

Uso de Elementos não Convencionais na Construção Civil

ADRIANO JÚNIOR CARIOCA PINHEIRO

Bacharel em Engenharia Civil pela Laureate Universities

ARTHUR VINICIUS DE BRITO

Professor/Mestre na Laureate Universities

Resumo

O presente estudo desenvolve um projeto de edificação em bambu, com a intenção de discutir a importância de materiais não convencionais para a construção civil. O objeto da pesquisa é o uso de bambu na construção civil. Pretende-se responder à problemática “Como o uso de bambu na construção civil pode contribuir com o desenvolvimento de construções mais baratas e sustentáveis?” O objetivo geral é apresentar custo benefício do uso do bambu na construção civil. Os objetivos específicos são realizar a revisão da literatura mais recente relacionada ao uso de materiais não convencionais na construção civil, discutir a necessidade de proposição de possibilidades menos onerosas e mais eficientes de construção, analisar o impacto ambiental do desenvolvimento da construção civil residencial, elaborar um projeto de construção de um edifício pautado na sustentabilidade e utilização de materiais não convencionais e comparar custo do elemento que possibilitou a substituição do não convencional pelo convencional. Para tanto, foi produzido um esboço de residência em AutoCAD com finalização em Adobe Photoshop e Ilustrador, com o objetivo de demonstrar graficamente a viabilidade da execução.

Palavras-chave: materiais não convencionais, construção civil, bambu.

Abstract

The present study develops a bamboo building project, with the intention of discussing the importance of non-conventional materials for civil construction. The object of the research is the use of bamboo in construction. It is intended to respond to the problem "How can the use of bamboo in civil construction contribute to the development of cheaper and sustainable constructions?" The general objective is to present a cost benefit of using bamboo in construction. The specific objectives are to review the most recent literature related to the use of non-conventional materials in construction, to discuss the need to propose less costly and more efficient construction possibilities, to analyze the environmental impact of residential construction development, to elaborate a design of a building based on sustainability and use of non-conventional materials and compare the cost of the element that made possible the substitution of the unconventional by the conventional. To do so, a sketch of residence in AutoCAD finished with Adobe Photoshop and Illustrator was produced, with the purpose of graphically demonstrating the viability of the execution.

Keywords: unconventional materials, civil construction, bamboo.

1 INTRODUÇÃO

No mercado atual da construção civil, a economia na execução de seus empreendimentos e preocupação com a qualidade e produção tornaram-se prioridades das empresas de construção. Somando-se a necessidade de alternativas, existe também um cenário mundial de preocupação com o meio ambiente.

Há pouco tempo atrás, boa parte dos países ocidentais tinham o meio ambiente como um local de retirada de matéria-prima e destinação de resíduos. Os resultados do crescimento econômico obtidos, sobretudo, deixaram o Planeta em uma posição desfavorecida frente aos abalos ambientais decorrentes das atividades produtivas. Desse modo, os planos de gestão das empresas na atualidade enfocam não apenas o aspecto econômico, mas também aspectos relacionados ao meio-ambiente, quer seja na sua conservação, como também na sua restauração o que vem de encontro a valores e ideologias da sociedade, resultando em uma melhoria da imagem da empresa em questão.

Em particular, o setor da construção civil tem apresentado um esforço na otimização de materiais utilizados, focando na diminuição do desperdício e geração de resíduos, uma vez que boa parte da matéria-prima usada nos processos de construção de empreendimentos urbanos é de origem não-renovável, como é o caso dos recursos minerais.

Para os países em desenvolvimento como o Brasil, a Produção Mais Limpa aparece como uma possibilidade para a pesquisa de soluções para os problemas ambientais, pois por meio do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP) e do Programa das Nações Unidas Para o Desenvolvimento Industrial (UNIDO) estão sendo feitos Centros Nacionais de Tecnologias Limpas (CNTL), com intento de oportunizar práticas organizacionais ambientalmente corretas sob o aspecto da prevenção de resíduos.

Neste contexto o presente estudo pretende desenvolver um projeto de edificação escolhido um padrão médio/alto para população de 6 a 10 salários mínimos, com uso do bambu como acabamento estrutural.

O objeto da pesquisa é o uso de bambu na construção civil. Pretende-se responder à problemática “Como o uso de bambu na construção civil pode contribuir com o desenvolvimento de construções mais baratas e sustentáveis?”

O objetivo geral é apresentar custo benefício do uso do bambu na construção civil. Os objetivos específicos são realizar a revisão da literatura mais recente relacionada ao uso de materiais não convencionais na construção civil, discutir a necessidade de proposição de possibilidades menos onerosas e mais eficientes de construção, analisar o impacto ambiental do desenvolvimento da construção civil residencial, elaborar um projeto de construção de um edifício pautado na sustentabilidade e utilização de materiais não convencionais e comparar custo do elemento que possibilitou a substituição do não convencional pelo convencional.

A intensa concorrência na construção civil força as construtoras a trabalharem com prazos menores, custos reduzidos e aumentar o controle da obra, exigindo cada vez mais investimento em gestão, transparência nos processos de trabalho, redução do desperdício de mão-de-obra, equipamentos e materiais. O uso do bambu como acabamento em edificações pode contribuir com o

desenvolvimento de políticas habitacionais e oferecer um produto de alta qualidade e baixo custo.

Atualmente, o déficit habitacional de forma isolada não garante o sucesso de um empreendimento. Os profissionais da indústria da construção civil são os principais responsáveis pela inovação do setor, tendo inclusive responsabilidade pela gestão da maioria das empresas e, em especial, responsabilidade direta no desempenho das obras e dos serviços relacionados às mesmas. A atuação destes profissionais está estreitamente ligada ao cumprimento dos prazos contratuais, à qualidade e custo do produto final (AVILA e JUNGLES, 2006).

De acordo com Mattos (2010), o planejamento das obras tem um papel fundamental nas empresas, uma vez que tem forte influência no resultado de um projeto. Segundo o autor, estudos realizados no Brasil e no exterior comprovam esta afirmativa, apontando que falhas no planejamento e no controle estão entre as principais causas de baixa produtividade do setor, de suas elevadas taxas de desperdício, bem como da baixa qualidade de seus produtos. Para desenvolver qualquer empreendimento na construção civil, seja ele de pequeno ou grande porte, é necessário se fundamentar basicamente nas exigências do mercado e de forma a maximizar o lucro, por meio da redução de custos e tempo na execução da construção. Para isto é fundamental a elaboração adequada do projeto, a fim de se estabelecer procedimentos a serem seguidos nas diversas etapas de execução do edifício. O desenvolvimento sustentável é uma necessidade urgente e discutir modos de promovê-lo sem causar ônus ao desenvolvimento econômico é uma ferramenta fundamental para a construção de novos horizontes de desenvolvimento.

A oportunidade de realizar este estudo, simula toda todas as ocorrências de um projeto real, proporcionando uma experiência importante e necessária para a vida profissional.

Serão utilizadas, neste trabalho, pesquisas em diversas fontes, livros, normas técnicas, monografias, apostilas, sites da internet, relatórios técnicos e memórias descritivas, buscando informações para a elaboração do plano de ação. Para as análises de cada etapa da obra, foram realizadas consultas às normas técnicas, como as da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) que serviram para nortear as diretrizes que deveriam ser adotadas. O trabalho foi organizado em ordem cronológica de execução da obra, seguindo as

informações consultadas. A fim de fundamentar e consolidar os conhecimentos adquiridos nas pesquisas bibliográficas, foram realizadas visitas técnicas ao local do empreendimento para sanarem as dúvidas relativas à execução de determinadas etapas da obra.

2 O USO DO BAMBU NA CONSTRUÇÃO DE RESIDÊNCIAS SUSTENTÁVEIS

2.1 Moradia

Entende-se por moradia todo edifício cuja principal função é oferecer abrigo e habitação às pessoas, protegendo-as dos elementos climáticos e outras ameaças. Tradicionalmente, no mundo rural, os próprios usuários eram responsáveis por construir suas casas, adaptando-as às suas próprias necessidades com base nos modelos usuais de seu ambiente.

Nas cidades, era mais comum que casas fossem construídas por artesãos especializados. Nos países ocidentais desenvolvidos, o design da habitação tornou-se a competência exclusiva dos arquitetos, enquanto sua construção é realizada por empresas e profissionais específicos, sob a técnica do arquiteto e / ou outros técnicos.

A primeira função da casa é fornecer um espaço seguro e confortável para abrigar. O clima condiciona muito a forma da casa e os materiais com os quais ela é construída e até mesmo as funções que são desenvolvidas internamente. Os climas mais severos exigem maior isolamento do ambiente externo enquanto, por outro lado, há uma tendência a realizar o maior número possível de atividades no ambiente controlado e habitação confortável; pelo contrário, em climas mais amenos, os requisitos de ar condicionado são muito mais reduzidos e, além disso, grande parte das atividades diárias são realizadas fora de casa.

É geralmente aceito que cada lar é ocupado por uma família, mas este pressuposto devem se reforçados: existem diferentes tipos de família (família extensa, família nuclear, etc.) e há habitações que são ocupadas por várias famílias.

No mundo ocidental desenvolvido, fala-se de habitação coletiva, em oposição a habitação unifamiliar, referem-se a edifícios que abrigam várias casas, cada uma delas habitada por uma única família.

Hoje, devido à situação econômica, existem as chamadas habitações compartilhadas, que são usadas em comunidade por várias pessoas sem nenhum tipo de afeto familiar.

2.2 Construção

O uso mais comum do termo construção refere-se à arte ou técnica de fabricação de edifícios e infraestruturas. Em um sentido mais amplo, a construção é chamada de tudo o que requer, antes de se tornar, ter ou dispor de um projeto ou plano predeterminado, ou que é feito juntando vários componentes de acordo com uma determinada ordem.

Como exemplos temos: construções sintáticas ou gramaticais, construções musicais, construções mentais, etc. Consequentemente, a palavra construção é usada em várias disciplinas, tanto científicas, técnicas ou aplicada como nas humanidades: gramática, pedagogia, psiquiatria, teoria da arte, etc.

A construção de edifícios ou obras públicas inclui o conjunto de técnicas, materiais, processos, artes e transações necessárias para a realização destas obras, para as quais as propriedades do terreno e materiais de construção, os fatores condicionantes dos diferentes processos ou técnicas aplicadas a cada parte do trabalho, bem como as ações a que o edifício está sujeito ao longo da sua vida útil, tais como: o peso dos materiais, o peso derivado do uso do edifício ou sobrecarga, as ações do vento ou terremotos, a poluição atmosférica, o risco de incêndio, etc.

O processo de construção é realizado em diferentes fases que abrangem múltiplos negócios, que são dirigidos por a gestão da construção. Tanto os recursos materiais como humanos participam desse processo. A empresa que lidera um canteiro de obras é chamada de construção e geralmente é contratado por um desenvolvedor que comissiona ou promove a construção de edifícios ou outras infraestruturas. Em geral, as empresas de construção que realizam obras públicas devem ser certificadas pela administração pública ou oferecer garantias de contratação com isso, enquanto estes requisitos não são necessários quando a promoção é realizada por uma empresa privada ou de um particular.

A construção é uma das principais indústrias, tanto pelo seu peso econômico quanto pelo impacto no meio Ambiente. existem diferentes tipos de família (família extensa, família nuclear, etc.) e há casas ocupadas por várias famílias. No mundo ocidental desenvolvido,

fala-se de habitação coletiva, em oposição a habitação unifamiliar, referem-se a edifícios que abrigam várias casas, cada uma delas habitada por uma única família. Devido à situação econômica, existem as chamadas habitações compartilhadas, que são usadas em comunidade por várias pessoas sem nenhum tipo de afeto familiar.

2.3 Sistema Construtivo

O sistema construtivo usado por uma comunidade, em qualquer caso, reflete parte de sua personalidade que ao construir pretende-se transformar o ambiente natural em meio artificial adaptado às necessidades do homem e o processo de transformação revela as necessidades a cuja solução ele conduz.

Existem diferentes maneiras de construir de acordo com o tipo e o local. A maneira de construir depende do nível tecnológico da sociedade que constrói e das necessidades que esta sociedade manifesta.

Desde que o homem deixou o abrigo fornecido pela caverna, até hoje, três descobertas estruturais que deram origem a três sistemas de construção diferentes: concreto, alvenaria convencional e alvenaria estrutural.

A arquitetura do lintel surgiu quando o homem observou que dois elementos verticais podem suportar um terceiro elemento. Este sistema baseado no lintel e na coluna é o mais antigo. Sua origem está na arquitetura de madeira da qual não temos testemunhos. As primeiras amostras de arquitetura pedregosa, estão nos dolmens históricos, que são grandes lajes verticais que continham outra horizontalmente sobre elas. Também no Egito, o sistema de lintel foi usado em suas grandes obras.

A Grécia levou este sistema perfeitamente. Os blocos de pedra extraídos das pedreiras (minas de pedra) transportados para as obras onde eles tinham acabado de ser esculpidos, quando estavam em seu lugar final, eles se poliam. Embora eles conhecessem os materiais de ligação, o ajuste perfeito dos blocos foi preferido (blocos de pedra cortada para o quadrado, ou estar em ângulos retos). Outro sistema que podemos considerar como uma variante do lintel é o das paredes carga, usado especialmente na arquitetura popular doméstica que é muito mais barato.

O sistema abobadado tem sua base no arco ou elemento de suporte curvo para economizar espaço mais ou menos grande formada

por pedras esculpidas em forma de cunha. O arco básico é o semicircular, um cofre é um trabalho de fábrica em forma de arco, cuja missão é cobrir um espaço entre duas paredes ou suporta a criação de um telhado ou telhado. Suas formas podem ser múltiplas de acordo com o arco, mas todas derivam de dois fundamentos que são: o cilíndrico e o esférico.

Nas suas origens, o sistema abobadado está ligado a arquitetura de tijolos, apareceu no Oriente Próximo (Espanha, Pérsia), onde a escassez de pedra e florestas forçadas à busca de novas soluções. Roma tomou o sistema de cúpula dos etruscos (de origem oriental) e usado para cobrir espaços impressionantes. A arquitetura da estrutura interna. A arquitetura baseada nas linhas da força surge no século XIX com o advento do ferro e da engenharia e com o surgimento do neogótico.

Os novos edifícios, como o Palácio de Cristal (1851) e a Torre Eiffel (1889) são um exemplo claro das possibilidades dos novos materiais aplicados às linhas de força. Assim, o uso de concreto armado permite criar um esqueleto interno para o edifício, bem como a criação de cantilevers que enriquecem a composição no plano como em volume. Ao concentrar os impulsos no esqueleto interior, as paredes servem simplesmente para marcar os limites do espaço interior, para que possam tornar-se telas de vidro leves, paredes, cortinas e adotar qualquer forma desejada. Devemos destacar os resultados que foram feitos no campo de pré-fabricados e a compreensão como tal não apenas aqueles elementos construtivos feitos fora do trabalho (quase todos), mas para a montagem nele de grandes painéis que são montados como elementos de fachadas, piso, teto, etc.

Para ter bases que nos permitam uma eleição preliminar, permito-me agrupá-las principalmente com base no uso de mão de obra, equipamentos e maquinário, de tal forma que teríamos: "Tradicional", "Industrializado" e "Misto."

O tradicional: eles usam abundante mão de obra não qualificada; o edifício é realizado no próprio trabalho em forma manual com ferramentas elementares e até manufaturadas; os materiais são produzidos localmente, alguns casos perecíveis; com diversas dimensões e baixo controle de qualidade; as articulações ou articulações são feitas com ajustes e cortes improvisados e mostram um alto desperdício de material no trabalho.

O industrializado: O maior número de operações de construção é realizado em fábricas; eles têm melhor controle de qualidade; eles não estão sujeitos ao clima; eles usam mão de obra especializada; favorecer a padronização ou digitação dos produtos. Ao mesmo tempo, eles são subdivididos em "OPEN" e "CLOSED". O primeiro incorpora um princípio de design baseado na modulação dimensional e no uso de componentes, elementos e subsistemas padronizados compatível e intercambiável; produzir grandes séries que podem ser manuseadas manualmente ou com equipamentos elementares em plantas diversas e independentes; eles permitem a mudança ou substituição. Os segundos apresentam uma padronização rigorosa no tamanho dos espaços arquitetônicos; eles exigem um número mínimo de protótipos com quase zero possibilidades de variação; a produção exige linhas de montagem com maquinário pesado e equipamentos de transporte especiais; eles exigem um maior grau de especialização dos trabalhadores; eles são usados em trabalhos com grande volume; eles atingem economias financeiras.

Misto: Eles combinam o uso de mão-de-obra em uma alta porcentagem e a de componentes e elementos pré-fabricados na fábrica ou no local do trabalho; eles confiam no uso de equipamentos e ferramentas simples; tirar proveito das habilidades artesanais dos trabalhadores da construção civil; em pequena porcentagem, necessitam de pessoal treinado e até especializados; os componentes e elementos diferem em seu dimensionamento e qualidade de acordo com sua origem e fabricante.

2.4 Bioconstrução

O edifício ou estabelecimento de alojamento, abrigos ou sistemas de construção recebem o nome de bioconstrução implementa, através de materiais de baixo impacto ambiental ou ecológico, reciclados ou altamente recicláveis, ou removíveis através de processos simples e de baixo custo, como, por exemplo, materiais de origem vegetal. Estes são apresentados como sistemas alternativos a indústrias poluentes e a criar edifícios com baixo impacto ambiental, e geralmente de menor custo de fabricação. Alguns dos materiais da bioconstrução são

- Fardos de palha de cereais ou grama alta como blocos, que são revestidos com pastas que incluem misturas de cal ou argila para protegê-los de agentes externos. Este sistema, embora possa parecer muito rudimentar, permite edifícios de grande

resistência e habitabilidade aceitável, com um razoável isolamento térmico e acústico, o que permite uma maior economia de energia. Há casas de palha por 150 anos. Houve até um centro esportivo com este sistema na Alemanha.

- Fibras de cânhamo em aglomerados ou argamassas com cal, para a preparação de tijolos de alta resistência e resistência retardante de fogo, ou uma ampla variedade de materiais isolantes.
- Madeira e derivados (argamassas, aglomerados, etc.).
- argilas e adobes.
- Materiais plásticos reciclados, papel (especialmente em isolamento e entre paredes duplas), vidro, etc.
- bambu: Pode ser colhido e usado em um tempo muito curto, pode ser explorado permanentemente, sem destruir plantações e, ao mesmo tempo, contribui nomeadamente para proteger o solo e atenuar a crescente desflorestamento porque é o material substituto da madeira.

Em geral, tudo o que surge do uso e da ideia de um baixo impacto ambiental e econômico pode ser incluído dentro da bioconstrução.

2.5 Sistema Construtivo em Bambu

Perfis de espessura

Os perfis de película fina são elementos com espessura de 0,4 mm. até 6,4 mm, que são usados principalmente em telhados, treliças, cintos, estruturas leves e, em alguns casos, como elementos secundários do sistema estrutural.

As características dos perfis tipo C são apresentadas na Figura 1. A seção transversal inclui alma, aletas e cílios. A largura plana é definida como a altura do elemento de placa (alma, barbatana e praga) da seção transversal menos o raio de curvatura interno localizado nas intersecções da lâmina. Esses perfis podem ser trabalhados a frio ou quente.

Para o primeiro, considera-se um aumento no ponto de escoamento do material devido ao trabalho a frio, com conseqüente diminuição da ductilidade. Este aumento em f e trabalho a frio é maior nos cantos dos elementos. Isso faz com que a definição do conceito de áreas efetivas, que estão ao redor dos cantos arredondados.

O uso de perfis de filmes finos gera grandes vantagens entre as quais a economia pode ser mencionada, aparência arquitetônica, variedade de formas e tamanhos, seções leves, facilidade de montagem e melhor relacionamento resistência / peso. As desvantagens que eles apresentam são principalmente devido ao fato de que eles precisam de controle de qualidade cuidadosa, exigem excelente proteção contra a corrosão, são muito vulneráveis ao fogo e não é aconselhável usá-los como estrutura principal em edifícios com mais de quatro andares.

2.6 O Bambu

O bambu pertence à grande família de gramíneas. São plantas que normalmente crescem em climas quentes florestas, florestas caducifólias da Ásia, bem como em florestas tropicais ou em caso de bambus herbáceos, à sombra de madeiras quentes; também ao longo de córregos ou em áreas descobertas, às vezes na sombra da vegetação baixa. Eles geralmente dependem de umidade, sombra e temperatura quente. Eles são abundantes nos trópicos e subtropicais e apenas algumas espécies lenhosas são encontradas em áreas de temperaturas mais frias. Está ausente apenas no continente europeu e na Antártida (VIDAL, 2003).

Botanicamente pertence ao mais primitivo das gramíneas (como milho, cevada, arroz, etc.). é possível encontrar bambus herbáceos que crescem no sub-bosque da floresta tropical ou bambus lenhosos atingindo até 400 cm de altitude. Estes últimos são os que nos interessam como material estrutural devido às suas características. Tem uma estrutura de eixos vegetativos segmentados por nós sólidos, que crescem verticalmente. Ao contrário das árvores, o tronco (chamado cana ou colmo) é oco e dividido por divisórias. É uniforme em seu desenvolvimento, leve, resistente, suave, de crescimento rápido, cor bonita e imperceptivelmente cônica. Todas essas características tornam um material com muitos usos e possibilidades (VIDAL, 2003).

Para que a coleção seja sustentável, ela deve ser "seletiva". Se forem espécies monopodiais (bastões uniformemente separados), isso é feito cortando apenas aqueles que estão maduros. Se for sobre espécies que formam arbustos, a colheita seletiva é feita a cada 2 a 4 anos, cortando até 30% da safra. Em ambos os casos, as estações apropriadas para a colheita são outono e inverno. É aconselhável não cortar as canas acima de 30 cm do chão e não usar a serra porque

evita a podridão da raiz, evitando o crescimento de novos brotos. A melhor ferramenta é o facão. Para acelerar a putrefação da raiz da cana cortada, o ideal é quebrar o coto dele com um corte transversal. Desta forma, a água da chuva penetra mais facilmente. A poda deve ser feita tomando cuidado para não impedir que as hastes se prendam, caso contrário, elas vão se curvar.

Para cada 4 bastões maduros, um novo é gerado. Portanto, leva 4 anos para substituir os removidos. Dentro de uma floresta a produção de canas varia com as espécies entre 10 e 38%. O método ideal para garantir uma produção contínua é determinar a produção em um ano com base na média deduzida nos últimos 15 anos. A primeira colheita pode começar quando a planta atinge sua plena maturidade, ou seja, cerca de 6 anos após o plantio. Na Índia, mata-se arbustos a cada 3 a 4 anos e deixa aproximadamente 10 canas por arbusto, mantendo os jovens na periferia. Essas hastes servem para manter o novo e manter o poder germinativo completo dos rizomas (VIDAL, 2003)

As canas de bambu de 2 a 5 anos são as mais adequadas para gerar matéria-prima. Com um período de rotação de 3 anos, entre 3.000 e 15.000 canas por hectare podem ser coletados, o que equivale a 7,5 - 38 toneladas / ha. Para entender melhor esses dados, na Alemanha, a produtividade de madeira seca é de 1,4 tonelada / ha de floresta.

Depois que os brotos de bambu caírem, os galhos devem ser cuidadosamente removidos para não danificar a "casca" que protege contra a umidade e microrganismos nocivos. As hastes devem ser colocadas horizontalmente e com suportes frequentes, para que não se dobrem. Eles devem ser protegidos do sol, da chuva e da umidade do solo. A secagem ao ar requer um período de 6 a 12 semanas, enquanto no forno leva apenas 2 ou 3 semanas. Algumas espécies de bambu não toleram secagem rápida e desenvolvem rachaduras ou rupturas axiais. A maneira ideal de armazená-los é dentro das prateleiras, onde a primeira camada não precisa ter menos de 50 cm. da terra. Isso garante boa circulação de ar e a possibilidade de inspecionar cada um deles. Bastões afetados por fungos ou insetos devem ser eliminados (VIDAL, 2003).

2.7 Uso Do Bambu Na Construção Civil

Nas últimas décadas o Brasil vem enfrentando uma grande transformação no setor da construção civil. Com o crescimento da necessidade da sociedade de novas unidades habitacionais e de infraestrutura, que é resultado de políticas que expandiram o crédito e de programas de financiamento, o setor cresce a taxas acima do PIB brasileiro (VIDAL, 2003).

Este crescimento gera um impulsionamento para o crescimento de todos os setores da construção civil, como tecnologias recentes, material e equipamento, o que reflete de forma direta no processo de produção de um empreendimento.

Toda essa movimentação provoca mudanças, seja em questões tecnológicas, culturais ou mercadológicas, e tem influência de forma direta na concepção dos projetos. Estes devem, cada vez mais, inovarem e se adequarem aos requisitos atuais, de forma a atender as expectativas das construtoras, incorporadoras e consumidores, não só em questão de qualidade, mas também sendo eficientes e produtivos (VIDAL, 2003).

Os edifícios de vários andares têm que passar por uma padronização do partido arquitetônico, por causa das necessidades de mercado em fazer com que o produto final se adeque ao maior número de indivíduos e ofereçam opções sustentáveis de edificações. Esse nivelamento para organizar espacialmente faz com que se possam ser utilizadas soluções coordenadas como *shafts*, prumadas, modulações e redes de distribuição, onde torna-se imprescindível uma análise mais aprofundada (VIDAL, 2003).

Dessa forma, novos empreendimentos trazem especificações, definidas por questões locais, de implementação e entorno, ou impostas pelo mercado, o que gera características de construção específicas que originam um projeto único, de distintas especialidades, que será utilizado para que a obra seja executada em alto padrão de qualidade.

A proporção dos chamados edifícios "convencionais" com alto impacto ambiental é uma grande maioria. Numa perspectiva de desenvolvimento sustentável, é imperativo se interessar por este problema porque, além do fato de que as estações de aquecimento e resfriamento desses edifícios serem mais onerosas, os próprios edifícios contêm, nos materiais de construção convencionais utilizados, grandes quantidades de energia cinza e emissões muito significativas

de gases de efeito estufa. Materiais de construção ecológicos (bio-baseados ou reciclados) que podem ser chamados de "materiais ecológicos" são ainda raros no campo da nova construção e renovação de edifícios. O uso de materiais "convencionais" também implica transporte dispendioso e poluidor.

O bambu tem surgido como um excelente material não convencional com aplicação na construção civil. Seu uso, embora permaneça marginal na Europa e na América do Sul, é amplamente distribuído nos países asiáticos, seja na China, no Japão ou no Vietnã. Sua principal qualidade é a sua resistência. Este material natural apresenta desempenho mecânico superior à madeira e ao concreto (VIDAL, 2003).

No Oriente, o talho de bambu (caules) é essencial na construção de habitação tradicional: azulejos, casas em palafitas, celeiros de arroz, estruturas. Este é particularmente um material de escolha para a construção de moradias localizadas em áreas de risco (terremoto, furacão). Você deve saber que uma plantação de bambu de 70ha permite a construção de 1000 casas por ano (VIDAL, 2003).

Ao nível da arquitetura contemporânea, sua resistência e sua leveza tornaram o material ideal para arranha-céus de andaimes. Dos dez edifícios mais altos do mundo, os do Centro Internacional de Finanças de Hong Kong (416 m) e Central Plaza (374 m), a Torre Jin Mao de Xangai (421 m) e a Praça Shun Hing (384 m) Shenzhen ou Citic Plaza (391 m) em Guangzhou (Canton), na China, usaram bambu em seus andaimes (VIDAL, 2003).

Reconhecido por sua robustez, seu custo muito acessível e seu aspecto ecológico, o bambu está cada vez mais presente na construção. Arquitetos de renome integraram-no em seu projeto e os resultados obtidos são notáveis. Os benefícios da construção de bambu são muitos. As construções de bambu são ao mesmo tempo sólidas, estéticas e ecológicas (VIDAL, 2003).

Muitos estudos provaram a força do bambu em comparação com outras madeiras. Em comparação com as estruturas de aço e concreto, as construções de bambu são mais leves e mais maleáveis, melhor resistentes ao clima e terremotos. A aparência estética do bambu também é muito boa. Por estas razões, as pontes, as casas, os telhados das fábricas, os estádios e os mercados cobertos são construídos com este material (VIDAL, 2003).

Outra vantagem muito importante do bambu, seu aspecto ecológico. O uso de bambu na construção significa participar da preservação do meio ambiente. Um crescimento muito rápido, uma plantação de bambu evita a erosão do solo, captura uma grande quantidade de dióxido de carbono ao liberar uma grande quantidade de oxigênio.

Neste trabalho será desenvolvido um projeto de edificação escolhido um padrão médio/alto para população de 6 a 10 salários mínimos, com uso do bambu como acabamento estrutural. Para a execução física do empreendimento serão realizados estudos e pesquisas respeitando a legislação vigente para condomínios verticais, bem como observação aos orçamentos elaborados e planejamento adequado à concepção do empreendimento.

3 PROJETO DE RESIDÊNCIA EM BAMBÚ

3.1 Abordagem Mínima De Moradia

A moradia mínima é focada em pessoas de recursos limitados, que não têm possibilidades econômicas suficientes para satisfazer sua necessidade de se estabelecer em seu próprio lugar. A moradia mínima deve responder às necessidades da maioria dos prováveis usuários, isto é, responder à média das necessidades da população. Além disso, esses edifícios devem poder ser modificáveis e ajustáveis à variação de usuários que ocorre com o crescimento da família. O crescimento em metros quadrados que a moradia pode ter, deve ser feito com o mínimo de recursos possíveis, para que as mudanças na estrutura da casa sejam mínimas, o que implica planejamento cuidadoso e modulado. A extensão da casa deve ser direcionada e deixada planejada para atender as diferentes necessidades dos futuros usuários.

3.2 Usuários

Os potenciais usuários do projeto serão os moradores e visitantes de cada casa, que variam de acordo com o número de membros que compõem a família e a localização das casas.

3.3 Programa De Necessidades

É justo lembrar que o programa de necessidades responde a um mínimo de ambientes que satisfaçam as necessidades básicas dos

usuários em potencial. Estes ambientes devem ser distribuídos em 40 m². Depois de analisar as limitações do projeto, o programa de necessidades é definido da seguinte forma.

ÁREA DE SERVIÇO:

Cozinha.

ÁREA SOCIAL:

Sala de jantar.

ÁREA PRIVATIVA:

Quartos.

ÁREA EXTERIOR:

Pátios.

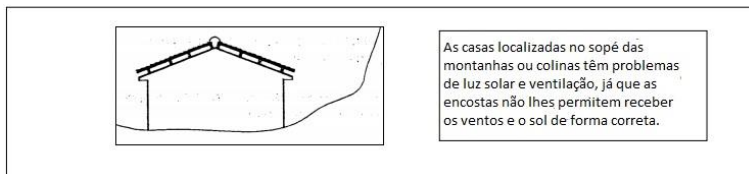
3.4 Pressupostos E Critérios De Concepção

As condições de conforto ambiental das residências podem ser divididas nas seguintes classificações:

Ventilação e iluminação

Deve ser considerado no projeto dos edifícios para abrigar uma boa ventilação, ou seja, a incidência do vento, a fim de proporcionar conforto para seus ocupantes, aumentando ou diminuindo o tamanho da entrada de ar e sol de acordo com o clima onde serão destinados. Por se tratar de um projeto com poucos recursos econômicos, o movimento do ar no interior das salas deve ser feito através de ventilação natural cruzada, de preferência, desde que o terreno e as condições vizinhas o permitam. Além disso, para uma economia de energia, as janelas serão dispostas de forma a aproveitar ao máximo a luz natural. A figura 2 apresenta um modelo de estrutura com ventilação e iluminação incorretas.

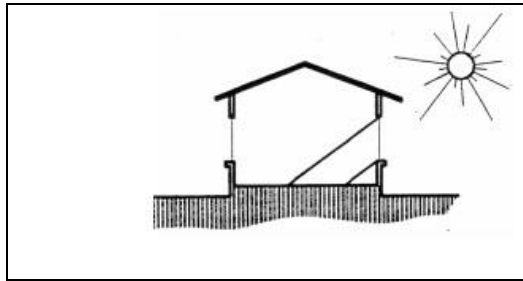
Figura 1: Ventilação e iluminação incorretas



Fonte – **Elaborado pelo autor, 2018.**

As casas localizadas em terreno plano permitem boa ventilação e iluminação, desde que a quantidade que entra na casa seja controlada, como indica a figura 3.

Figura 2: Correta ventilação e iluminação



Fonte – Elaborado pelo autor, 2018.

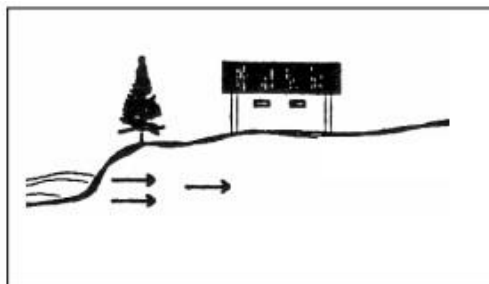
Umidade

A umidade é um aspecto que é necessário evitar já que um edifício com excesso do mesmo pode ser causa de maus odores e provável causa de doenças respiratórias causadas por fungos

Para evitar problemas de umidade, não é recomendado construir uma habitação muito perto de um corpo de água, já que os pisos são muito molhados.

Localização incorreta de uma casa (área molhada).

Figura 3: Construção em zona úmida



Fonte – Elaborado pelo autor, 2018.

Existem, ainda, recomendações para a extração do bambu, de modo que o material seja estável e seguro. Dadas as especificações do terreno, foi construído um modelo em AutoCAD com finalização de Illustrator.

Figura 4: Construção em zona úmida



Fonte – Elaborado pelo autor, 2018.

O projeto indica a possibilidade de uso do bambu não apenas na finalização e acabamento, como também na substituição dos tijolos e de parte do concreto. Acredita-se que esse tipo de construção poupará custos e mão de obra, bem como demandará menos tempo para produção. Os bambus estão amarrados com fios de aço e a finalização será dada com cimento comum.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema de construção com bambú, acaba por ser mais eficiente em termos de tempo de execução do que o sistema tradicional de blocos levantados, sendo próximo do da alvenaria armada. O método de construção sugerido, rompe com os esquemas tradicionais de execução e é ideal para estação chuvosa desde que permite ser coberta, antes da execução das outras linhas do trabalho que beneficia diretamente os trabalhadores, uma vez que eles podem trabalhar protegidos de intempéries e tem um impacto na economia de horas de trabalho ocioso.

Os sistemas construtivos não necessariamente têm que trabalhar juntos, eles podem perfeitamente de acordo com os testes realizados trabalhar independentemente ou ser combinado com outros métodos de construção de acordo com as necessidades dos usuários.

O sistema construtivo de bambu, é 20% mais barato que o sistema construtivo tradicional. Conhecendo a rejeição natural do ser humano ao desconhecido, e antes de qualquer projeto de execução,

deste novo sistema é recomendado para treinar usuários em potencial, indicando os benefícios que o novo sistema oferece-lhes, por exemplo, a redução de custos entre outros e assim assegurar a aceitação e uso da nova casa.

Recomenda-se, antes da utilização e massificação do sistema, a realização de testes-piloto, em diferentes regiões do país para verificar a aceitação de novos usuários em diferentes regiões.

Cada novo projeto apresenta desafios e contingências, que são superadas com a experiência adquirida em cada execução, portanto, se um plano piloto for executado, recomenda-se que o primeiro grupo de casas não tire conclusões e resultados definitivos e que para verificar a viabilidade da proposta, serão necessários vários testes, nos quais serão registradas as mudanças necessárias no campo.

REFERÊNCIAS

1. ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: resíduos sólidos – classificação. Rio de Janeiro, 2004.
2. AVILA, A. V.; JUNGLES, A. E. **Gerenciamento na construção civil**. Chapecó: Argos, 2006.
3. BARBIERI, José C. **Desenvolvimento e meio ambiente**: as estratégias de mudança da Agenda 21. Rio de Janeiro: Vozes, 1997.
4. BARONI, Margaret. Ambiguidades e deficiências do conceito de desenvolvimento sustentável. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 32, n. 2, p. 14- 24, abr./jun. 1992
5. BARRETO, Ismeralda Maria Castelo Branco do Nascimento. **Gestão de resíduos na construção civil**. Aracaju: SENAI/SE; SENAI/DN; COMPETIR; SEBRAE/SE; SINDUSCON/SE, 2005. 28p. il. ISBN-85-7519-142-X.
6. BRASIL. Resolução CONAMA no 307, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critério e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 17 jul. 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>>. Acesso em: 03 de maio 2018.

7. BRASIL. Resolução CONAMA No 448, de 18 de janeiro de 2012. Altera os arts. 2o, 4o, 5o, 6o, 8o, 9o, 10 e 11. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 19 jan. 2012. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=672>>. Acesso em: 03 de maio 2018.
8. CASSILHA, Gilda. **Planejamento Urbano e Meio Ambiente**. Curitiba: IESDE,2009
9. CASTRO, Cristina X. de. **Gestão de Resíduos na Construção Civil**, 2012. 54 f. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.
10. CEBDS. Rio + 10, a posição do CEBDS. Disponível em: . Acesso em: 17 Set 2018.
11. CEF.CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Reciclagem do entulho para produção de materiais de construção**. Salvador: Ed. da UFBA, 2001.
12. CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 307**, de 05 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Presidente: Jose Carlos Carvalho. Brasília, 2002.
13. DEGANI, Clarice M. **Sistemas de Gestão Ambiental em Empresas Construtoras de Edifícios**, 2003. 263 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.
14. DEGANI, Clarice M. **Sistemas de Gestão Ambiental em Empresas Construtoras de Edifícios**, 2003. 263 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.
15. DIAS, E. C. M. **Gerenciamento de Resíduos na Construção Civil**. Projeto de Graduação. São Paulo. Universidade Anhembi Morumbi. 2007
16. DUARTE, Fabio. **Planejamento Urbano**. Rio de Janeiro: IBPEX,2009.
17. **e Competitividade**. Revista de Administração Contemporânea, v.03, n.01, jan/abril. Curitiba, 2001
18. FURTADO, M. C. **Produção Mais Limpa em busca pela Sustentabilidade**: Estudo de Casos. Universidade Candido Mendes. Rio de Janeiro, 1999.

19. JOHN, L. **O que está na mesa de negociações da Rio + 10**. Disponível em: . Acesso em: 08 ago. 2018.
20. JOHN, V.M. **Reciclagem de resíduos na construção civil – contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. São Paulo, 2000. 102p. Tese (livre docência) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
21. KARPINSK, Luisete A. *et al.* **Gestão diferenciada de resíduos da construção civil: uma abordagem**. Porto Alegre: Edipucrs, 2009.
22. KRAUSE, Gustavo. **Meio Ambiente, um bom negócio**. Gazeta Mercantil. Gestão ambiental: compromisso da empresa. São Paulo, n. 2 , abr. 1996. Suplemento.
23. LERÍPIO, Alexandre. **Gaia: um método de gerenciamento de aspectos e impactos ambientais**. 2001. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.
24. LIMA, Rosimeire S. L.; LIMA, Ruy R. R. L. **Guia para Elaboração de Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil**. Paraná, 2009. 31 p. Disponível em: <http://creaweb.crea-pr.org.br/WebCrea/biblioteca_virtual/downloads/cartilhaResiduos_baixa.pdf>. Acesso em: 03 de maio 2018.
25. LORA, Electos. **Prevenção e controle da poluição no setor energético industrial de transporte**. Brasília: ANEEL, 2000.
26. MISRA, R. B. **Gestão Ambiental: Instrumentos, Esferas de Ação e Educação Ambiental**. São Paulo: Atlas, 2000
27. MONTIBELLER FILHO, Gilberto. **O mito do desenvolvimento sustentável: meio ambiente e custos sociais no moderno sistema produtivo de mercadorias**. Florianópolis: Ed. Da UFSC, 2001.
28. NUNES, K. R. A.; SCHEBEK, L.; VALLE, R. **ACV de Alternativas para Manejo e Destinação de Resíduos da Construção Civil na Cidade do Rio de Janeiro**. 2o Congresso Brasileiro em Gestão de Ciclo de Vida em Produtos e Serviços. Florianópolis: Unidade Federal de Santa Catarina. 2010. p. 157-162.

29. OLIVEIRA FILHO, Francisco A. **Aplicação do conceito de produção limpa**: estudo em uma empresa metalúrgica do setor de transformação do alumínio. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.
30. PAGNONCELLI, Dernizio. **Cidade, Capital Social e planejamento estratégico**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.
31. PAULI, Gunter. **Emissão zero: a busca de novos paradigmas**. Porto Alegre: Ed. da PUCRS, 1996.
32. PEREIRA, Elson Manoel. **Planejamento Urbano no Brasil: conceitos, diálogos e práticas**. Chapeco: Argos, 2013.
33. PINTO, T. P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. 1999. 189f. Tese (Doutorado em Engenharia). Departamento de Engenharia de Construção Civil Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.
34. RAMOS, Sueli. **O processo de Urbanização no Brasil**. São Paulo: USP, 2004.
35. THOMAZ, E. E. F. **A Produção Mais Limpa como Geradora de Inovação**. XL Congresso da SOBER, 1995, Rio Branco. Anais do XL Congresso da SOBER, 1995
36. TIBOR, Tom. **ISO 14.000: um guia para as novas normas de gestão ambiental**. São Paulo: Berkley Brasil, 1996.
37. VALLE, Cyro E. **Qualidade ambiental: como ser competitivo protegendo o meio ambiente**. São Paulo: Pioneira, 1995.
38. VIDAL, Diogo Forghieri. **Bambu: Alternativa Construtiva para o Projeto Ecológico**. 2003. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Arquitetura) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2003.