

Indicadores de sustentabilidade para avaliação de edificação: o caso da “Ecovila Bambu”

Sustainability indicators for building evaluation: the “Ecovila Bambu” case

Obede Borges Faria, Dr., Universidade Estadual Paulista - UNESP/PPGARQ

obede.faria@gmail.com

Renata Cardoso Magagnin, Dr^a, UNESP/PPGARQ

magagnin@faac.unesp.br

Vanessa Tiemi Narimatsu, Arq^a Mestranda, UNESP/PPGARQ

vane_tiemi@hotmail.com

Andréia Soares Gonçalves Glavina, Arq^a Mestranda, UNESP/PPGARQ

dreia_sg@yahoo.com.br

Resumo

Este artigo tem por objetivo avaliar as etapas de planejamento e construção de uma edificação, propondo uma análise quantitativa de indicadores de sustentabilidade. O estudo de caso foi realizado na “Ecovila Bambu”, concebida como a primeira edificação sustentável de uma futura vila residencial, situada próximo à mancha urbana do município de Bauru-SP. A metodologia utilizada foi vistoria técnica, avaliando alguns dos indicadores definidos em uma publicação da Câmara Chilena da Construção, que descreve um conjunto de recomendações específicas a serem consideradas no planejamento e construção de edificações sustentáveis. Os resultados, obtidos com a proposta de atribuição de notas e pesos aos indicadores, mostraram que a edificação foi considerada parcialmente sustentável, pois muitas das variáveis avaliadas não foram implementadas nas etapas de planejamento e construção. Estes indicadores podem contribuir para identificar o grau de sustentabilidade de edifícios.

Palavras-chave: Bioarquitetura; Avaliação do ambiente construído; Indicadores de sustentabilidade

Abstract

This paper aims to evaluate the stages of planning and construction of a building, proposing a quantitative analysis of sustainability indicators. The case study was carried out at "Ecovila Bambu", conceived as the first sustainable building of a future residential village, located near the urban spot of the municipality of Bauru-SP. The methodology used was a technical survey, evaluating some of the indicators defined in a publication of the Chilean Chamber of Construction, which describes a set of specific recommendations to be considered in the planning and construction of sustainable buildings. The results, obtained with the proposal of assigning notes and weights to the indicators, showed that the building was considered partially sustainable, since many of the evaluated variables were not implemented in the planning and construction stages. These indicators can help to identify the degree of sustainability of buildings.

Keywords: *Bioarchitecture; Assessment of the built environment; Sustainability indicators*

1. Introdução

Segundo o Conselho Internacional da Construção (CIB), o setor da construção civil é um dos maiores consumidores de recursos e um dos maiores geradores de resíduos. A noção do impacto ambiental causado pela construção civil é recente, surgiu após anos de discussões sobre sustentabilidade, principalmente em função de desastres ambientais e da escassez de recursos energéticos.

A origem da busca por edificações sustentáveis não advém de um único evento, ao contrário, se deve aos efeitos acumulativos de marcos convergentes, cujas raízes remontam aos primórdios da humanidade (GAUZIN-MÜLLER, 2011).

Keeler e Burke (2010) pressupõem que existia um equilíbrio confortável entre os primeiros humanos e o planeta, seus ancestrais dependiam dos recursos do meio ambiente utilizando-os para abrigos, caças e cultivo da terra. No entanto, ao longo da história da humanidade, o homem se tornou sedentário, se fixou, ocupou terras e evoluiu. O caminho pelo qual decidiu evoluir foi baseado na utilização intensiva de recursos não renováveis e de descarte de resíduos. Não houve uma relação equilibrada entre o homem e o meio ambiente. Estes autores não levam em consideração que o homem primitivo também tinha ações de impacto negativo ao ambiente e que, com o aumento expressivo da população, os resultados destes impactos também se potencializaram.

Essa relação insustentável predomina, mas não é a regra. Algumas ações pontuais tendiam a proteção e a conservação da natureza, por exemplo, na Índia, em 1730, quando um grupo liderado por Amrita Devi frustrou os esforços de um marajá que pretendia derrubar as árvores da região e dar lugar a edificações (KEELER e BURKE, 2010). A partir daí, surge o "novo ambientalismo", composto por diferentes movimentos sociais, culturais e ambientais, que levou o ativismo para a esfera das políticas públicas. De acordo Keeler e Burke (2010), no final da década de 1970 líderes políticos começaram a perceber que crises ambientais assolavam todas as regiões do planeta, afetavam países menos desenvolvidos e as nações industrializadas, independentemente do tamanho populacional.

Em 1984, em Genebra, foi adotado o termo desenvolvimento sustentável (muito

utilizado pelo movimento da edificação sustentável), definido como “o desenvolvimento que atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações de atender às suas próprias necessidades” (KEELER; BURKE, 2010).

Atualmente, entende-se como desenvolvimento sustentável a prática que atende as necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades, preservando os recursos naturais (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1991).

O conceito de construção sustentável deu-se a partir de uma origem rústica, era associada a uma cultura com estilos alternativos. Porém a partir do século XXI, conforme Keeler e Burke (2010), as invenções de alto desempenho industrial possibilitaram o desenvolvimento de edificações com alto desempenho ambiental, trazendo benefícios para os proprietários, construtores e o meio ambiente.

Segundo Kilbert (1994), a construção sustentável deve seguir seis princípios básicos: minimizar o consumo de recursos; maximizar a reutilização dos recursos; reciclar materiais no fim de vida do edifício e utilizar recursos recicláveis e renováveis; proteger o ambiente natural; eliminar materiais tóxicos e os subprodutos em todas as fases do ciclo de vida de um edifício; e, fomentar a qualidade ao criar o ambiente construído.

No entanto, Araujo (2005), entende que o conceito de construção sustentável adquiriu múltiplas perspectivas e diferentes correntes; alguns conceitos buscam tecnologias para atingir maior eficiência, outros procuram diminuir o consumo de materiais e aproximar a relação homem versus natureza.

Este segundo conceito de construção sustentável se relaciona com a bio-arquitetura ou eco-arquitetura, definido por Baldessar (2012); ela procura introduzir no ambiente construído materiais ambientalmente mais amigáveis, produzidos com baixo consumo de energia e provenientes da própria região onde a edificação será construída. O objetivo é construir de acordo com as condições climáticas e a vegetação regional, aproveitando os recursos energéticos naturais com mínimo impacto ambiental negativo.

O desenvolvimento do presente estudo justifica-se pelo interesse em debater sobre a sustentabilidade na construção civil, buscando analisar o ambiente construído sob as premissas da sustentabilidade, de forma a avaliar a eficiência na contribuição com a redução de impactos negativos ao meio ambiente.

Diante do exposto, o objetivo deste artigo foi avaliar uma edificação construída com diferentes técnicas construtivas, utilizando-se alguns indicadores de sustentabilidade e lhes atribuindo notas e pesos, para calcular um *Índice de Sustentabilidade* (IS) da edificação.

2. Objeto de estudo

O objeto de estudo foi a Ecovila Bambu, uma escola de formação de professores da pedagogia Waldorf, localizada no município de Agudos -SP e próxima da mancha urbana de Bauru -SP (figura 1).

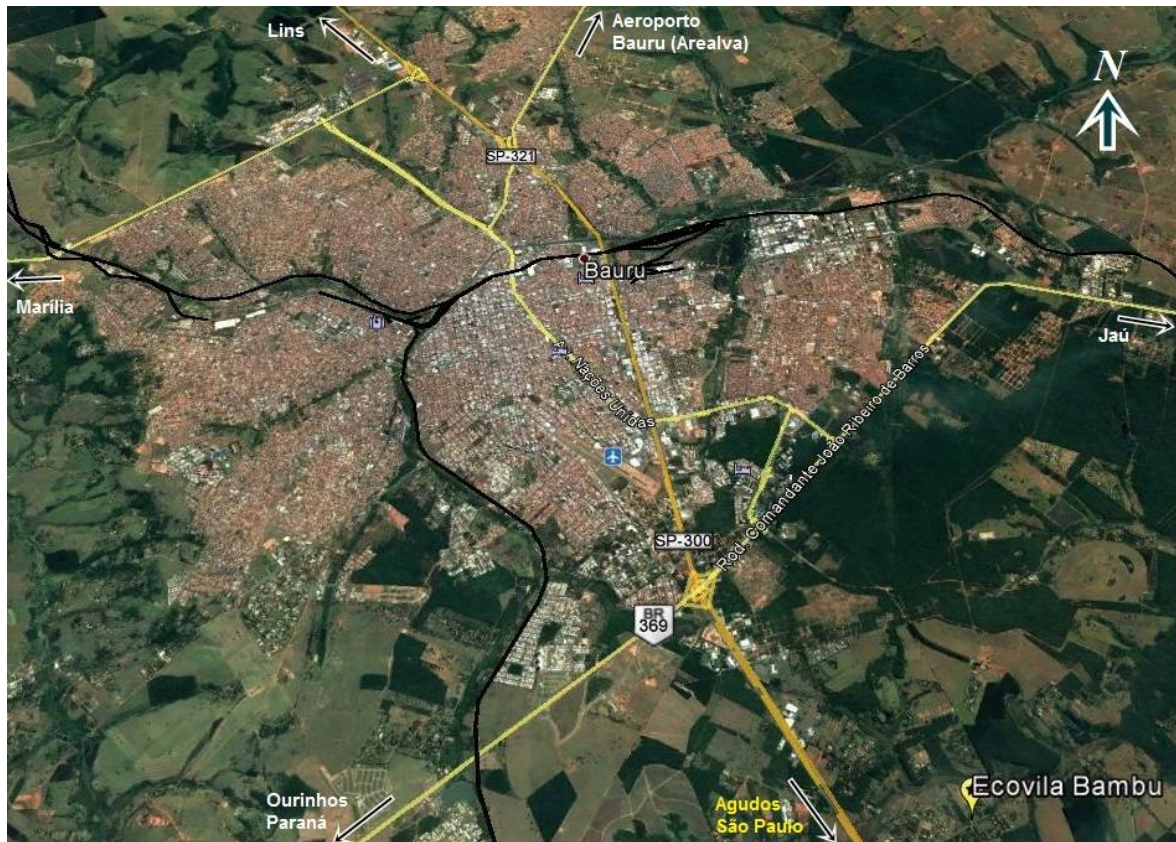


Figura 1: Localização da Ecovila Bambu. Fonte: adaptado de Google Earth®.

A Ecovila Bambu foi projetada pelos arquitetos Márcia Macul e Sérgio Prado e construída em 2014, sob as premissas da arquitetura sustentável. O nome do edifício remete a uma vila, pois existe a intenção de transformar a gleba de 9,35ha, onde a Ecovila Bambu está inserida, em uma vila onde serão pré-estabelecidas regras para a construção de residências e vivência sustentáveis. O programa arquitetônico consiste em duas salas de aula sem divisões fixas, possibilitando integrá-las em uma sala única; cinco sanitários; depósito; cozinha; administração; mezanino e áreas de circulação, totalizando 151,32m² de área construída (figura 2). Destacam-se o teto verde e paredes de terra e bambu.

Os materiais que compõe o edifício são considerados como alternativos, com exceção das fundações, que são de estacas de concreto, consideradas mais adequadas às características do solo. As vedações verticais são formadas por paredes de blocos de solo-cimento (figura 3a); bambus tratados (figura 3b) que se encaixam entre as vigas de madeira e esquadrias; e, paredes monolíticas de terra e cal (figura 3c), construídas com a técnica de taipa de pilão. A cobertura foi construída utilizando a técnica de teto verde, com estrutura de sustentação de madeira e bambu, e uma base impermeável sob o substrato vegetal. Na primeira camada, logo acima dos bambus, foram aplicadas manta impermeabilizante e manta geotêxtil. Em seguida, foram colocadas camadas de argila expandida, substrato e grama. Além disso, a água da chuva excedente é escoada para uma cisterna e reutilizada no sistema de irrigação dos jardins.

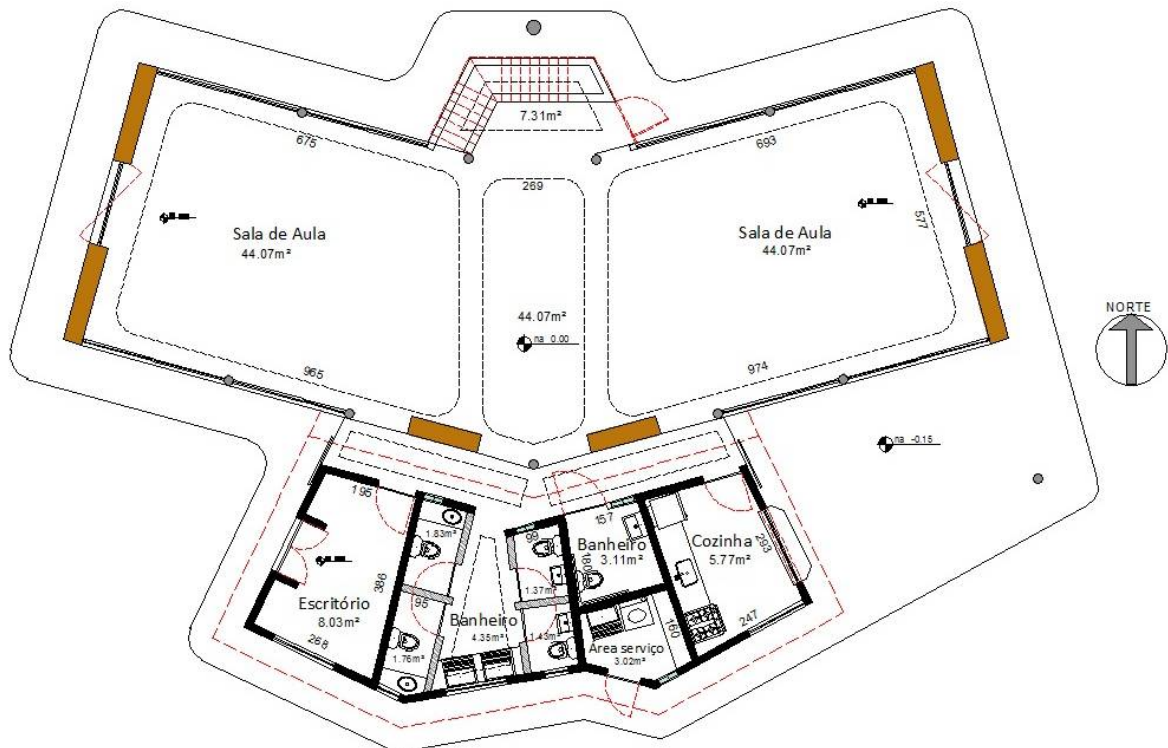


Figura 2: Planta da edificação, sem escala. Fonte: Autores.



a



b



c

Figura 3. (a) Parede de blocos de solo-cimento; (b) Blocos de solo-cimento, janelas e estruturas de bambu; (c) Parede monolítica de terra e cal. Fonte: acervo Ecovila Bambu.

3. Estratégia metodológica

O método utilizado para avaliar o grau de sustentabilidade da Ecovila Bambu foi o de análise exploratória, baseada na avaliação através de vistoria técnica. Foram realizadas as seguintes etapas: i) definição dos critérios de análise do edifício; ii) análise através de vistoria técnica e levantamento fotográfico, e iii) cálculo do grau de sustentabilidade da edificação.

Para a definição dos critérios a serem avaliados foi utilizado como referência um guia da Cámara Chilena de la Construcción (CDT, 2005), elaborado a partir de sistemas de avaliações internacionais, no qual é descrito um conjunto de recomendações que devem ser considerados nas etapas de planejamento e desenvolvimento, para uma edificação ser classificada como sustentável.

De acordo com este guia, para um edifício ser considerado de alto desempenho, devem ser avaliadas as seguintes Áreas: *Consumo de recursos* (R); *Impactos ambientais* (I); *Qualidade do ambiente interno* (AI); *Funcionalidade* (F); *Gestão de planejamento* (G); *Comportamento econômico* (E); *Transporte e acesso* (T); *Ambiente cultural* (C). No entanto, no presente trabalho não foi avaliada a área *Funcionalidade*, porque suas recomendações estão ligadas ao uso de equipamentos e sistemas tecnológicos automatizados, pois no objeto de estudo, segundo os proprietários, estes equipamentos não foram utilizados.

O guia subdivide cada Área em Categorias (tabela 1), que por sua vez são subdivididas em Estratégias, nas quais são consideradas as quatro primeiras etapas do ciclo de vida da edificação (*pré-projeto*, *projeto*, *construção* e *operação*). Não são consideradas as duas etapas finais: *remodelação* e *demolição*. Cada Estratégia, por sua vez apresenta as Práticas que devem ser adotadas para melhorar o desempenho ambiental do edifício. Na tabela 2 são apresentadas as práticas para uma das categorias, *materiais* (RM), com as respectivas propostas de notas.

Após a definição da estrutura hierárquica de análise do edifício, partiu-se para a definição dos pesos para as Áreas, Categorias e Estratégias, conforme mostram as tabelas 1 e 2. Esta etapa não está prevista no guia chileno (CDT, 2005), os pesos foram propostos pelos autores do presente trabalho. Para esta definição, foi avaliada a importância relativa de cada variável dentro de seu grupo; ou seja, o grau importância das Estratégias em relação a cada Categoria e a importância de cada Categoria em relação à sua Área.

As áreas R e I foram consideradas igualmente importantes, pois o consumo de recursos e os impactos ambientais geram maior impacto direto no meio ambiente.

Já a área AI e G possuem um papel importante na melhoria do desempenho e eficiência ambiental, mas contém alguns itens que são influenciados pelas áreas R e I ou não afetam diretamente no meio ambiente.

As áreas E, T e C foram consideradas com menor importância na avaliação, pois foi considerado que ainda são menos conhecidas, por falta de divulgação.

Tabela 1 – Áreas e Categorias, de acordo com CDT (2005) e pesos propostos no presente trabalho.

Área	Peso	Categoria	Peso
Consumo de Recursos (R)	0,20	Energia (RE)	0,30
		Água (RA)	0,20
		Materiais (RM)	0,30
		Solo RS)	0,20
Impactos Ambientais (I)	0,20	Ecológicos (IE)	0,20
		Gases efeito estufa (IGI)	0,20
		Ataque a camada de ozônio (IGO)	0,20
		Resíduos sólidos (IRS)	0,20
		Resíduos líquidos (IRL)	0,20
Qualidade do Ambiente Interno (AI)	0,15	Ar interior e ventilação (AICA)	0,25
		Conforto térmico (AICT)	0,30
		Iluminação (AAIL)	0,25
		Acústica (AIAC)	0,20
		Materiais (AIM) ⁽¹⁾	--
Funcionalidade (F)	--	Adaptabilidade e flexibilidade (FAF) ⁽¹⁾	--
		Controle de sistemas (FCS) ⁽¹⁾	--
		Operações e rendimentos (FMC) ⁽¹⁾	--
Gestão de Planejamento (G)	0,15	Processo de construção (GC) ⁽²⁾	--
		Preparação do início de operação (GPM) ⁽²⁾	1,00
		Operação da edificação (GO) ⁽²⁾	--
Comportamento Econômico (E)	0,10	Custos (EC)	1,00
Transporte e Acesso (T)	0,10	Uso de veículos motorizados (TVM)	0,50
		Transporte alternativo (TA)	0,50
Ambiente Cultural (C)	0,10	Conservação da herança cultural (CH)	0,30
		Equipamentos comunitários (CC)	0,35
		Equidade e acesso (CE)	0,35

⁽¹⁾ Categorias não consideradas no presente trabalho; ⁽²⁾ Categorias reunidas em um único item de avaliação

Tabela 2 – Estratégias e práticas da Categoria Materiais (RM), com pesos e notas propostos.

Estratégia	Prática	Nota
Materiais utilizados para construção da edificação (peso 0,34)	Reduzir o uso de materiais escassos ou não renováveis	0,1
	Aumentar o uso de materiais recicláveis ou reciclados	0,1
	Evitar revestimentos secundários	0,1
	Utilizar conexões mecânicas e não soldáveis ou químicas	0,1
	Equilibrar movimentações de terra	0,1
	Manter árvores existentes	0,1
	Utilizar materiais de demolição	0,1
	Investigar estabelecimentos que recebem materiais recicláveis	0,1
	Reciclar resíduos verdes e orgânicos para utilizar no jardim	0,1
	Equipamentos temporários, reutilizados ou reciclados	0,1
	Materiais recuperáveis em futuras alterações de uso ou após a vida útil da edificação (Peso 0,33)	Projeto que viabiliza a recuperação de componentes e materiais
Utilizar materiais secos, fáceis de recuperar/desmontar		0,2
Projeto modular		0,2
Sistema de lixo reciclável		0,2
Recursos recuperáveis (peso 0,33)	Acesso ao lixo direto pela rua	0,2
	Plano de manejo de resíduos	0,5
	Utilizar materiais reciclados	0,5

Na sequência, a relação de *áreas, categorias, estratégias e práticas* foram reunidas e organizadas em uma *planilha de vistoria técnica*, para verificação (sim/não) do atendimento das práticas. Esta planilha é muito extensa, para apresentação neste artigo. Para as práticas existentes e consideradas sustentáveis, foram atribuídas notas similares às apresentadas na tabela 2. Para as inexistentes, ou consideradas insustentáveis, foi atribuída nota zero.

A terceira etapa consistiu na definição do Índice de Sustentabilidade (IS), cujo objetivo foi determinar o grau de sustentabilidade da edificação analisada. A partir dos resultados das práticas foi calculada a média aritmética ponderada das *Estratégias, Categorias e Áreas*, que permitiu definir um Índice de Sustentabilidade do edifício, calculado pela equação (1).

$$IS = \sum_{i=1}^n (NP_i \times PE_i \times PC_i \times PA_i) \quad (1)$$

Sendo:

IS - Índice de Sustentabilidade; *NP_i* - Nota da Prática "i"; *PE_i* - Peso da Estratégia relativa à Prática "i"; *PC* - Peso da Categoria relativa à Prática "i"; *PA* - Peso da Área relativa à Prática "i"

Para definir o grau de sustentabilidade da edificação, foram adotados os seguintes parâmetros: edificação sustentável (aquele que obteve $IS > 0,70$, representado na cor verde); edificação parcialmente sustentável ($0,35 < IS \leq 0,70$, representado na cor laranja) e edificação não sustentável ($IS \leq 0,35$, representado na cor vermelha), conforme apresentado na tabela 3.

Tabela 3 – Classificação do grau de sustentabilidade da edificação.

IS	Escala de avaliação	Grau de sustentabilidade
0,71 a 1,00	ÓTIMO	Edificação sustentável
0,36 a 0,70	REGULAR	Edificação parcialmente sustentável
0,00 a 0,35	PÉSSIMO	Edificação não sustentável

4. Resultados e Discussões

De acordo com a tabela 4, os resultados obtidos com a aplicação do método proposto mostram que as áreas de “*Consumo de Recursos*”, “*Impactos Ambientais*”, “*Qualidade do ambiente interno*” e “*Comportamento econômico*” obtiveram índices próximos dos valores máximos. A Área “*Transporte e acesso*” obteve a pior pontuação, pois nesta edificação não foi pensada qualquer estratégia que contribuísse com a sustentabilidade nesta área.

Tabela 4 – Resultados dos cálculos do índice de sustentabilidade, relativo às categorias consideradas, da Ecovila Bambu

Área	Índice parcial	Categoria	Índice parcial
Consumo de Recursos (R) Valor Max = 0,20	0,15	Energia (RE)	0,26
		Água (RA)	0,13
		Materiais (RM)	0,24
		Solo (RS)	0,13
Impactos Ambientais (I) Valor Max = 0,20	0,17	Ecológicos (IE)	0,17
		Gases efeito estufa (IGI)	0,15
		Ataque a camada de ozônio (IGO)	0,20
		Resíduos sólidos (IRS)	0,13
		Resíduos líquidos (IRL)	0,20
Qualidade do Ambiente Interno (AI) Valor Max = 0,15	0,12	Ar interior e ventilação (AICA)	0,25
		Conforto térmico (AICT)	0,24
		Iluminação (AIIL)	0,22
		Acústica (AIAC)	0,10
Gestão de Planejamento (G) Valor Max = 0,15	0,04	Planejamento do processo de construção	0,26
Comportamento Econômico (E) Valor Max = 0,10	0,07	Custos (EC)	0,67
Transporte e Acesso (T) Valor Max = 0,10	0,00	Uso de veículos motorizados (TVM)	0,00
		Transporte alternativo (TA)	0,00
Ambiente Cultural (C) Valor Max = 0,10	0,04	Conservação da herança cultural (CH)	0,00
		Equipamentos comunitários (CC)	0,18
		Equidade e acesso (CE)	0,18
IS (geral da edificação)	0,59		

Analisando cada Área individualmente, observou-se que em relação à *Categoria Energia*, foram utilizadas as seguintes estratégias: redução dos materiais de construção e a utilizada para a operação do edifício. As práticas de uso de materiais com baixo consumo de energia, materiais recicláveis e reciclados foram adotados na Ecovila Bambu. A superestrutura, ou seja, a estrutura que se projeta acima das fundações, utiliza, basicamente, os seguintes materiais: parede monolítica de terra e cal; bloco de solo cimento; bambu e madeira de eucalipto (figura 4). Outro aspecto observado referiu-se ao consumo de energia para operação da edificação, ou seja, constatou-se a utilização de equipamentos elétricos de baixo consumo de energia (geladeira, lâmpadas LED e ventiladores) e de alto rendimento energético. A única prática não adotada foi a que estabelece uma meta de eficiência energética.

A *Categoria Água* tem como estratégia a redução do seu uso no edifício, entendendo que seu consumo deve ser realizado com consciência e discernimento para que não se chegue a uma situação de esgotamento nem deterioração da qualidade das reservas disponíveis. As estratégias para o consumo sustentável devem procurar o controle de seu uso para atividades essenciais. Na Ecovila Bambu não foram adotadas práticas para medir e monitorar o consumo da água potável. Eles utilizam plantas nativas que se adequam ao clima da região; mas não há monitoramento da umidade do solo.

As práticas sustentáveis adotadas neste edifício reduzem o consumo da água potável,

pois utilizam a água da chuva (armazenada em uma cisterna), que através de bombeamento é utilizada na irrigação dos jardins (figura 5). Além disso, foram instalados equipamentos que reduzem a vazão de água nas torneiras e bacias sanitárias com caixa acoplada.



Figura 4 (a) Montagem da estrutura do telhado. (b) Detalhe dos materiais utilizados.
Fontes: acervo Ecovila Bambu e autores.



Figura 5 (a) Cisterna. (b) Sistema de irrigação dos jardins. Fonte: autores.

A *Categoria Materiais* tem como estratégias a redução de novos materiais, utilização de materiais reciclados e recuperáveis ao fim da vida útil da edificação, e o descarte correto dos materiais impossibilitados de reuso. Nesta categoria, o objeto de estudo obteve a pontuação de 0,24, sendo que a máxima é de 0,30. As práticas relacionadas ao plano de manejo de resíduos não foram adotadas, mas foi identificada a utilização de materiais que não são à base de fontes não renováveis, os pilares de eucaliptos são de reflorestamento e os bambus são plantados na própria gleba. Os bambus, juntamente com placas de embalagem *Tetra Pak* foram utilizados na produção de cadeiras. Todos os vidros são de desmonte ou demolição de outras edificações.

A *Categoria Solo* avalia o aproveitamento da sua área, a otimização da infraestrutura, e a sua permeabilidade. Foi obtida a pontuação de 0,13 (de um máximo de 0,20), por minimizar a ocupação e impermeabilização e por permitir uma flexibilidade do uso do espaço, sendo que a Ecovila Bambu e seu entorno ficam disponíveis não somente para o curso pedagógico Wardolf, mas também para diversos outros cursos.

A *Área Impacto Ambiental* está relacionada mais explicitamente com o conceito de

sustentabilidade. Nesta área, a edificação obteve algumas pontuações baixas, por não utilizar energia limpa e renovável, além de não praticar a reciclagem total dos resíduos gerados. Mesmo assim, esta foi a área com maior pontuação, pois o projeto demonstra preocupação com o entorno e a preservação das espécies vegetais existentes, além do plantio de novas espécies. Uma das causas de não haver a utilização e investimento em fontes de energia renováveis é pelo seu baixo consumo. Não foi identificado o uso de substâncias prejudiciais à camada de ozônio. Além disso, a forma como a edificação foi construída não produz grandes quantidades de resíduos, grande parte dela pode ser desmontada ou reciclada. Praticamente não há resíduos líquidos, pois, a eficiência dos equipamentos utilizados e a captação da água pluvial utilizada nos jardins reduzem o consumo de água. Outro aspecto identificado refere-se ao tratamento das águas cinzas e negras, realizado no lote por meio de fossa séptica, e a filtragem é realizada através das raízes de bananeiras. Observou-se que as águas cinzas e negras são tratadas juntas, impedindo o reaproveitamento das águas cinzas. No entanto, pode-se dizer que este reaproveitamento das águas tratadas é indireto, já que estas são tratadas e despejadas no córrego localizado no fundo do lote, e a água potável é obtida através de poço artesiano.

A avaliação da *Área Qualidade do ambiente interno* é muito importante, pois, um ambiente interno agradável contribui para a satisfação do usuário, assim como, reduz custos relacionados as más condições dos ambientes. Foram analisadas as categorias “qualidade do ar interno”, “conforto térmico”, “iluminação” e “acústica”. Nesta última categoria, a pontuação obtida foi de 0,10, sendo uma das menores pontuações. A categoria conforto térmico deixou de pontuar porque, durante o inverno ou dias frios, não existe a possibilidade de amenizar essa sensação térmica, já que as vedações verticais acima das janelas são de bambu encaixado lado a lado sem qualquer eficácia de vedação. É necessário considerar que o edifício é utilizado basicamente no período matutino ou vespertino (menos frio) e não noturno. Dessa forma, é uma opção econômica não investir em aquecimento artificial. Quanto à umidade relativa do ar, o teto verde e o entorno arborizado contribuem para a umidificação do espaço. Não foram encontrados métodos de umidificação do ambiente ou processo contrário que poderiam auxiliar no conforto térmico.

Com relação a acústica, não foram adotadas estratégias de proteção dos ruídos externos, por estar localizado na zona rural. No entanto, poderia haver estratégias de proteção dos ruídos internos, já que a sala de aula pode ser dividida, tornando-se duas pequenas salas de aula, essa divisão é realizada apenas por biombos de bambu, que cria apenas uma barreira visual e não sonora.

A *Área Gestão de planejamento* visa avaliar a adequação do planejamento do processo construtivo. Uma boa gestão pode acarretar em grandes benefícios para a melhora do desempenho de uma edificação. As recomendações devem ser aplicadas nas etapas de pré-projeto, projeto, construção e operação. A baixa pontuação desta categoria (0,05) se justifica por não haver um planejamento detalhado, pois a maioria destas etapas foi realizada sem um plano estratégico detalhado.

Na *Área Comportamento econômico*, a pontuação obtida foi 0,07, pois foram avaliados o custo por todas as medidas ambientais incorporadas e a verificação do valor da edificação, se houve retorno ou não. A avaliação do aumento ou diminuição do custo total

anual de energia e manutenção do edifício não é efetivamente realizada. De acordo com um dos proprietários, a manutenção do edifício não é difícil e nem dispendiosa, pois ele mesmo realiza a maior parte das tarefas, sem a necessidade de contratar profissionais. Também foi afirmado, durante a entrevista, que houve pouca diferença de custos entre a construção da Ecovila Bambu e outra obra convencional equivalente. O uso dos bambus barateou a obra.

Na *Área Transporte e acesso* avaliou se há incentivos para a redução de veículos motorizados ou a utilização de transporte coletivo no local. Este critério recebeu pontuação zero. Por estar localizado na zona rural, onde não há infraestrutura urbana como ruas pavimentadas e iluminação, torna-se impossível o trânsito de transportes coletivos nesta região e não há o incentivo para utilização de modos de transportes mais sustentáveis, como a bicicleta, por motivos de insegurança do local.

Na *Área Ambiente cultural*, as estratégias buscam avaliar a existência de um valor do espaço para a comunidade e a manutenção do mesmo; avalia também, a preocupação em promover melhorias no espaço construído para a comunidade, além da avaliação do acesso e segurança para todas as pessoas, inclusive daquelas com algum tipo de limitação. Nesta área foi obtida a pontuação de 0,04. Sendo que a conservação da herança cultural não obteve pontuação, pois não houve uma avaliação da importância do local para a comunidade. No entanto, o espaço busca promover um desenvolvimento multifuncional e, também, uma melhoria da consciência ambiental. Permite o acesso adequado no interior do edifício e promove níveis adequados de segurança interna.

Em síntese, a análise da Ecovila Bambu resultou em um $IG = 0,59$, o que indica que ela é parcialmente sustentável. A avaliação mostrou que a edificação contemplou mais da metade das estratégias sustentáveis indicadas por CDT (2005). Ao longo do processo foi possível notar que algumas estratégias não foram adotadas por falta de conhecimento técnico ou até mesmo por falta de recursos sustentáveis disponíveis no local.

5. Considerações Finais

Sabe-se que há diferentes modos de construir um ambiente sustentável. São mais divulgados pela mídia, empreiteiras e outros agentes da construção civil, estratégias sustentáveis que visam um menor consumo de materiais, menor produção de resíduos e preservação da natureza. No entanto, há outras estratégias que contribuem com a eficiência sustentável, mas que raramente são adotadas.

Com a realização deste trabalho, constatou-se que ainda há muita dificuldade a ser vencida, na avaliação quantitativa do nível de sustentabilidade de edificações, a começar pela fundamentação conceitual. Há muitas variáveis a serem levadas em consideração, algumas com alto grau de subjetividade. No entanto, espera-se que a proposta de atribuição de notas e pesos, aqui apresentada, possa contribuir com o desenvolvimento de métodos mais racionais para este tipo de avaliação.

Com relação ao objeto de estudo, os construtores tiveram dificuldades de adotar algumas estratégias por falta de recursos tecnológicos e de serviços disponíveis no