhyapara - Chalanbeel, Bangladesh. **Revista Eletrônica de Ciências da Educação**, v. 17, n. 1677–3098, p. 1–12, 2018.

Submetido em 25/08/2018.

Aceito em 25/10/2018.

