



remaea

Qualidade ambiental de edificações de ensino: uma ferramenta educativa para reflexão

Luara Ribeiro Marrocos¹

Universidade Federal do Sul da Bahia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8898-6040>

Eduardo Humberto Ditt²

Escola Superior de Conservação Ambiental e Sustentabilidade

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9106-8582>

Silvia Kimo Costa³

Universidade Federal do Sul da Bahia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2191-3365>

Karin Ingrid Rettl⁴

Escola Superior de Conservação Ambiental e Sustentabilidade

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0442-8808>

Resumo: Numa edificação de ensino, a qualidade ambiental dos espaços tem impacto no bem-estar de seus usuários e no desempenho de estudantes e funcionários. No entanto, as informações acerca desse tema são, muitas vezes, demasiadamente técnicas e complexas. Nesse sentido, o objetivo da pesquisa, que culminou no presente artigo, foi desenvolver uma ferramenta de fácil acesso e aplicação, com base no estudo das características da arquitetura sustentável e em indicadores existentes de avaliação ambiental como o LEED e o

¹ Mestre em Conservação da Biodiversidade e Desenvolvimento Sustentável pela Escola Superior de Conservação Ambiental e Sustentabilidade – ESCAS/Ipê. Arquiteta e Urbanista na Universidade Federal do Sul da Bahia – UFSB. E-mail: luara@ufsb.edu.br

² Doutor em Pesquisa Ambiental pelo Imperial College London, Reino Unido. Pesquisador e Diretor Executivo do Instituto de Pesquisas Ecológicas – Ipê. Professor da Escola Superior de Conservação Ambiental e Sustentabilidade – ESCAS/Ipê. E-mail: eduditt@ipe.org.br

³ Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC. Professora Adjunto da Universidade Federal do Sul da Bahia – UFSB. Diretora do Centro de Formação em Políticas Públicas e Tecnologias Sociais - UFSB e professora permanente do Programa de Pós-Graduação em Biosistemas - UFSB. E-mail: skcosta@ufsb.edu.br

⁴ MBA em Empreendedorismo Social pela Universidade de São Paulo – USP, e em Gestão Estratégica de Projetos pela Fundação Getúlio Vargas – FGV. Sócia e Consultora da Prática Socioambiental. Colaboradora externa do Programa do Mestrado Profissional da Escola Superior de Conservação Ambiental e Sustentabilidade – ESCAS/Ipê. E-mail: karin.rettl@gmail.com

AQUA. A ferramenta foi aplicada em instituições de ensino dos municípios de Ilhéus, Itabuna e Uruçuca-BA e poderá ser utilizada em outras instituições de ensino, contribuindo para reflexão de seus usuários acerca da percepção quanto à sustentabilidade dessas edificações e democratização de tal conhecimento.

Palavras-chave: arquitetura; edificações de ensino; qualidade ambiental.

Calidad ambiental de los edificios docentes: una herramienta educativa para la reflexión

Resumen: En un edificio docente, la calidad ambiental de los espacios incide en el bienestar de sus usuarios y en el desempeño de estudiantes y empleados. Sin embargo, la información sobre este tema suele ser demasiado técnica y compleja. En este sentido, el objetivo de la investigación, que culminó en este artículo, fue desarrollar una herramienta de fácil acceso y aplicación, basada en el estudio de las características de la arquitectura sostenible y en indicadores de evaluación ambiental existentes como LEED y AQUA. La herramienta fue aplicada en instituciones educativas de las ciudades de Ilhéus, Itabuna y Uruçuca-BA y puede ser utilizada en otras instituciones educativas, contribuyendo a la reflexión de sus usuarios sobre la percepción de sustentabilidad en estos edificios y la democratización de dicho conocimiento.

Palabras-clave: arquitectura, edificios docentes, calidad ambiental.

Environmental quality of educational buildings: an educational tool for reflection

Abstract: In an educational building, the environmental quality of spaces has an impact on the well-being of its users and on the performance of students and employees. However, information on this topic is often too technical and complex. In this sense, the objective of the research, which culminated in this article, was to develop a tool that is easy to access and apply, based on the study of the characteristics of sustainable architecture and on existing environmental assessment indicators such as LEED and AQUA. The tool was applied in educational institutions in the cities of Ilhéus, Itabuna and Uruçuca-BA and can be used in other educational institutions, contributing to the reflection of its users about the perception of sustainability in these buildings and the democratization of such knowledge.

Keywords: architecture; educational buildings; environmental quality.

Introdução

Construção e Sustentabilidade são conceitos complexos e que ainda se encontram em debate, e os dois juntos ampliam ainda mais o dilema (DU PLESSIS, 2007). O conceito de sustentabilidade na construção civil se expande e transcende o pilar ambiental para abraçar também o viés econômico e social. Esse é um desafio que deve contemplar não só pesquisadores, mas todo o público envolvido na criação e no uso do ambiente construído (DU PLESSIS, et al, 2002).

No entanto, é preciso levar em conta que o debate sobre sustentabilidade na arquitetura é regido por diferentes interesses sociais, baseados em diferentes interpretações

do problema, o que resulta numa gama variada de soluções com filosofias distintas (GUY, FARMER, 2001).

Seis lógicas de arquitetura sustentável são elencadas por Guy e Farmer (2001). Três delas foram levadas em consideração na presente pesquisa: a lógica eco-técnica, que faz uma análise racional e técnica e usa a ciência e a tecnologia para encontrar soluções; a lógica eco-cultural, que revive um senso de pertencimento e a responsabilidade de proteger a paisagem, e se inspira nas construções vernaculares; e a lógica eco-médica, que entende a relação do ambiente construído com a saúde humana, o bem-estar e a qualidade de vida.

Ao longo da história, inúmeras técnicas construtivas associadas ao uso de materiais naturais, considerando aspectos bioclimáticos e biodiversidade locais, foram (e ainda vêm sendo) utilizadas para a construção de edificações ao redor do mundo. Elas se referem à lógica conceitual eco-cultural. Nesses casos as edificações apresentam características que as permitem ser classificadas como arquitetura vernacular (ANDRADE, 2016; VELLINGA, 2011; OLIVER, 2006). Já as lógicas eco-técnica e eco-médica envolvem a bioclimática, a eficiência energética e o conforto higrotérmico na concepção arquitetônica de edificações (MANZANO-AGUGLIARO, 2015; KIBERT, 2013). Para Lamberts, Dutra e Pereira (2014), é imprescindível a compreensão do clima local e o efeito desse fator na arquitetura, para tirar proveito ou evitar seus efeitos. A bioclimática aplicada à arquitetura é fundamental para viabilizar a eficiência energética da edificação.

Para avaliar o desempenho ambiental e a sustentabilidade de uma edificação ou de um projeto de edificação existem ferramentas e métodos, tais como as certificações e selos (KYLILI, FOKAIDES, JIMENEZ, 2016). O sistema LEED (*Leadership in Energy and Environment Design*) e o HQE (*Haute Qualité Environnementale*) são exemplos de certificação ambiental de edificações. Porém, como todo sistema internacional, são necessárias adaptações locais (SUZER, 2015; VIEIRA, BARROS FILHO, 2012). O AQUA (Alta Qualidade Ambiental) é a versão adaptada à realidade brasileira do sistema francês HQE.

Em instituições de ensino, a edificação projetada sob o viés da sustentabilidade arquitetônica, viabiliza ambientes mais propícios ao aprendizado (GELFAND, 2010; FORD, 2007; KATS, 2006). A forma como a comunidade entende a arquitetura também tem impacto

na qualidade da arquitetura de suas escolas, portanto a discussão expande-se para além do edifício (KOWALTOSKY, 2011).

Nesse sentido, o objetivo da pesquisa, que culminou no presente artigo, foi desenvolver uma ferramenta de fácil acesso e aplicação para percepção e compreensão da sustentabilidade do ambiente construído por parte dos que vivenciam a escola cotidianamente e da comunidade de seu entorno imediato. O estudo considerou as características da arquitetura sustentável e indicadores existentes de avaliação ambiental como o LEED e o AQUA. A ferramenta foi aplicada em instituições de ensino de municípios situados no Litoral Sul da Bahia, especificamente Ilhéus, Itabuna e Uruçuca, e poderá ser utilizada em outras instituições de ensino, contribuindo para reflexão de seus usuários acerca da percepção de sustentabilidade dessas edificações e democratização de tal conhecimento.

Fundamentação: a escola e os aspectos de sustentabilidade de seu espaço construído como subsídio para educação ambiental

O ambiente escolar é o lugar onde as pessoas passam boa parte da vida e, portanto, constitui-se num espaço singular para análise da relação pessoa-ambiente. O conforto ambiental, incluindo as condições térmicas, acústicas, visuais e olfativas, pode influenciar o desempenho do estudante. Ruído excessivo, odores, iluminação inadequada e desconforto térmico, provocam distração, reduzem o desempenho estudantil, interferem na capacidade de concentração e memória, e até mesmo na assiduidade (BRASIL, SILVA, 2018; FORD, 2007). A má qualidade do ar nas salas de aula, por exemplo, é agravante para doenças como asma e alergias (MENDELL, HEATH, 2005). Por sua vez, o absenteísmo de estudantes pode impactar a capacidade da escola de receber recursos e proporcionar um bom ambiente de aprendizado.

Considerando o exposto, uma edificação escolar cujo projeto e construção sejam pautados por soluções sustentáveis contribui substancialmente não só para o bem-estar na relação pessoa-ambiente escolar, como para subsidiar a educação ambiental. Segundo Carvalho (2017, p. 45), a educação ambiental (EA) “é uma proposta educativa no sentido forte, isto é, que dialoga com o campo educacional, com suas tradições, teorias e saberes”.

A EA busca melhorar as condições ambientais de existência das comunidades e dos grupos, valorizando as práticas culturais locais de manejo do ambiente. Nesse sentido, o ambiente apresenta-se como espaço onde se dá, na prática cotidiana, o encontro com a Natureza e a convivência dos grupos humanos. É nessa teia de relações sociais, culturais e naturais que as sociedades produzem suas próprias formas de viver (CARVALHO, 2017, p. 148).

Nesse sentido, Souza (2018) ressalta a escola não só como local de estímulo às atividades de ensino e aprendizagem envolvendo educação ambiental, mas destaca que a configuração espacial e aspectos arquitetônicos da edificação influenciam a realização e criação de tais atividades. Segundo a autora, existe uma relação entre a apropriação do espaço pelos estudantes e professores e o conhecimento compartilhado quanto ao manejo do meio ambiente.

A escolha dos materiais impacta a eficiência e a qualidade ambiental do edifício. Materiais e tecnologias não convencionais, produzidos localmente, trazem inúmeros benefícios econômicos e sociais, tais como: utilização de recursos naturais renováveis; reutilização de resíduos agrícolas, minerais e industriais que outrora seriam descartados no meio ambiente; regionalização das soluções, reduzindo o impacto com deslocamentos; substituição de materiais comprovadamente nocivos à saúde (cimentos-amianto); e a implantação de processos menos agressivos ao meio ambiente, seja pela conservação de recursos naturais ou pela redução dos índices de emissões de poluentes e consumo energético (CAMILLIS, 2016; GHAVAMI, 2014; DONOVAN, GKARTZIOS, 2014).

A localização da edificação e características do entorno imediato também são relevantes para mensurar a qualidade ambiental do ambiente construído. A presença ou não de áreas verdes (jardins, espécimes arbustivos, árvores de médio e grande porte) contribui para moderação do microclima dos ambientes. O fluxo e tipos de transporte utilizados pelos usuários determinam o índice de poluição do ar na localidade (DURAN, 2011).

O espaço escolar vai além da área edificada, engloba espaços livres (pátio, horta, jardim) e seu entorno. Quando esses espaços estão integrados, o convívio entre as pessoas é favorecido (DA SILVA, TAVEIRA, 2016). Áreas verdes contribuem para melhorar a qualidade de vida na medida em que atuam na redução da poluição do ar e da temperatura, interceptação

de água de chuva, sombreamento, redução do ruído, além de promover o bem-estar físico e mental (NICODEMO, PRIMAVESI, 2009).

Numa sala de aula, o desconforto térmico pode contribuir para o nível de estresse, afetando a capacidade de concentração (PUTEH et al, 2012). Sendo assim, áreas verdes no entorno imediato às salas de aula, constituem-se numa solução para amenizar o estresse térmico causado pelo calor (NASCIMENTO, 2019).

A localização do edifício escolar deve considerar o deslocamento de seus usuários. Um sistema de transporte sustentável é aquele que permite aos indivíduos não só o acesso de forma segura, mas menor impacto ao ecossistema local. Ou seja, limita as emissões e geração de resíduos, respeitando a capacidade de suporte e reduz a geração de ruído (GILBERT et al, 2003). Outro aspecto importante, para a qualidade ambiental de uma edificação escolar, é o consumo de água e energia. Uma alternativa, que contribui para o uso racional da água e a conservação dos recursos hídricos, é a captação de água pluvial (EL TUGOZ et al, 2017).

Estratégias bioclimáticas, utilizadas durante a elaboração do projeto arquitetônico, viabilizam eficiência energética em edificações escolares: a orientação adequada do edifício em relação ao sol e ventos dominantes (possibilitando melhor aproveitamento da iluminação e ventilação natural); o uso de lâmpadas mais econômicas e a instalação de sensores de movimento em corredores e outros ambientes de passagem; a tonalidade de cor das paredes dos ambientes internos e externos (quanto mais claras, melhor é a refletância e portanto, menor é a quantidade de lâmpadas necessárias para atender a iluminância exigida) (ANTUNES, GHISI, 2019).

A iluminação natural está entre os elementos que mais impactam os usuários de uma edificação escolar (KOWALTOSKY, 2011). A luz natural influencia o desempenho e saúde de estudantes, docentes e funcionários, incluindo o estado de alerta, capacidade de concentração e desempenho cognitivo. Nas escolas, a luz solar, em comparação com a luz artificial, influencia positivamente a capacidade de aprendizado (SHISHEGAR, BOUBEKRI, 2016).

Pontua-se ainda que aspectos de sustentabilidade do espaço construído escolar catalisam a educação ambiental para além do ambiente de ensino por meio do contato da comunidade local com essa tipologia de edificação (DA SILVA, TAVEIRA, 2016).

Metodologia

Para avaliar a qualidade ambiental de edificações de ensino e, ao mesmo tempo, compartilhar informações sobre o tema, contribuindo dessa forma para o conhecimento do participante de forma didática e interativa, foi elaborada uma ferramenta na forma de formulário. O público-alvo foi estudantes, pais de estudantes, professores e funcionários de instituições de ensino localizadas no Litoral Sul da Bahia, especificamente nos municípios de Ilhéus, Itabuna e Uruçuca.

O formulário foi elaborado para aplicação online, usando a plataforma do Google Forms, de forma interativa e didática, com vídeos, textos e hiperlinks, que têm a função de informar e aprofundar a temática, possibilitando conhecimento prévio para que o participante pudesse entender e responder as perguntas. Para a aplicação foi considerado o Parecer consubstanciado de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisas (CEP da Universidade Federal do Sul da Bahia) nº 4.802.716/2021.

A ferramenta (formulário) foi composta por três etapas:

Etapla 1 - dados sociodemográficos - objetivou coletar informações tais como: idade, sexo, nível de escolaridade, área de atuação e escola a ser avaliada, para enriquecer a análise dos dados.

Etapla 2 - avaliação ambiental da edificação – essa avaliação foi dividida em cinco subtópicos para melhor organização das perguntas e do material de apoio: 1 Localização e entorno, 2 Água, 3 Energia, 4 Resíduos e 5 Arquitetura.

Etapla 3 - avaliação da contribuição do formulário para o conhecimento do participante - objetivou verificar se o formulário teve o potencial de contribuir para o conhecimento do participante e de que forma.

Para elaborar as perguntas da **etapla 2** - avaliação ambiental da edificação - foram analisados aspectos do LEED disponibilizados no website da USGBC (*United States Green Building Council*) e do AQUA disponibilizados no website da HQE (*Haute Qualité Environnementale*). Como o LEED possui indicadores diferentes conforme a tipologia da edificação, durante a pesquisa, optou-se pela utilização daqueles voltados para edificações escolares e considerando as categorias: Projeto e Construção de Edifícios (*Building Design and*

Construction), e Operação e Manutenção de Edifícios (*Building Operations and Maintenance*). Os principais tópicos de cada instrumento de certificação foram identificados e categorizados, e cada item e subitem analisado e aprofundado com base nos indicadores supracitados e na revisão de literatura. O quadro 1, apresenta os indicadores do LEED e AQUA que foram utilizados como base para cada tópico da **etapa 2** da ferramenta desenvolvida.

Quadro 1: Tópicos da ferramenta em comparação com tópicos do LEED e AQUA.

Tópicos de avaliação ambiental da ferramenta desenvolvida	Tópicos do LEED para Escolas (USGBC, 2014)	Tópicos do AQUA-HQE (FUNDAÇÃO VANZOLINI E CERWAY, 2017)	
Localização e Entorno	Localização e Transporte	Edifício e seu entorno	
	Terrenos sustentáveis		
Água	Uso racional da água	Água	
Energia	Energia e Atmosfera	Energia	
Resíduos	Materiais e Recursos	Resíduos	
Arquitetura	Materiais e Recursos	Produtos, sistemas e processos construtivos	
	Qualidade do ambiente interno	Conforto Higrotérmico	
	Inovação	Conforto Acústico	
	Prioridade regional		Conforto Visual
			Conforto Olfativo
			Qualidade dos espaços
			Qualidade do ar

Fonte: elaborado pelos autores.

Cada subtópico da **etapa 2** possui material de apoio, com dados e informações obtidos através da revisão de literatura, assim como vídeos, artigos e hiperlinks cuidadosamente selecionados e que explicam os temas de forma didática. Algumas perguntas também possuem imagens como recurso, para ilustrar e explicar termos técnicos comuns da área de arquitetura e construção civil, mas que os participantes podem não conhecer.

De forma geral, as perguntas foram elaboradas de maneira a dialogar com o participante, utilizando linguagem simples e escalas de atitude. A maior parte das perguntas são fechadas, com múltiplas opções, a fim de facilitar a análise dos dados. O formulário passou por um período de teste antes de ser disponibilizado de forma definitiva, para corrigir e alinhar

as perguntas e o conteúdo. A análise dos dados e construção dos gráficos foi realizada com auxílio do excel, do software R e do site Infogram.

Durante a **etapa 3** - avaliação do formulário como ferramenta capaz de contribuir para o conhecimento dos participantes - foram incluídas perguntas nas quais o participante avalia, em uma escala de “não contribuiu nada” a “contribuiu muito”, o quanto o formulário contribuiu para seu conhecimento sobre a temática arquitetura sustentável e o quanto isso afetará sua visão acerca das edificações, principalmente as escolares, a partir da aplicação do formulário. Dessa forma, essa avaliação considera a percepção do participante.

Para medir a eficácia da ferramenta, foi elaborado um conjunto de perguntas para ser aplicado antes e depois do formulário, em forma de entrevista semiestruturada, com alguns participantes selecionados. As entrevistas foram agendadas previamente, conforme disponibilidade da/o participante, e realizadas em plataforma virtual. As entrevistas foram transcritas. A análise desses dados é de caráter quali-quantitativo.

Resultados e Discussão

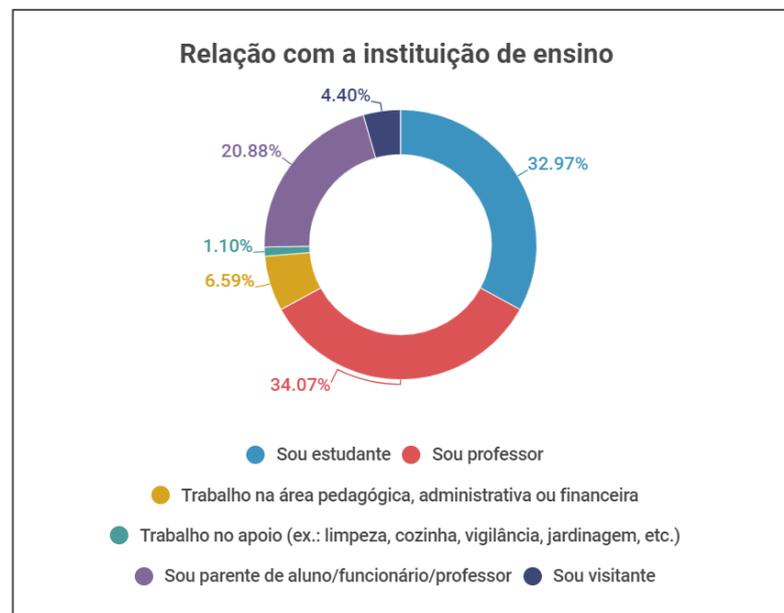
No total, o formulário foi respondido por 91 pessoas, na área de abrangência da pesquisa. Desses, 37 pessoas (40,7%) se identificam como homens e 54 (59,3%) como mulheres. Quanto ao grau de escolaridade, 46 participantes (50,55%) declararam possuir algum tipo de pós-graduação (especialização, mestrado ou doutorado), 64 participantes (70,33%) afirmaram estar trabalhando atualmente, em período integral, meio período ou de forma autônoma, e 25 pessoas (27,5%) responderam estar desempregadas. Dentre os que declararam estar desempregados, 20 pessoas (80,95%) são estudantes.

No formulário, foi solicitado ao participante que escolhesse uma escola ou universidade com a qual tem alguma relação para responder as perguntas. Foram citadas 35 instituições de ensino diferentes, localizadas na área de abrangência da pesquisa. Quanto à relação com a escola ou universidade, 31 participantes (34,1%) afirmaram ser professores, 7 (7,69%) trabalham em outros setores da instituição, 30 (33%) se declararam estudantes e 19 (20,88%) são parentes de estudantes ou funcionários (Figura 1).

As respostas seguintes referem-se aos aspectos da edificação de ensino ou a hábitos que os participantes têm em relação à escola/universidade. Quanto à opção do meio de

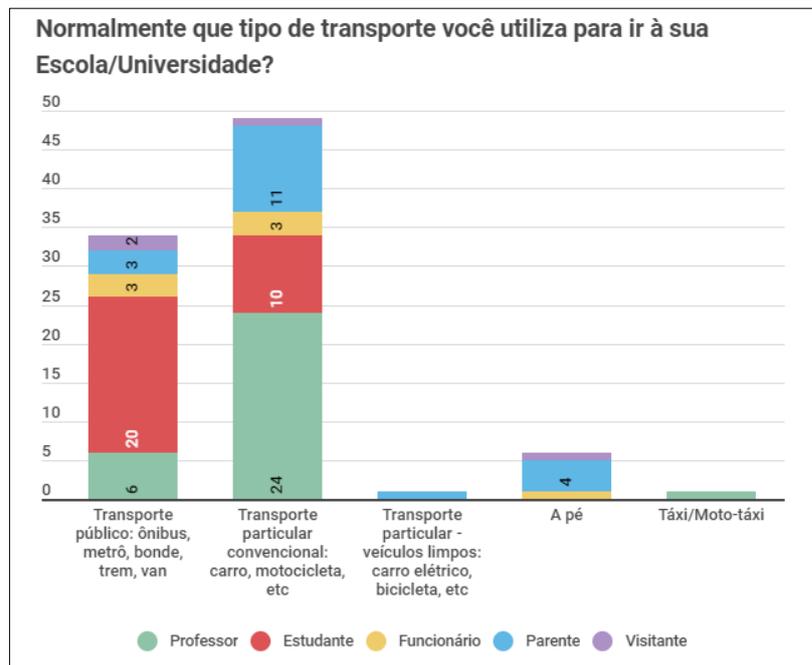
transporte utilizado para se deslocar até a instituição, 49 (53,85%) dos participantes utilizam veículo próprio, 34 (37,36%) transporte público e 6 (6,59%) vão a pé (figura 2). O número alto de pessoas que utilizam veículo particular possivelmente pode ser explicado, em parte, pelo grau de escolaridade e situação de emprego dos entrevistados, visto que, dos que utilizam veículo particular, 24 (48,98%) são professores e 10 (20,41%) são estudantes, e dos que utilizam transporte público, 20 (58,82%) são estudantes e 6 (17,65%) são professores. Esse cenário também ilustra uma tendência pouco sustentável da população brasileira no uso de veículos particulares e individuais como principal meio de transporte para deslocamento.

Figura 1: Relação do participante com a escola/universidade.



Fonte: elaborado pelos autores.

Figura 2: Meio de transporte utilizado para se deslocar até a instituição.



Fonte: elaborado pelos autores.

Quando perguntados se a escola/universidade em questão incentivava o uso de veículos limpos (como bicicletas ou veículos elétricos) de alguma forma, 62 dos participantes responderam que não ou que não sabia, e as demais respostas se dividiram entre campanhas de conscientização, incentivo ao uso de transporte coletivo e caronas solidárias e vagas reservadas no estacionamento para bicicleta ou transporte coletivo.

É relevante destacar que algumas das instituições avaliadas estão localizadas em áreas rurais, distantes da área urbana. Portanto o uso de bicicleta como meio transporte não é uma opção. E o uso de carros elétricos na região do Litoral Sul da Bahia ainda é insignificante, e não existem pontos de recarga. Em relação à presença de áreas verdes no entorno e sua continuidade no terreno da escola/universidade, 55 pessoas (60,44%) responderam que existem áreas verdes no entorno e na instituição avaliada, e 20 (21,98%) relataram não existir nem no entorno nem na escola/universidade.

Um aspecto importante de uma instituição de ensino que revela integração com a comunidade em seu entorno é a disponibilidade e compartilhamento de espaços com o público de fora da instituição. Além de promover a integração com a comunidade, o

compartilhamento dos espaços é, também, uma solução sustentável, pois assim economiza-se na construção de novos espaços para atender às necessidades da população (SOUZA, 2018; KOWALTOSKY, 2011). Apenas 14 pessoas (15,38%) responderam que a instituição avaliada não possuía tais espaços. Dos participantes, 64 citaram espaços esportivos (como quadras poliesportivas e campos de futebol), 66 espaços recreativos para eventos e cerimônias (como auditórios e anfiteatros), 61 bibliotecas/midiatecas, 28 espaços para atendimento ao público (como empresa júnior, clínica-escola, núcleo de práticas jurídicas).

Em relação à economia de água, 89 participantes (97,8%) julgaram ser este um tema importante para o meio ambiente e para a sociedade. No entanto, 40 participantes responderam que não identificaram na escola/universidade avaliada nenhuma medida de economia de água. Apenas 10 pessoas (10,98%) identificaram que existe coleta e reutilização de água da chuva na instituição, porém é preciso lembrar que essas respostas se tratam da percepção e conhecimento do participante sobre a edificação avaliada, e que o sistema de captação de água da chuva nem sempre fica visível ou é de conhecimento de quem frequenta o prédio.

Quanto ao tratamento de esgoto, 46 participantes (50,55%) afirmaram não saber qual tipo de tratamento de esgoto a instituição utiliza, o que é esperado, considerando que, assim como o sistema de aproveitamento de água da chuva, normalmente não é um aspecto visível da edificação e nem de conhecimento de todos, além de não ser algo que o usuário comum costuma prestar atenção. Dos participantes, 31 (34,07%) responderam que a edificação é ligada à rede de esgoto municipal, 7 (7,69%) que a escola/universidade possui sistema próprio de tratamento de esgoto, e 7 (7,69%) que os edifícios da escola não possuem qualquer tipo de tratamento de esgoto.

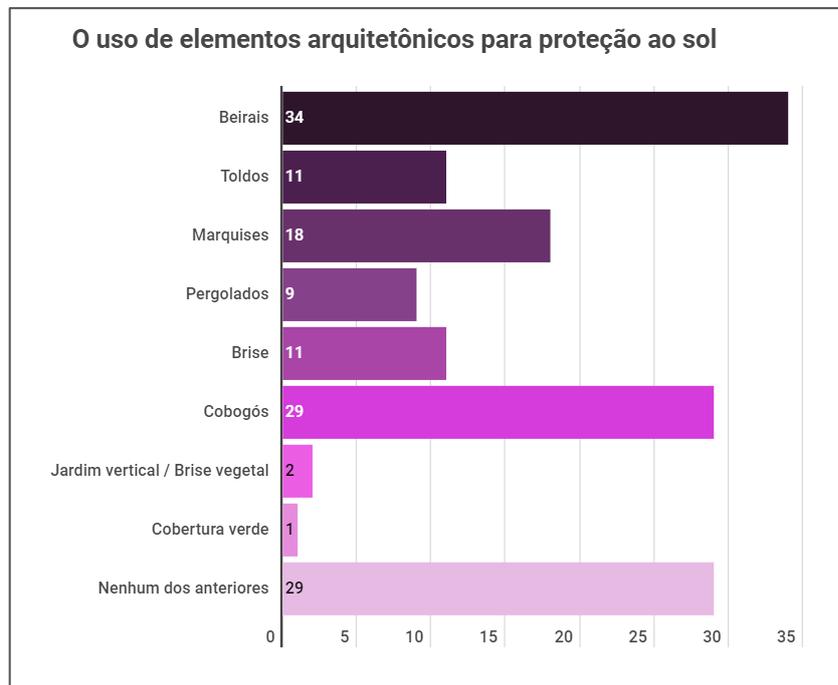
Sobre energia, 49 dos entrevistados (53,85%) relataram que existe na instituição campanhas de conscientização para a economia de energia, e 11 (12,09%) identificaram a existência de sensores de luz para apagamento ou acendimento das luzes por movimento ou hora do dia. Quanto ao uso de energia solar ou eólica, das 35 instituições avaliadas, apenas 3 instituições foram citadas: 15 pessoas (16,48%) apontaram o uso de energia solar na instituição, seja para aquecimento de água ou geração de energia, e 1 pessoa (1,10%) apontou o uso de energia eólica. Por último, 65 pessoas (71,43%) declararam ter a consciência de

apagar as luzes e equipamentos após sair de um ambiente que não será mais utilizado, o que pode significar um senso de comunidade e possivelmente de pertencimento em relação à instituição de ensino.

Sobre a arquitetura da edificação da instituição de ensino, 82 dos participantes (90,11%) não conseguiu identificar se haviam sido utilizados materiais sustentáveis na construção da escola avaliada. Esse resultado é compreensível, visto que a identificação desses materiais pode não ser algo fácil para quem não está inserido no contexto da construção civil, e considerando que o uso de materiais não convencionais não é tão comum e muitas vezes requer mão de obra especializada. Na questão foram enumerados três tipos de materiais: aqueles produzidos de forma artesanal nas proximidades, como tijolos ecológicos, ladrilhos hidráulicos e barro para construções de taipa; materiais reaproveitados de outras construções, como tijolos, telhas ou madeira de demolição, ou ainda o uso de materiais não convencionais que iriam para o lixo, como garrafas PET ou de vidro; e por fim, os materiais reciclados, como telhas produzidas a partir de embalagens Tetra Pak, ou blocos de concreto que utilizam materiais reciclados na sua composição.

Quanto ao uso de elementos arquitetônicos para proteção do sol, 29 dos participantes (31,87%) não identificaram nenhum elemento na sua escola/universidade. Dentre os elementos mais citados, destacam-se os cobogós (elemento vazado, normalmente feito de porcelana, cimento ou tijolo, utilizado na construção de paredes com a função de barrar o sol, mas permitindo a entrada de ventilação e iluminação), os beirais e as marquises (figura 3). É relevante destacar que, embora cada alternativa da questão estivesse acompanhada de uma imagem elucidativa, assim como na questão anterior, os participantes que não têm o conhecimento técnico acerca do tema, podem não ter conseguido identificar tais elementos, ainda que nenhum dos participantes tenha mencionado dificuldade com a questão

Figura 3: Os participantes identificaram o uso de elementos arquitetônicos para proteção ao sol na arquitetura da sua escola/universidade.

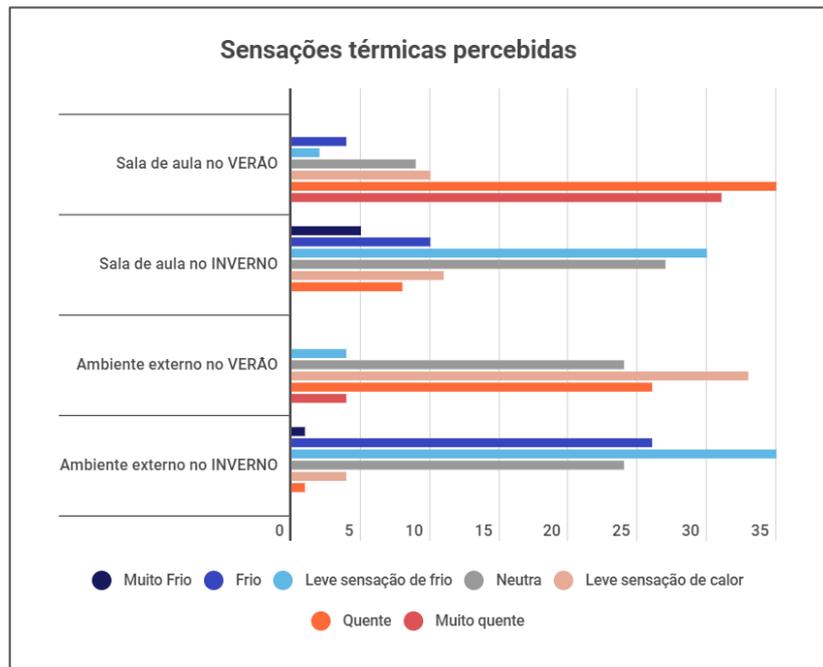


Fonte: elaborado pelos autores.

Nas questões referentes ao conforto térmico e sensações percebidas, 76 dos participantes (83,52%) disseram considerar ambientes internos da escola/universidade, como uma sala de aula, levemente quente, quente ou muito quente no verão (figura 4). E durante o inverno, 60,6% declararam a sensação neutra ou leve sensação de frio. Para efeitos da questão, os participantes deveriam considerar ar-condicionado ou ventiladores desligados.

Em áreas externas sombreadas, como pátios ou corredores, a sensação que se destaca durante o verão, de acordo com os entrevistados, é de leve sensação de calor. E durante o inverno, leve sensação de frio. Perguntas comumente presentes em avaliações de pós-ocupação e de percepção térmica, durante a pesquisa, tiveram o intuito de fazer o participante refletir sobre a capacidade do edifício de promover o conforto térmico sem a necessidade de recorrer à climatização artificial. Quanto mais respostas próximas ao neutro, maior se evidencia a capacidade da edificação de proporcionar conforto térmico nas diferentes estações do ano.

Figura 4: Sensações térmicas percebidas em ambientes internos e externos durante o verão e o inverno.



Fonte: elaborado pelos autores.

Quanto ao conforto acústico, apenas 26 (28,57%) dos participantes indicaram que ambientes internos, como salas de aulas, não sofriam com a interferência de ruídos. As demais pessoas relataram que o ambiente sofria com ruídos provenientes de salas vizinhas, outros prédios dentro do terreno, fontes externas ao terreno, como rodovias e edificações vizinhas, ou ainda ruídos provenientes da própria sala de aula, como o de aparelhos de ar-condicionado, que dependendo do modelo e da manutenção, podem gerar ruídos suficientes para atrapalhar as atividades.

Em relação ao conforto visual e iluminação natural, 21 dos entrevistados (23,08%) responderam que nenhum dos ambientes internos da escola/universidade recebia luz solar o suficiente, através das aberturas do espaço, para não depender de iluminação artificial. E apenas 4 pessoas (4,40%) disseram que todos os ambientes possuíam iluminação natural o suficiente.

Quanto à ventilação natural, 71 dos participantes (78,02%) declararam existir janelas que podem ser abertas nos ambientes da escola/universidade. No entanto, 16 pessoas

(21,2%) relataram que não identificaram na instituição qualquer tipo de ventilação nos ambientes internos, seja natural ou mecânica. Dos participantes, 10 (10,99%) responderam não sentir a ventilação nos corredores da edificação, enquanto 36 (39,56%) disseram sentir pouco, 34 (37,36%) moderadamente e 11 (12,09%) muito. A intenção dessa pergunta foi aguçá-la a percepção dos participantes quanto a ação e importância da ventilação cruzada numa edificação, visto que a circulação dos ventos contribui para o conforto térmico em climas quentes e a renovação de ar é importante para a saúde dos usuários do espaço.

Referente aos resíduos sólidos, 41 (45,05%) dos entrevistados afirmou jogar seu lixo na lixeira comum, contra 50 (54,95%) que afirmaram usar as lixeiras da coleta seletiva. Essas respostas podem estar relacionadas tanto com o hábito pessoal do participante quanto com a disponibilidade de lixeiras da coleta seletiva na instituição avaliada. Entretanto, é relevante ressaltar que nenhum entrevistado declarou jogar lixo no chão, o que, além de ser um indicativo de consciência ambiental, pode significar um sentimento de pertencimento com o ambiente da escola/universidade e um senso de comunidade.

Finalmente, quanto à avaliação dos participantes em relação às contribuições da ferramenta, 52 (57,14%) declarou que responder o formulário contribuiu muito para o seu conhecimento, 30 (32,97%) disseram ter contribuído razoavelmente, e 9 (9,89%) contribuído pouco. Ainda que 20 (21,98%) tenha admitido não ter assistido nenhum dos vídeos complementares ou acessado os links dos artigos recomendados. 63 (69,23%) disse ter assistido alguns vídeos e lido alguns artigos, e 8 (8,79%) declarou ter assistido a todos os vídeos e acessado todos os artigos. O eixo temático que mais interessou aos entrevistados foi o de Arquitetura, com 53 respostas (58,24%), seguido pelos de Energia e Água (15 respostas cada, equivalente a 16,48%) e Localização e Entorno (8 respostas, equivalente a 8,79%).

Dentre os participantes, 43 pessoas (47,25%) acredita que o conhecimento adquirido através da experiência de responder o formulário contribuiu para mudar muito a forma de olhar os edifícios, principalmente os escolares, a partir de agora. 36 (39,56%) acredita que contribuiu razoavelmente, 10 (10,99%) que contribuiu pouco, e 2 (2,20%) que não contribuiu nada. Nesse sentido, o formulário cumpriu a função de ferramenta didática, ao compartilhar conhecimentos e contribuir para mudança de percepção acerca da qualidade ambiental de edificações de ensino.

Considerações finais

Os resultados da aplicação da ferramenta (formulário) trazem uma série de reflexões acerca das temáticas que envolvem a qualidade ambiental de uma edificação de ensino. A educação ambiental nas escolas pode incluir a própria edificação no processo, que é um espaço familiar aos usuários e, embora muitos dos aspectos tratados possam passar despercebidos na rotina escolar, possuem impacto no desempenho dos profissionais e estudantes que utilizam a edificação.

Os participantes demonstraram, de modo geral, possuir consciência ambiental, ao reconhecer, por exemplo, a importância da economia de água e de energia, e ao entender a relação entre o conforto ambiental e as soluções arquitetônicas. Nesse sentido, os resultados foram significativos e reforçam a relevância de se projetar espaços escolares que levem em consideração as questões ambientais, e de disseminar essas informações e suas percepções na sociedade.

O intuito do processo, além de compartilhar o conhecimento acerca de aspectos da sustentabilidade arquitetônica do espaço construído escolar, foi provocar a reflexão dos participantes enquanto respondiam às perguntas. Sendo assim, os resultados demonstraram que o objetivo foi atingido.

Destaca-se que a pesquisa ressalta a importância de projetar e construir edificações de Instituições de ensino não só considerando os parâmetros do LEED e do AQUA, mas apontando a avaliação ambiental como parte do processo de educação ambiental (EA). Pois a escola não só estimula atividades de ensino e aprendizagem envolvendo EA, mas sua configuração espacial e aspectos arquitetônicos influenciam a realização e criação de tais atividades. Dessa forma, o ambiente escolar em si passa a ser o espaço onde os aspectos de sua sustentabilidade materializam ações de educação ambiental.

Por fim, pontua-se que a pesquisa tem o potencial para continuidade; a ferramenta ficará disponibilizada gratuitamente para qualquer instituição de ensino do Brasil de forma a subsidiar outras pesquisas no âmbito da educação ambiental em interface com a arquitetura.

Referências

- ABERGEL, Thibaut et al. 2018 Global Status Report: Towards a Zero-Emission, Efficient, and Resilient Buildings and Construction Sector. **Global Alliance for Buildings and Construction**. 2018. Disponível em: <<https://www.worldgbc.org/sites/default/files/2018%20GlobalABC%20Global%20Status%20Report.pdf>> Acesso em 04/06/2020.
- ANDRADE, Francisco de Carvalho Dias de. **Uma poética da técnica**: a produção da arquitetura vernacular no Brasil. Tese (Doutorado em História) - Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2016.
- ANTUNES, Lucas Niehuns; GHISI, Eneidir. POTENCIAL DE ECONOMIA DE ÁGUA E ENERGIA EM EDIFICAÇÕES ESCOLARES. **Anais do 5º Simpósio sobre Sistemas Sustentáveis**. UFRGS, 2019.
- BRASIL, Paula de Castro; SILVA, Juliana Christiny. Impactos da arquitetura escolar na qualidade do ensino brasileiro. **Conhecimento & Diversidade**, v. 10, n. 21, p. 187-197, 2018.
- CAMILLIS, Patrícia Kinast de. **Organizando com barro**: a bioconstrução como prática de cooperação. Tese (Doutorado em Administração) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.
- CARVALHO, Isabel Cristina de Moura. **Educação ambiental e a formação do sujeito ecológico**. São Paulo: Cortez, 2017.
- DA SILVA, Carmen Lúcia Gomes; TAVEIRA, Flavia Giangiulio. POR QUE FAZER ESCOLAS SUSTENTÁVEIS? **Revista Campo do Saber**, v. 2, n. 2, 2016.
- DONOVAN, Kevin; GKARTZIOS, Menelaos. Architecture and rural planning: Claiming the Vernacular. **Land Use Policy**, v. 41, p. 334-343, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2014.06.013>.
- DU PLESSIS, Chrisna. **Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries**: a discussion document. CSIR Building and Construction Technology, Pretoria, 2002.
- DU PLESSIS, Chrisna. A strategic framework for sustainable construction in developing countries. **Construction management and economics**, v. 25, n. 1, p. 67-76, 2007
- DURAN, Sergi Costa. **Architecture and Energy Efficiency**. Barcelona: FKG, 2011.
- ELETROBRAS. **Sobre o Procel**. Disponível em: <<https://www.eletrobras.com/>>. Acesso em out. 2018.

- EL TUGOZ, Jamila; et al. Captação e aproveitamento da água das chuvas: o caminho para uma escola sustentável. **Revista de gestão ambiental e sustentabilidade**, v. 6, n. 1, p. 26-39, 2017.
- FORD, Alan. **Designing the Sustainable School**. Austrália: The Images Publishing Group Pty Ltd, 2007.
- FOSSATI, Michele; ROMAN, Humberto Ramos; SILVA, Vanessa G. Metodologias para avaliação ambiental de Edifícios: uma revisão bibliográfica. **IV SIBRAGEC/I ELAGEC**. Porto Alegre, 2005.
- FUNDAÇÃO VANZOLINI E CERWAY. **Guia Prático AQUA-HQE™ - Edifícios em Operação – Edifício Sustentável** - Versão de 5 de janeiro de 2017. São Paulo: Fundação Vanzolini, 2017
- GELFAND, Lisa. **Sustainable school architecture: Design for elementary and secondary schools**. John Wiley & Sons, 2010.
- GILBERT, Richard et al. Sustainable transportation performance indicators (STPI). **Transportation Research Board (TRB), CD ROM**, v. 2003, 2003.
- GUY, Simon; FARMER, Graham. Reinterpreting sustainable architecture: the place of technology. **Journal of Architectural Education**, v. 54, n. 3, p. 140-148, 2001.
- KATS, Gregory. Greening America's Schools. **American Federation of Teachers, et al. Capital E**, 2006.
- KIBERT, Charles J. **Sustainable Construction: Green Building Design and Delivery**, 2ª Ed., New Jersey: John Wiley & Sons, Inc, 2013.
- KYLILI, Angeliki; FOKAIDES, Paris A.; JIMENEZ, Petra Amparo Lopez. Key Performance Indicators (KPIs) approach in buildings renovation for the sustainability of the built environment: A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 56, p. 906-915, 2016. DOI: 10.1016/j.rser.2015.11.096
- KOWALTOWSKI, Doris CCK. **Arquitetura escolar: o projeto do ambiente de ensino**. Oficina de textos, 2011.
- LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando O. R. **Eficiência Energética na Arquitetura**. 3ª Ed. São Paulo: ELETROBRAS/PROCEL, 2014.
- MANZANO-AGUGLIARO, Francisco et al. Review of bioclimatic architecture strategies for achieving thermal comfort. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 49, p. 736-755, 2015.

MENDELL, Mark J.; HEATH, Garvin A. Do indoor pollutants and thermal conditions in schools influence student performance? A critical review of the literature. **Indoor air**, v. 15, n. 1, p. 27-52, 2005.

NASCIMENTO, Luna Catrina Pontes. O conforto térmico de áreas escolares: análise da vegetação por meio do ENVI-met. **IV Congresso latinoamericano de simulación en edificios**. Mendoza, 2019

NICODEMO, M. L. F.; PRIMAVESI, O. Por que manter árvores na área urbana? **Embrapa Pecuária Sudeste - Documentos (INFOTECA-E)**, 2009.

OLIVER, Paul. **Built to meet needs**: cultural issues in Vernacular Architecture. Oxford: Elsevier LTDA, 2006.

PUTEH, Marzita et al. Thermal comfort in classroom: constraints and issues. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, v. 46, p. 1834-1838, 2012.

SHISHEGAR, Nastaran; BOUBEKRI, Mohamed. Natural light and productivity: Analyzing the impacts of daylighting on students' and workers' health and alertness. In: **Proceedings of the International Conference on Health, Biological and Life Science (HBL-16), Istanbul, Turkey**. 2016. p. 18-19.

SOUZA, Larissa Negris de. **Arquitetura escolar, parâmetros de projeto e modalidades de aprendizagem**. 190fl. Dissertação (Mestrado em Arquitetura, Tecnologia e Cidade) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Unicamp, Campinas, 2018.

SUZER, Ozge. A comparative review of environmental concern prioritization: LEED vs other major certification systems. **Journal of environmental management**, v. 154, p. 266-283, 2015.

USGBC. **LEED v4 para OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE EDIFÍCIOS**. Guia de Referência. 116p. Atualizado em 1º de outubro de 2014.

VELLINGA, Marcel. The End of the Vernacular: Anthropology and the Architecture of the Other. **Etnofoor**, v. 23, n. 1, p. 171-192, 2011.

VIEIRA, Luciane Alves; BARROS FILHO, Mauro Normando. A emergência do conceito de Arquitetura Sustentável e os métodos de avaliação do desempenho ambiental de edificações. **REVISTA HUM@NAE**, v. 4, n. 1, 2012. Disponível em <<http://humanae.esuda.com.br/index.php/humanae/article/view/55>>. Acesso em 30 abr. 2020.

Submetido em: 24-08-2021.

Publicado em: 14-04-2023.