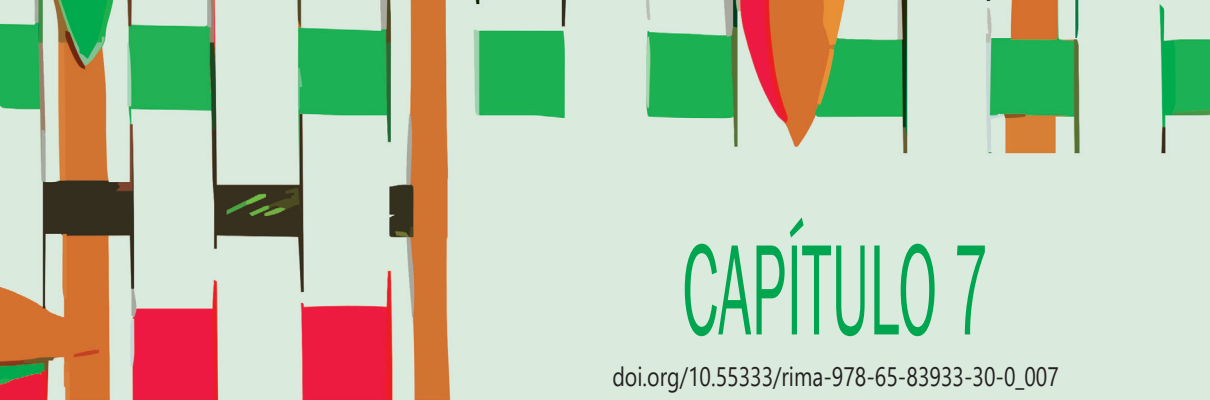




CAPÍTULO 7

doi.org/10.55333/rima-978-65-83933-30-0_007

RETROFIT COMO FERRAMENTA DE SUSTENTABILIDADE PARA EDIFICAÇÕES CONSTRUÍDAS NO AMAZONAS

Jeanni Alves Nunes Monteiro

Mestrado, Programa de Mestrado Profissional em Gestão e Estratégia (MPGE/
UFRRJ), Manaus, AM, Brasil. E-mail: jeanni.monteiro@ifam.edu.br.
ORCID: 0000-0002-1185-4322

Roberta Dalvo Pereira da Conceição

Doutorado, Programa de Mestrado Profissional em Gestão e Estratégia
(MPGE/UFRRJ) e CEFET/RJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
E-mail: rdalvo@gmail.com. ORCID: 0000-0002-1566-0437

Raysa Costa Maia

Graduação, CEFET/RJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
E-mail: raysacmaia@gmail.com
ORCID: 0000-0003-4980-4774

A construção sustentável deve pensar no futuro, apresentando baixo impacto ambiental, sendo financeiramente viável, promovendo desenvolvimento social, oferecendo condições de conforto e usabilidade aos ambientes e, ainda, respeitando a cultura local. Nas edificações do Instituto Federal do Amazonas (IFAM), as condições de transporte de materiais e equipamentos na região, a mão de obra de baixa qualidade, a sazonalidade do clima e a ausência de certificações apontam para um desequilíbrio nas dimensões sustentáveis. Para este estudo, o universo da pesquisa compreendeu 17 edificações distribuídas pelo estado do Amazonas, das quais 5 foram selecionadas como amostra. Essas edificações foram submetidas à análise da envoltória pelo método simplificado e à avaliação de sustentabilidade, baseada nas principais certificações e legislações. Foram entrevistados 13 servidores da área de construção civil do IFAM, com o intuito de identificar as principais barreiras para a concepção de construções sustentáveis e reconhecer os materiais utilizados nessas obras. Para a análise dos dados, aplicou-se a técnica de análise de conteúdo das entrevistas. Como principal resultado, verificou-se que a Edificação Fase I apresenta maior nível de sustentabilidade em comparação à Fase II; entretanto, ambas não atingem a pontuação necessária para serem classificadas como sustentáveis. Assim, o *retrofit* surge como uma ferramenta viável para promover a sustentabilidade em edificações já construídas.

Palavras-chave: Construções sustentáveis. Obras públicas. Dimensões sustentáveis. Eficiência energética. IFAM.

INTRODUÇÃO

A construção civil é um dos segmentos que mais consomem recursos e matérias-primas, sendo responsável por aproximadamente 40% do consumo mundial de energia e por 16% da água utilizada no planeta (John *et al.*, 2002). Dessa forma, é imprescindível que a sustentabilidade assuma, de forma gradual, uma posição decisiva para mitigar os efeitos desse cenário, sobretudo porque somente a partir da década de 1990 o conceito de sustentabilidade passou a ser incorporado pela construção civil em suas ações e preocupações, apesar de essa indústria exercer grande pressão sobre o meio ambiente (Techio *et al.*, 2016).

No contexto específico das obras públicas sustentáveis do Instituto Federal do Amazonas (IFAM), observa-se um cenário singular: o estado possui grande extensão territorial, baixa cobertura de rodovias e predominância do transporte hidroviário. Essa realidade resulta em maior custo para o transporte de insumos destinados à execução das obras. Soma-se a isso a escassez de mão de obra especializada e a ausência de um levantamento sistematizado sobre materiais e fornecedores locais. Diante desse quadro, o presente capítulo tem por objetivo analisar e discutir a sustentabilidade na produção das edificações do IFAM, considerando conceitos de construções sustentáveis, eficiência energética e certificações ambientais.

O capítulo está organizado em seis seções. A primeira apresenta o conceito de construção sustentável e eficiência energética; a segunda discute legislações e certificações; a terceira descreve as características das edificações; a quarta aborda a metodologia utilizada, incluindo a análise da envoltória e a avaliação da sustentabilidade; a quinta apresenta os resultados; e, por fim, a sexta seção apresenta as conclusões.

MATERIAIS E MÉTODOS

Construções Sustentáveis e Eficiência Energética

A construção sustentável é concebida pensando no futuro, pois, além de minimizar os impactos ambientais, deve ser financeiramente viável, promover o desenvolvimento social e oferecer condições de conforto e usabilidade aos ambientes projetados, evitando agressões desnecessárias ao meio ambiente (Paiva; Ravache, 2021). Em uma abordagem mais ampla, a arquitetura sustentável vai além das questões relacionadas ao conforto ambiental e ao consumo energético. Envolve fatores ambientais, socioculturais, econômicos, urbanos e de infraestrutura. Assim, os pressupostos para a sustentabilidade da arquitetura são extraídos do contexto em questão e relacionados ao problema ou programa de necessidades do projeto (Gonçalves; Duarte, 2006).

Um critério fundamental para edificações sustentáveis é a seleção de materiais, que não se limita à escolha do tipo de material, mas inclui especialmente o uso eficiente e consciente dos recursos disponíveis. Considerando o impacto ambiental da arquitetura, a reabilitação tecnológica de edifícios — denominada *retrofit* — constitui uma alternativa à demolição e à construção de novas estruturas, que acarretariam impactos ambientais significativamente maiores. O *retrofit* tem como principais objetivos: dar novos usos ao edifício, melhorar o conforto ambiental, otimizar o consumo de energia no médio e no longo prazos, elevar o valor arquitetônico e econômico da edificação ou mesmo restaurar seu valor inicial (Gonçalves; Duarte, 2006).

Tendo os usuários como fator essencial para o sucesso de programas de redução de energia, uma vez que interagem diretamente com o ambiente, suas ações, como desligar aparelhos quando não estão em uso, racionar água durante o banho ou manter portas e janelas fechadas em ambientes climatizados, são determinantes para o desempenho da edificação (Manual de Economia de Energia, 2010).

Diante disso, para medir o desempenho, o comportamento e as expectativas relacionadas às edificações, torna-se necessária sua avaliação sistematizada. Na próxima seção, apresentamos as principais ferramentas de avaliação e certificação utilizadas para esse fim.

Ferramentas e certificações para edifícios sustentáveis

Para certificar edificações, foram criados sistemas de avaliação organizados em duas categorias: a primeira promove a construção sustentável por meio de mecanismos de mercado, podendo ser facilmente incorporada por projetistas em geral, e normalmente aparece em formato de listas de verificação, como LEED, BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method), HK-BEAM (Hong Kong Building Environmental Assessment Method), entre outros (Silva, 2007).

O LEED dispõe de categorias que abrangem diversas fases do ciclo de vida de um edifício. As classificações podem ser aplicadas às fases de concepção de projetos, construção e operação. A metodologia de avaliação desse sistema é baseada em um checklist distribuído em sete categorias específicas, passíveis de pontuação: eficiência do uso da água; espaços sustentáveis; energia e atmosfera; materiais e recursos; qualidade ambiental interna; inovação; e créditos de caráter regional. Nessa certificação, pode-se atingir de 100 a 110 pontos, e o nível do selo dependerá da pontuação obtida (GBC, 2015).

Já a avaliação no sistema AQUA-HQE está subdividida em 14 categorias, distribuídas da seguinte forma: 1. Edifício e entorno; 2. Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos; 3. Canteiros de obras; 4. Energia; 5. Água (redução do

consumo); 6. Resíduos; 7. Conservação; 8. Conforto higrotérmico; 9. Conforto acústico; 10. Conforto visual; 11. Conforto olfativo; 12. Qualidade dos espaços; 13. Qualidade do ar; 14. Desempenho sanitário

Na certificação BREEAM, há nove categorias, sendo uma delas dedicada à inovação. Essas categorias são distribuídas em 57 questões que fundamentam a avaliação e a pontuação. O sistema é subdividido em duas partes: a primeira refere-se aos itens da edificação em si, e a segunda abrange a manutenção e a gestão do edifício. Os critérios considerados são: 1. Gerenciamento; 2. Saúde e bem-estar; 3. Energia; 4. Transporte; 5. Água; 6. Recursos; 7. Resiliência; 8. Uso de solo e ecologia; 9. Poluição.

No contexto das edificações públicas brasileiras, desde junho de 2014 vigora a Instrução Normativa MPOG nº 02/2014, que dispõe sobre o uso da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) em projetos e edificações públicas federais novas ou submetidas a *retrofit*, com área superior a 500 m² (IN, 2014).

Como obter a classificação da eficiência energética geral da edificação

Para obter a classificação da eficiência energética geral da edificação, segundo a nova Instrução Normativa do Inmetro (INI-C), é necessário avaliar todos os sistemas parciais aplicáveis: envoltória, sistema de condicionamento de ar, iluminação e aquecimento de água. Para sua determinação, calcula-se o consumo total de energia elétrica e térmica da edificação real, converte-se esse valor em energia primária utilizando os fatores de conversão e, por fim, realiza-se a comparação com a edificação de referência.

A INI-C foi criada para aprimorar os métodos anteriores, como o RTQ-C, aproximando os resultados da etiquetagem do consumo real das edificações. Esse método proporciona integração entre as fontes de energia elétrica e térmica na análise do desempenho energético, convertendo-as em energia primária e avaliando-as em conjunto, o que resulta em valores mais próximos das condições reais de uso.

A nova proposta de avaliação apresenta dois métodos: simplificado e simulação computacional. O método simplificado substitui o antigo prescritivo e, embora seja menos flexível que o método de simulação, é de fácil aplicação e contempla a maior parte das soluções arquitetônicas típicas da construção civil, abrangendo também sistemas de condicionamento de ar, iluminação e aquecimento de água.

De acordo com a INI-C, o novo método considera as seguintes características: envoltória, sistema de condicionamento de ar, sistema de iluminação e sistema de aquecimento de água. Ainda é possível incluir informações relativas ao uso racional de água e às emissões de dióxido de carbono da edificação.

Para a obtenção da ENCE geral, a eficiência energética deve ser avaliada com base no desempenho relativo ao consumo estimado de energia primária e ao potencial de geração local de energia renovável. A ENCE pode ser emitida para todos os sistemas reunidos (ENCE geral), para combinações específicas de sistemas ou apenas para a envoltória da edificação (ENCE parcial).

No método simplificado, o primeiro passo consiste na elaboração da escala de classificação da eficiência energética da envoltória. A envoltória é a “casca” do edifício, composta pelos elementos em contato com o exterior, incluindo fachadas, cobertura, marquises, aberturas e demais componentes externos. É possível obter a ENCE parcial a partir da classificação eficiente da envoltória.

A envoltória, assim como a edificação, é avaliada em condição real e de referência. Nessa etapa, compara-se a carga térmica anual de resfriamento (CgTr), deixando de utilizar diretamente o consumo de energia primária (CEP). Após o cálculo da CgTr nas duas condições, determina-se o fator de forma da edificação, obtido pela divisão entre a área da envoltória e o volume total da edificação. A área da envoltória resulta da soma das áreas das paredes externas e da cobertura; o volume total é calculado pela soma das multiplicações da área de cada pavimento por seu pé-direito. A partir desse fator de forma e do grupo climático ao qual a edificação pertence, determinado segundo a classificação de Roriz (2014), obtém-se o coeficiente de redução da carga térmica anual para as classes A a D.

Nesta pesquisa, foram utilizadas como referência as estratégias recomendadas pela NBR 15220-3, conforme descrito anteriormente, para a zona bioclimática 8, correspondente ao estado do Amazonas.

Assim, para a realização do estudo, esse recurso foi adotado para avaliar a eficiência energética das edificações do IFAM e identificar formas de aprimorar esse critério sustentável, buscando soluções simples e viáveis que contribuam para torná-las mais eficientes.

Características das edificações do IFAM

As edificações do IFAM, instaladas em municípios do interior do Amazonas e na capital, estão distribuídas em 15 campi e foram construídas em diferentes fases.

A implantação da fase de expansão ocorreu em etapas, descritas da seguinte forma: Expansão Fase I (edifícios oriundos dos CEFETs e Escolas Agrotécnicas), Fase II (edifícios térreos implantados no primeiro período de ampliação da Rede Federal no interior, contemplando os municípios de Maués, Parintins, Presidente Figueiredo, Coari e Tabatinga) e Fase III (edifícios de dois pavimentos implantados no segundo

período de expansão nos municípios de Itacoatiara, Tefé, Eirunepé e Humaitá), sendo que três edificações desta última fase ainda não foram concluídas.

Neste trabalho, optou-se por trabalhar com duas tipologias que marcaram os períodos de expansão e reestruturação da Rede: o Bloco Pedagógico de São Gabriel da Cachoeira (Fase I) e o Campus Parintins (Fase II).

Quanto às edificações da Fase I, por se tratarem de estruturas oriundas de antigas escolas agrotécnicas, não há plantas arquitetônicas padronizadas. Assim, foi selecionado o Campus de São Gabriel da Cachoeira, localizado a cerca de 1.000 km da capital Manaus. O prédio do Bloco Pedagógico possui área aproximada de 2.982,32 m² e é uma edificação térrea composta por duas alas, direita e esquerda, separadas por área ajardinada. A construção é em alvenaria de blocos cerâmicos, com estrutura em concreto armado simples. Os ambientes compreendem salas de aula, laboratórios, salas administrativas, banheiros coletivos masculino e feminino, cantina com pátio coberto e auditório.

A cobertura da ala direita foi projetada em estrutura de madeira com telha de fibrocimento, enquanto a ala esquerda apresenta estrutura metálica e madeira, também com telha de fibrocimento. A edificação possui forro de PVC apoiado em estrutura de madeira.

Na maior parte dos ambientes, as esquadrias são de alumínio com venezianas no mesmo material, excetuando-se o auditório e o laboratório de informática, que possuem esquadrias de alumínio e vidro. Todas as janelas são de correr e foram dispostas de modo a permitir ventilação cruzada. O piso dos ambientes é revestido com material de alta resistência (tipo korodur), exceto os banheiros, que possuem revestimento cerâmico.

As instalações elétricas são antigas, com luminárias fluorescentes do tipo calha, sem sistemas de automação. As salas são climatizadas com aparelhos do tipo split, embora alguns ambientes ainda utilizem ar-condicionado de janela. A eficiência desses equipamentos varia entre as classes A e D. O sistema de abastecimento de água é indireto, com caixa d'água, e o sistema de esgoto é convencional, composto por fossa séptica e sumidouro.

Quanto à edificação da Fase II, trata-se de um projeto arquitetônico replicado em cinco municípios do interior: Parintins, Maués, Presidente Figueiredo, Coari e Tabatinga. Para a análise da envoltória, a pesquisa selecionou as edificações dos campi São Gabriel da Cachoeira (Fase I) e Parintins (Fase II), ambas conectadas à capital somente por hidrovias e aerovias.

O prédio principal do campus Parintins é térreo, com alas direita e esquerda separadas por área ajardinada. A área construída é de 4.483,82 m², utilizando sistema construtivo convencional (concreto armado e alvenaria de tijolos cerâmicos). Os am-

bientes incluem salas de aula, laboratórios, auditório, biblioteca, salas administrativas, sanitários coletivos masculino e feminino e refeitório.

A cobertura é composta por estrutura metálica com telha de barro e forro em PVC. As esquadrias são de correr, em perfis de alumínio e vidro, posicionadas de modo a favorecer a ventilação natural cruzada. Os pisos são, em geral, de alta resistência (korodur), e as áreas úmidas (banheiros, copa e refeitório) recebem revestimento cerâmico.

O sistema de abastecimento de água é indireto, com caixa d'água. Para o esgoto, foi construída uma Estação de Tratamento de Efluentes (ETE), que, porém, apresenta dificuldades de funcionamento devido à sua capacidade limitada. O prédio foi concebido com alguns itens de acessibilidade (como rampas e box acessível), atendendo apenas a cadeirantes e pessoas com mobilidade reduzida. Entretanto, verificou-se, por meio da consulta ao projeto e das visitas *in loco*, a ausência de dispositivos essenciais para a superação de barreiras arquitetônicas, limitando a plena acessibilidade da edificação.

A execução dessas edificações não cumpriu o cronograma inicial previsto, havendo necessidade de aditamentos de prazo. Nesse contexto, torna-se essencial pensar em soluções mais viáveis para a execução de obras no interior do Amazonas, possibilitando construções sustentáveis que superem as dificuldades regionais, como transporte de materiais, baixa qualificação da mão de obra local, má gestão das empresas e falta de conhecimento sobre fornecedores e materiais disponíveis na região.

METODOLOGIA

O estudo tem como proposta central apresentar uma oportunidade de aplicação do conceito de construção sustentável nas edificações do IFAM, de modo a mitigar problemas regionais, tais como a grande dificuldade de logística para transporte de materiais e equipamentos, a baixa qualificação da mão de obra especializada, a ausência de materiais adequados para a execução de serviços específicos e a sazonalidade do clima. Dessa forma, trata-se de um estudo baseado na pesquisa qualitativa, com características de estudo de caso.

O universo da pesquisa foi composto por 17 edificações, correspondentes a uma edificação em cada campus do IFAM, distribuídas pelos municípios do Amazonas. Como amostra, foram selecionadas 2 tipologias, totalizando 5 edificações. Essas edificações foram submetidas à análise da envoltória por meio do método simplificado e à avaliação da sustentabilidade, com base nos critérios do LEED e nas legislações vigentes.

Os sujeitos da pesquisa foram técnico-administrativos em educação (TAEs) da área de construção civil do IFAM, distribuídos entre os cargos de arquiteto, engenheiro civil, engenheiro eletricista, técnico de edificações e técnico em eletrotécnica.

A coleta de dados utilizou como instrumento a entrevista semiestruturada, adotando duas técnicas principais: revisão sistemática da literatura e avaliação das edificações quanto aos critérios de sustentabilidade.

A seguir apresenta-se, no Quadro 1, o roteiro da entrevista semiestruturada, elaborado com base nos critérios sustentáveis para prédios públicos estabelecidos pela Instrução Normativa nº 01/2010, que define como eixos principais energia, água, resíduos, materiais, entre outros.

Quadro 1 Roteiro das entrevistas.

Roteiro das entrevistas com os TAE (da área de construção civil) do IFAM

Questão 1: “Você sabe o que são construções sustentáveis?”

Questão 2: “Se sim, descreva ou defina construções sustentáveis?”

Questão 3: “Se não sabe o que são construções sustentáveis, como você poderia descrever?”

Questão 4: “No seu trabalho, quais legislações ou normas você utiliza para elaboração de projetos de construções sustentáveis?”

Questão 5: “Você conhece alguma certificação de construção sustentável? Qual?”

Questão 6: “Quais materiais de construção você utiliza na elaboração dos projetos, que auxiliem na sustentabilidade da edificação?”

Questão 7: “É cobrado das empresas contratadas alguma certificação de construção sustentável para projetos ou obras do IFAM?”

Questão 8: “É cobrado das empresas contratadas para execução das obras a destinação correta dos resíduos de construção?”

Questão 9: “É acompanhado através de documentos ou de visita *in loco* a destinação correta dos resíduos?”

Questão 10: “As empresas entregam plano de gerenciamento de resíduos aos fiscais da obra?”

Questão 11: “Há algum treinamento da instituição sobre construção sustentável? Ou incentivo sobre isso?”

Questão 12: “Nas licitações de obras e serviços de engenharia, como você identifica os elementos para as sustentabilidades das edificações?”

Questão 13: “O que poderia ser feito para tornar as edificações do IFAM sustentáveis?”

Fonte: Autoria própria (2022).

A coleta de dados das edificações foi desenvolvida por meio da análise de 2 prédios da instituição, com tipologia de edifício escolar, pertencentes às Fases I e II, submetidos aos critérios da nova INI-C para prédios públicos, ferramenta do Programa PBE Edifica, responsável por classificar a eficiência energética das edificações. Neste estudo, foi considerada apenas a envoltória das edificações. A partir dessa ferramenta, realizou-se a análise da sustentabilidade ambiental das tipologias avaliadas.

No que se refere aos aspectos ambientais, socioculturais e econômicos, utilizou-se uma metodologia baseada nas certificações LEED, BREEAM e AQUA, em con-

sonância com os critérios sustentáveis para edificações públicas. Para isso, empregou-se o cruzamento de informações entre uma matriz de categorias e um checklist, a fim de mensurar o nível de sustentabilidade das edificações.

Dessa forma, definiu-se que a análise de dados seria conduzida a partir dos resultados obtidos pelo levantamento qualitativo, permitindo examinar as relações entre as variáveis e responder às questões levantadas na discussão.

RESULTADOS DA PESQUISA

Em agosto de 2022, foram realizadas entrevistas com técnicos da área de construção civil do IFAM, profissionais responsáveis pela elaboração de projetos básicos e pela fiscalização de obras. As entrevistas, do tipo semiestruturadas, foram conduzidas por videochamada com 13 participantes e tiveram duração média de 15 minutos.

Resultados da entrevista

Das treze respostas obtidas para a questão 5, verificou-se que seis respondentes desconheciam as certificações voltadas à sustentabilidade de edificações. Apenas um entrevistado mencionou conhecimento da Instrução Normativa nº 01/2010, que trata dos critérios de sustentabilidade na aquisição de bens e na contratação de serviços ou obras no âmbito da administração pública federal.

Entre os materiais sustentáveis mencionados, prevaleceu a referência às lâmpadas de LED. Um dos participantes destacou a importância do aproveitamento dos resíduos da construção civil, aspecto contemplado pela IN nº 01/2010. Seis entrevistados afirmaram perceber avanços nesse sentido nos novos projetos, especialmente a partir do modelo adotado para contratação de empresas terceirizadas responsáveis pela elaboração dos projetos.

No tocante ao destino dos resíduos da construção civil, apenas um entrevistado afirmou haver destinação correta. Seis respondentes relataram que há apenas a exigência formalizada em editais, termos de referência e contratos, mas sem documentação efetiva que comprove a destinação final dos resíduos. Ressalta-se que a Resolução nº 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) estabelece diretrizes para o gerenciamento dos resíduos gerados pela construção civil.

Avaliação da eficiência energética da envoltória das edificações

Para a avaliação das edificações, utilizou-se a metodologia da nova INI-C, que classifica edificações públicas quanto à eficiência energética. Esse método foi desen-

volvido pelo Inmetro, em parceria com a Eletrobrás, para conceder a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) a edificações públicas, comerciais e de serviços (INMETRO, 2021).

O procedimento para determinar a eficiência da edificação, de acordo com a nova INI-C, inicia-se, no método simplificado, pela comparação entre os dados levantados na edificação real e os parâmetros da edificação modelo estabelecidos pela norma. Caso a edificação atenda aos limites definidos, é permitido utilizar o método simplificado; caso contrário, deve-se recorrer ao método de simulação computacional.

Nas edificações de Fase I e Fase II do IFAM, foram obtidos os valores de projeto conforme apresentados a seguir:

- ♦ Edificação Fase I: Bloco Pedagógico de São Gabriel da Cachoeira
- ♦ Edificação Fase II: Edificação Principal do Campus Parintins

Passo 1 – Comparar os valores dos parâmetros da INI-C com os da edificação existente.

Tabela 1 Comparação dos dados reais e de referência.

Parâmetros	Limites		Valores da Edificação Fase I (IFAM)	Valores da Edificação Fase II (IFAM)
	Valor Mínimo	Valor Máximo		
Absortância solar da cobertura (α_{cob})	0,2	0,8	0,8	0,74
Absortância solar da parede (α_{par})	0,2	0,8	0,74	0,68
Ângulo de obstrução vizinha (AOV)	0°	80°	0°	0°
Ângulo horizontal de sombreamento (AHS)	0°	80°	0°	0°
Ângulo vertical de sombreamento (AVS)	0°	90°	0°	0°
Capacidade térmica da cobertura (CTcob)	0,22 kJ/m²K	450 kJ/m²K	15,8	16
Capacidade térmica da parede (CTpar)	0,22 kJ/m²K	450 kJ/m²K	161,51	160,48

Tabela 1 Comparação dos dados reais e de referência (*continuação*).

Parâmetros	Limites		Valores da Edificação Fase I (IFAM)	Valores da Edificação Fase II (IFAM)
	Valor Mínimo	Valor Máximo		
Contato com o solo	Sem contato	Em contato	SIM	SIM
Densidade de potência de equipamentos (DPE)	4 W/m ²	40 W/m ²	4,5	11,2
Densidade de potência de iluminação (DPI)	4 W/m ²	40 W/m ²	40	38,5
Fator solar do vidro (FS)	0,21	0,87	0,8	0,8
Percentual de abertura zenital	0%	3%	0	0
Pé-direito (PD)	2,6 m	6,6 m	3,5	3,0
Percentual de abertura da fachada (PAF)	0%	80%	0,19	0,44
Piso com isolamento	Não, se isolamento < 5 mm	Sim, se isolamento > 5 mm	SIM	SIM
Transmitância térmica da cobertura (Ucob)	0,51/m ² K	5,07 W/m ² K	3,60	0,89
Transmitância térmica da parede externa (Upar)	0,50 W/m ² K	4,40 W/m ² K	3,36	3,26
Transmitância térmica do vidro (Uvid)	1,9 W/m ² K	5,7 W/m ² K	1,96	1,96

Fonte: Autoria própria (2022).

Passo 2 – Identificaram-se as zonas térmicas condicionadas artificialmente, sendo calculadas a área, a Demanda de Potência dos Equipamentos (DPE) e a Demanda de Potência de Iluminação (DPI).

Passo 3 – Inserir os dados na interface web do PBE Edifica para cálculo da carga térmica anual (CgTT). Os valores obtidos foram:

- ♦ Bloco Pedagógico de SGC (Ala Esquerda) – $CgTT_{real} = 433.011,12$ Kwh/ano
- ♦ Bloco Pedagógico de SGC (Ala Direita) – $CgTT_{real} = 685.652,04$ Kwh/ano
- ♦ Prédio Principal do Campus Parintins – $CgTT_{real} = 902.621,54$ Kwh/ano

Passo 4 – Calcular o fator de forma e o percentual de desconforto por meio da ferramenta *Natural Comfort*, disponível no site do PBE Edifica.

Fator de forma = área da edificação/volume da edificação

Fator de forma – SGC: 0,68

Fator de forma – Parintins: 0,39

Percentual de desconforto: 94%

Passo 5 – Definição dos intervalos de eficiência.

Tabela 2 Edificações escolares: coeficiente de redução do consumo de energia primária da classificação D para A, com base no fator de forma (FF) e grupo climático (GC) correspondente.

Grupo climático	Coeficiente de redução do consumo de energia primária da classificação D para A (CrCep D-A)			
	FF ≤ 0,20	0,20 < FF ≤ 0,30	0,30 < FF ≤ 0,40	FF > 0,40
GC – 17	0,27	0,28	0,27	0,25
GC – 18	0,27	0,29	0,27	0,25
GC – 22	0,28	0,30	0,28	0,27

Fonte: Adaptado PROCEL (2021).

- ♦ São Gabriel da Cachoeira (GC-17) – 0,25
- ♦ Manaus (GC-18)
- ♦ Parintins (GC-22) – 0,28

Fórmula para cálculo de coeficiente de intervalo entre as classes:

$$i = \frac{CgTTref * CRCgTTD - A}{3} \quad \text{Eq. 1}$$

Onde:

- ♦ i : coeficiente de intervalo entre as classes;
- ♦ $CgTTref$: carga térmica total da edificação em sua condição de referência (kWh/ano);
- ♦ $CRCgTTD-A$: coeficiente de redução de carga térmica anual da classe D para a classe A.

- ♦ Bloco Pedagógico de SGC (Ala Esquerda) – $CgTT_{ref} = 384.018,82$ Kwh/ano ($i = 32.0000$)
- ♦ Bloco Pedagógico de SGC (Ala Direita) – $CgTT_{ref} = 613.166,26$ Kwh/ano
- ♦ Prédio Principal do Campus Parintins – $CgTT_{ref} = 943.727,06$ Kwh/ano

Tabela 3 Eficiência energética Fase I (SGC – Ala Direita).

Eficiência	A	B	C	D	E
Lim min	–	> 316.818,82	> 320.018,82	> 352.018,82	384.018,82
Lim max	≤ 316.818,82	≤ 320.018,82	≤ 352.018,82	≤ 384.018,82	–

Fonte: Autoria própria (2022).

Tabela 4 Eficiência energética Fase I (SGC – Ala Esquerda).

Eficiência	A	B	C	D	E
Lim min	–	> 459.874,72	> 510.971,9	> 562.069,08	613.166,26
Lim max	≤ 459.874,72	≤ 510.971,9	≤ 562.069,08	≤ 613.166,26	–

Fonte: Autoria própria (2022).

Tabela 5 Eficiência energética Fase II (Parintins).

Eficiência	A	B	C	D	E
Lim min	–	> 679.483,49	> 767.564,68	> 855.645,87	943.727,06
Lim max	≤ 679.483,49	≤ 767.564,68	≤ 855.645,87	≤ 943.727,06	–

Fonte: Autoria própria (2022).

Avaliação da sustentabilidade das edificações

Verifica-se que as metodologias ou sistemas mencionados, como o LEED, AQUA e outros, avaliam majoritariamente os aspectos ambientais, deixando lacunas importantes no que se refere às dimensões socioculturais e econômicas da sustentabilidade. Com o intuito de suprir essa ausência, foi elaborado um método simplificado que considera, de forma integrada, os aspectos ambientais, econômicos e socioculturais, tendo como base teórica as certificações anteriormente citadas, bem como as legislações que tratam da sustentabilidade em prédios públicos.

A primeira etapa consistiu na elaboração de matrizes de categorias para análise comparativa entre a Instrução Normativa nº 01/2010 e os principais indicadores de

sustentabilidade presentes nas certificações, organizados conforme as três dimensões sustentáveis: ambiental, sociocultural e econômica.

Tabela 6 Matriz de categorias para análise comparativa IN 01/2010 x certificações.

Matriz de Análise das Categorias	Critérios para Obras Públicas Sustentáveis (N nº01/2010)										Legenda			
1	BREEAM													
1.1	Gestão													
1.2	Saúde e conforto													
1.3	Energia	X	X	X	X	X								
1.4	Transporte													
1.5	Água					X	X	X						
1.6	Materiais								X	X	X		X	
1.7	Desperdício													
1.8	Uso do Solo													
1.9	Poliuição										X	X	X	
2	LEED													
2.1	Terrenos sustentáveis													
2.2	Uso eficiente de água					X	X	X						
2.3	Energia e Atmosfera	X	X	X	X	X								
2.4	Materiais e Recursos								X	X	X	X	X	
2.5	Qualidade do Ambiente Interno													
2.6	Inovação e processo de projeto													X
3	AQUA													
3.1	Edifício e seu entorno													
3.2	Escolha, integrada dos produtos, sistemas e processos construtivos								X	X	X	X	X	
3.3	Canteiro de obras												X	X
3.4	Energia													
3.5	Água - redução do consumo de água	X	X	X	X	X								
3.6	Resíduos					X	X	X						
3.7	Conservação										X	X	X	
3.8	Conforto térmico													
3.9	Conforto acústico													
3.10	Conforto visual													
3.11	Conforto olfativo													
3.12	Qualidade dos espaços													
3.13	Qualidade do ar													
3.14	Qualidade da água													
4	PBE EDIFICA													
4.1	Relação do edifício com entorno													
4.2	Uso eficiente da energia	X	X	X	X	X								
4.3	Uso de materiais eficientes			X					X				X	X
4.4	Uso eficiente da água					X	X	X						
4.5	Uso eficientes de condicionadores de ar	X												
4.6	Conforto ambiental	X	X	X										X

Fonte: Autora (2022).

Tabela 7 Matriz de categorias para análise comparativa da IN 01/2010 x dimensões sustentáveis da edificação.

		I – uso de equipamentos de climatização mecânica, ou de novas tecnologias de resfriamento da ar que utilizem refrigerantes dos ambientes controlados por indissipáveis; II – automação da iluminação do prédio, projeto de iluminação de emergência, uso de sensores de presença; III – uso exclusivo de lâmpadas fluorescentes compactas ou tubulares de alto rendimento e de luminárias eficientes; IV – energia solar, ou outra energia limpa para aquecimento de água; V – sistema de medição individualizado de consumo de água e energia; VI – sistema de reuso de água e de tratamento de efluentes gerados; VII – aproveitamento da água da chuva, agregando ao sistema de abastecimento de água para uso em irrigação, transporte, armazenamento e seu aproveitamento; VIII – utilização de materiais que sejam reciclados, reutilizados, renováveis, biodegradáveis, e que reduzam a necessidade de manutenção; IX – conservação da origem da madeira a ser utilizada na execução da obra ou serviço; 10. 1º Deve ser priorizado o emprego de mão-de-obra, materiais, tecnologias e materiais primários de origem local para execução, conservação e operação das obras públicas; 11. 2º O Projeto de Canteiro de Obras e de Desapelo de Construção Civil - PCDC, nas condições determinadas pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA; 12. 3º Os responsáveis conceitualizadores e controladores de obras e serviços de engenharia deverão exigir o uso obrigatório de agregados reciclados nas obras com atadas, sempre que o custo não for superior ao dos agregados naturais, bem como o cumprimento do PCDC, sob pena de multa; 13. 4º No projeto básico ou executivo para contratação de obras e serviços de engenharia, o projeto deve atender as normas do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO e as normas ISO nº 14000															
Matriz de Análise das Categorias		Critérios para Obras Públicas Sustentáveis (IN n. 01/2010)															
DIMENSÃO AMBIENTAL	CATEGORIA CONFORTO E SAÚDE	Uso do solo															
		Consumo de água					X	X	X	X							
		Consumo de energia	X	X	X	X											
		Consumo de materiais									X	X	X	X			
		Resíduos										X	X	X			
		Saúde, higiene e qualidade de vida															X
		Conforto eletromagnético															
	CATEGORIA QUALIDADE DA EDIFICAÇÃO	Conforto térmico e entropodinâmico															X
		ventilação	X														X
		Conforto acústico															
		Conforto luminoso			X	X											X
		Conforto higrotérmico	X														
		Durabilidade			X												X
		Segurança															X
DIMENSÃO SOCIOCULTURAL	CATEGORIA SOCIAL	Estanteidade															X
		Habitabilidade, funcionalidade e flexibilidade															X
		Construtibilidade															X
		Infraestrutura															
	CATEGORIA CULTURAL	Conforto e Saúde															
		Qualidade da Edificação															
		Relacionamento com a comunidade															
		Participação															
	CATEGORIA INSTITUCIONAL	Herança cultural															
		Políticas Públicas															
		Educação Ambiental															
		Empresas Construtoras															
	CATEGORIA GERAÇÃO DE RENDA E RESPONSABILIDADE SOCIAL	Empresas de Projeto															
		Fornecedores para empresas construtoras															
		Usuários															
		Segurança															
DIMENSÃO ECONÔMICA	CATEGORIA ECONÔMICA	Fortalecimento da economia local															
		Viabilidade Econômica															
		Custo de construção, operação e manutenção															
		Crerios econômicos para empresas de projeto		X													

Fonte: Autora (2022).

Na segunda etapa, foi realizada a avaliação das edificações a partir de um checklist baseado nos critérios do LEED e na análise da Instrução Normativa nº 01/2010. Nesse procedimento, as categorias e subcategorias foram pontuadas e mensuradas conforme seu grau de atendimento aos requisitos estabelecidos. A pontuação máxima possível no método é de 81 pontos, distribuídos entre as dimensões ambiental, socio-cultural e econômica, cada uma com peso percentual definido por categoria. Para que a edificação seja considerada sustentável segundo esse método, é necessário atingir uma pontuação mínima de 30 pontos (Tabela 8).

Tabela 8. Pontuação de classe.

30-37	CERTIFICADO
38-45	BÁSICO
46-53	BOM
54-61	ÓTIMO
> 62	EXCELENTE

Fonte: Adaptado do LEED (2022).

Tabela 9 Checklist baseado no LEED para a dimensão ambiental.

Dimensão Sustentável		Edificação SGC		Edificação PIN	
Sustentabilidade Ambiental		SIM	NÃO	SIM	NÃO
Localização (5%)	1. Seleção da área	1		1	
	2. Realizar serviços de topografia	1		1	
	3. Serviço de sondagem	1		1	
	4. Gestão da água da chuva		1		1
	5. Paisagismo e projetos externos para redução de ilhas de calor	1			1
	6. Transporte Alternativo		1		1
	7. Evitar serviços de movimentações de terra com alteração do sítio natural	1		1	
Gestão de Energia (5%)	1. Otimização do desempenho energético		1		1
	2. Uso de energia renovável		1		1
	3. Verificação de conformidade		1		1
	4. Redução de Hidroclorofluorcarbono (HCFC)		1		1
	5. Mensuração e verificação de desempenho		1		1
	6. Uso de tecnologias renováveis e de poluição zero: solar, eólica, geotérmica, biomassa e hidrelétricas de baixo impacto		1		1
	7. Uso de equipamentos eficientes	1		1	
Materiais (7%)	1. Materiais com conteúdo reciclado		1		1
	2. Materiais regionais/locais		1	1	
	3. Materiais rapidamente renováveis		1		1
	4. Uso de madeira certificada		1		1
	5. Uso de materiais que geram pouco resíduos				1
	6. Uso de materiais pouco poluentes		1		1
	7. Utilização de materiais que sejam reciclados, reutilizados e biodegradáveis e que reduzem a necessidade de manutenção		1		1
Resíduos (4%)	1. Reutilização de edifício		1		1
	2. Gestão de Resíduos da construção		1		1
	3. Reutilização de recursos	1			1
	4. Medidas para redução na produção de resíduos		1		1
PONTUAÇÃO		7		9	

Fonte: Autora (2022).

Tabela 10 Checklist baseado no LEED para a dimensão sociocultural.

Dimensão Sustentável		Edificação SGC		Edificação PIN	
Sustentabilidade sociocultural		Sim	Não	Sim	Não
Relacionamento com a comunidade (5%)	1. O projeto irá trazer benefícios a comunidade?	1		1	
	2. Há relação de pertencimento pela comunidade quanto ao empreendimento?	1			1
	3. Foram mensurados os impactos da vizinhança do empreendimento?		1		1
Participação (3%)	1. O edifício é acessível a todos os usuários?		1		1
	2. Houve participação da comunidade na consolidação do projeto?		1	1	
Herança Cultural (10%)	1. Há elementos que fazem parte da memória efetiva dos usuários do projeto?	1			1
	2. O projeto contempla a diversidade cultural		1		1
	3. O projeto respeita a proteção ao patrimônio histórico e cultural?	1			1
	4. Foram especificados materiais e componentes locais e tradicionais à região onde o projeto será inserido?		1		1
	5. O projeto respeita a regionalidade?		1		1
	6. O projeto é adequado ao estilo de vida dos futuros usuários?	1			1
	7. O projeto contempla a renovação e a restauração de edifícios com valores históricos e culturais		1		1
Políticas Públicas (4%)	1. Foram respeitadas as legislações para fortalecimento das ações sustentáveis?	1			1
	2. Foram utilizadas normas e outros dispositivos para garantir a sustentabilidade da edificação?	1		1	
Educação Ambiental (6%)	1. Foi prevista a capacitação dos servidores quanto a operação e manutenção do empreendimento?		1		1
	2. Foi prevista a capacitação dos usuários quanto a operação e manutenção do empreendimento?		1		1
	3. Foi solicitado das construtoras capacitação dos colaboradores na área de práticas sustentáveis de obra?		1		1
	4. Foi previsto a capacitação de servidores em tecnologias sustentáveis?		1		1

Tabela 10 Checklist baseado no LEED para a dimensão sociocultural (continuação).

Dimensão Sustentável		Edificação SGC		Edificação PIN	
Sustentabilidade sociocultural		Sim	Não	Sim	Não
Empresas Construtoras e de Projetos (9%)	1. A empresa contratada atende as leis trabalhistas e sociais?	1		1	
	2. A empresa contratada era local?		1		1
	3. Na obra foi prevista a utilização de mão-de-obra local ou foi usada a mão-de-obra local?	1		1	
	4. A empresa contratada atende normas de segurança do trabalho?	1		1	
	5. A empresa contratada para elaboração de projetos utiliza estratégias para reduzir os custos de operação e manutenção do empreendimento?		1		1
	6. A empresa contratada para elaboração de projetos utilizou programas que minimizam erros de projetos?		1		1
	7. A empresa de projetos utilizou materiais mais sustentáveis na elaboração dos projetos?		1		1
	8. A Construtora apresentou o plano de gerenciamento de resíduos?		1		1
	9. A Construtora adota o canteiro de obras limpos?		1		1
Fornecedores (6%)	1. Foi feito levantamento dos principais fornecedores locais?		1		1
	2. Existem fornecedores locais dos materiais de construção	1		1	
	3. Foi feito levantamento para verificar se todos os materiais descritos no projeto são encontrados no mercado local?		1		1
	4. Foi feito levantamento dos principais fornecedores locais		1		1
Usuários (5%)	1. Foi entregue o Manual do usuário da edificação?		1		1
	2. Está prevista a sensibilização dos usuários quanto a operação e manutenção do empreendimento?		1		1
PONTUAÇÃO		11		7	

Fonte: Autora (2022).

Tabela 11 Checklist baseado no LEED para a dimensão econômica.

Dimensão Sustentável		Edificação SGC		Edificação PIN	
Sustentabilidade econômica		Sim	Não	Sim	Não
Fortalecimento da Economia Local (5%)	1. Foi priorizado o emprego de mão-de-obra de origem local para execução, conservação e operação da edificação?		1		1
	2. Foi priorizado o emprego materiais e matérias primas de origem local para execução, conservação e operação da edificação?		1		1
	3. Foi priorizado o uso de tecnologias e matérias primas de origem local para execução, conservação e operação da edificação?		1		1
	4. O empreendimento vai gerar empregos no local?	1		1	
Viabilidade Econômica (8%)	1. Foi realizado o planejamento adequado da Obra?	1		1	
	2. Foi analisada qual tecnologia construtiva seria menos onerosa?	1		1	
	3. Foram analisadas medidas de eficiência energética do projeto?		1		1
	4. Foi realizada estimativa de custo da obra?	1		1	
Custo de Construção, operação e manutenção (8%)	1. Há soluções de projeto para minimizar os custos de construção?	1		1	
	2. Há soluções de Projetos que visam a redução de custos de construção, operação e manutenção?	1		1	
	3. Há medidas no projeto que geram economia de água?		1		1
	4. Há medidas no projeto que geram economia de energia?	1		1	
	5. O projeto é de <i>retrofit</i> ?		1		1
Critérios econômicos para empresa de Projetos (5%)	1. Foi verificado se a contratada atende a programas de qualidade na construção?		1		1
	2. Foi feita seleção de materiais mais sustentáveis?		1		1
	3. O Orçamento de referência contemplou materiais que pudessem evitar a inclusão de transporte?		1		1
	4. Há medidas no projeto que geram economia de energia, água e resíduos?		1		1
	5. Há estratégias de projeto para minimizar os custos de construção?	1		1	
	6. Foram realizadas mensuração das medidas de eficiência energética?		1		1
PONTUAÇÃO		8		8	

Fonte: Autora (2022).

Tabela 12 Resultado da análise da sustentabilidade das edificações.

Prédios	Pontuação Obtida	Percentual
Edificação Fase I (SGC)	28	34,57
Edificação Fase II (PIN)	22	27,16

Fonte: Autora (2022).

A partir dessa análise, foi possível identificar que a edificação Fase I (SGC) atingiu 28 pontos, correspondendo a 34,57% dos critérios de sustentabilidade atendidos. Já a edificação Fase II (Parintins) obteve 22 pontos, atendendo a 27,16% dos critérios, considerando o total possível de 81 pontos.

Com base na Tabela 8, o valor mínimo necessário para que uma edificação seja considerada sustentável é de 30 pontos. Assim, observa-se que a edificação Fase I se aproxima mais desse limite do que a edificação Fase II, podendo, portanto, ser considerada relativamente mais sustentável. Entretanto, ambas permanecem abaixo da pontuação mínima exigida, não sendo classificadas como sustentáveis segundo o método adotado.

ANÁLISE GERAL DOS RESULTADOS

Os conceitos relacionados à construção sustentável identificados nas entrevistas apresentaram significativa afinidade com as percepções dos respondentes, corroborando a teoria apontada pela literatura científica sobre o tema. Observa-se que os aspectos ambientais ainda se sobressaem em relação às demais dimensões, uma vez que a maioria dos entrevistados associa sustentabilidade principalmente à degradação ambiental, impacto ambiental, resíduos e eficiência energética.

As entrevistas também revelaram que a maior parte dos respondentes não consegue identificar materiais sustentáveis nas obras do IFAM. Constatou-se ainda uma limitação quanto ao uso desses materiais, especialmente porque muitas tabelas oficiais de referência, como o SINAPI, não contemplam opções com características sustentáveis. A literatura analisada, por sua vez, enfatiza a importância da utilização de materiais e tecnologias construtivas mais sustentáveis como princípio fundamental da construção responsável.

A análise da envoltória demonstrou que é possível melhorar a eficiência energética das edificações, contribuindo para a sustentabilidade ambiental e econômica e aproximando-as dos padrões esperados para construções sustentáveis. Esse processo também permitiu identificar os materiais utilizados, com vistas à adoção futura de estratégias de *retrofit* nas edificações existentes.

Com base na análise dos critérios das certificações ambientais BREEAM, LEED e AQUA-HQE, bem como da Instrução Normativa nº 01/2010, observou-se uma convergência significativa entre os requisitos estabelecidos por esses sistemas. Em geral, apresentam grande similaridade, indicando uma tendência de alinhamento do mercado da construção civil, influenciada pelo aumento da exigência dos consumidores e pela crescente conscientização dos profissionais da área sobre práticas sustentáveis. Também foi possível identificar critérios correlatos mais específicos, que abordam aspectos relacionados à saúde, conforto e percepção dos usuários, fatores estes que podem orientar tanto intervenções em edificações existentes quanto o desenvolvimento de novos projetos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo geral desta pesquisa foi identificar possibilidades de implementação do conceito de edificações sustentáveis no âmbito do IFAM. Por meio das entrevistas realizadas, foi possível reconhecer as principais barreiras para a concepção de construções sustentáveis na instituição.

A análise da envoltória, de acordo com os critérios da nova INI-C, evidenciou que as edificações estudadas não atingiram o nível de eficiência energética desejado. Entretanto, essa avaliação sinaliza direções importantes para a elaboração de um futuro plano de ação voltado à reforma das edificações, com vistas à possível adequação ao nível de eficiência "A". A adoção de medidas de eficiência energética, associada à possibilidade de cálculo da carga térmica oferecida pela ferramenta da INI-C, permite mensurar os investimentos necessários para ações de *retrofit*, bem como estimar o potencial de redução do consumo energético.

Outro aspecto evidenciado diz respeito à necessidade de maior atenção na elaboração dos projetos, especialmente no que se refere à aplicação de estratégias bioclimáticas compatíveis com os grupos climáticos das regiões onde as edificações estão inseridas. Ressalta-se que as estratégias específicas para os grupos climáticos definidos pelo PROCEL ainda estão em desenvolvimento.

A análise comparativa entre os critérios das certificações sustentáveis e os critérios de sustentabilidade aplicáveis a edificações públicas mostra que o IFAM adota alguns parâmetros de sustentabilidade em suas obras e projetos de engenharia e arquitetura, além de dispor de dispositivos administrativos que fornecem orientações gerais. Contudo, torna-se necessária a ampliação desses critérios, de modo a abarcar, no mínimo, as dimensões sociocultural e econômica, possibilitando um direcionamento mais completo e adequado no que se refere à sustentabilidade das edificações.

Por fim, constatou-se que, entre as certificações analisadas, persiste uma lacuna importante a ser preenchida para que a sustentabilidade de edificações considere de forma mais robusta conceitos que reforcem a resiliência humana diante dos ambientes construídos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAVARESCO, V. M.; GHISI, E. **Métodos de avaliação de eficiência energética por consumo global e energia primária**. Florianópolis: Centro Brasileiro de Eficiência Energética, 2016. 133 p.

BRASIL. **Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal; Centro Gráfico, 1988. 292 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Construções sustentáveis**. Brasília, 2017.

BRASIL. Ministério do Planejamento. **Instrução Normativa nº 1, de 19 de janeiro de 2010**. Dispõe sobre os critérios de sustentabilidade ambiental na aquisição de bens, contratação de serviços ou obras pela Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional. Diário Oficial da União, Brasília, 20 jan. 2010.

BRASIL. Ministério do Planejamento. **Instrução Normativa nº 4, de 4 de junho de 2014**. Dispõe sobre regras para aquisição ou locação de máquinas e aparelhos consumidores de energia pela Administração Pública Federal e uso da ENCE em projetos e edificações públicas novas ou que recebam retrofit. Brasília, 2014.

CB3E – Centro Brasileiro de Eficiência Energética em Edificações. **Proposta de método para a avaliação da eficiência energética com base em energia primária de edificações comerciais, de serviços e públicas**. Florianópolis, 2017.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

CRESWELL, J. W. **Investigação qualitativa e projeto de pesquisa: escolhendo entre cinco abordagens**. 3. ed. Porto Alegre: Penso, 2014.

CRUZ, C. O.; GASPAS, P.; DE BRITO, J. On the concept of sustainable sustainability: an application to the Portuguese construction sector. **Journal of Building Engineering**, v. 25, art. 100836, 2019.

DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. Introdução: a disciplina e a prática da pesquisa qualitativa. In: DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. (org.). **O planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. p. 15–41.

DIAS, B. Z. et al. Interface entre as ferramentas de avaliação de edifícios em relação aos materiais de construção visando o desenvolvimento da ASUS. In: ENCONTRO NACIONAL DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 13., 2010, Canela. **Anais...** Canela: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010.

DURDYEV, S. et al. A partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM) of barriers to sustainable construction in Malaysia. **Journal of Cleaner Production**, v. 204, p. 564–572, 2018.

ELKHAPERY, B.; KIANMEHR, P.; DOCZY, R. Benefits of retrofitting school buildings according to LEED v4. **Journal of Building Engineering**, 2021.

ELKINGTON, J. Há 25 anos eu criei a expressão “Triple Bottom Line”: saiba por que é hora de repensá-la. **Harvard Business Review**, jun. 2018.

ELKINGTON, J. Towards the sustainable corporation: win-win-win business strategies for sustainable development. **California Management Review**, v. 36, p. 90–100, 1994.

FIGUEIREDO, K.; PIEROTT, R.; HAMMAD, A. W. A.; HADDAD, A. Sustainable material choice for construction projects: a life cycle sustainability assessment framework based on BIM and Fuzzy-AHP. **Building and Environment**, 2021.

FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

GBC Brasil. **Certificação ambiental de edificações: lições aprendidas e visão de futuro – experiências brasileiras**. Disponível em: http://www.sindusconsp.com.br/downloads/eventos/2011/avalicao_ambiental/13_green.pdf. Acesso em: [inserir data].

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **PIB e construção civil**. 2020.

IFAM – Instituto Federal do Amazonas. **Campi**. Disponível em: <http://www2.ifam.edu.br/contato-ifam/campis>. Acesso em: 16 set. 2021.

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. **Regulamento Técnico da Qualidade para Edificações Residenciais (RTQ-R)**. Portaria nº 18, versão 2.2, 2012.

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. **Portaria nº 42, de 24 de fevereiro de 2021**. Instrução Normativa para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (INI-C). Rio de Janeiro, 2021.

JOHN, V. M.; SJOSTROM, C.; APOGYAN, V. Durability and sustainability in developing countries. In: CONFERENCE ON DURABILITY OF BUILDING MATERIALS, 9., 2002, Brisbane. **Anais...** Brisbane, 2002.

MACEDO, P. M. T. **Avaliação de sustentabilidade em edifícios: um estudo de indicadores de água e energia na unidade da FIOCRUZ**. 2011. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011.

MANUAL DE ECONOMIA DE ENERGIA. **Porto Alegre: PUCRS**, 2010. Disponível em: <http://www.pucrs.br>. Acesso em: 31 out. 2021.

MANUAL PARA A APLICAÇÃO DO RTQ-C. **2016**. Disponível em: <http://www.pbeedifica.com.br>. Acesso em: 15 set. 2021.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Regulamento Técnico da Qualidade para Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos**. Brasília, 2009.

PAIVA, K. S.; RAVACHE, R. L. A aplicação da arquitetura sustentável para a minimização dos impactos ambientais. **Revista Connection Line**, n. 24, p. 75–79, 2021.

RORIZ, M. **Segunda proposta de revisão do zoneamento bioclimático do Brasil**. ANTAC: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2012.

RORIZ, M. **Classificação de climas do Brasil – versão 3.0**. ANTAC: Grupo de Trabalho sobre Conforto Ambiental e Eficiência Energética de Edificações. São Carlos: ANTAC, 2014.

SILVA, J. F. B.; REBOUÇAS, S. M. D. P.; ABREU, M. C. S.; RIBEIRO, M. C. R. Construção de um índice de desenvolvimento sustentável e análise espacial das desigualdades nos municípios cearenses. **Revista de Administração Pública**, v. 52, n. 1, p. 149–168, jan. 2018.

TECHIO, E. M.; GONÇALVES, J. P.; COSTA, P. N. Social representation of sustainability in civil construction among college students. **Ambiente & Sociedade**, v. 19, n. 2, p. 187–204, jun. 2016.

UNEP. **Annual Report**. In: SOBREIRA et al. Sustentabilidade em edificações públicas: entraves e perspectivas. Brasília, 2007.

VANZOLINI. **O processo AQUA em detalhes**. Disponível em: <http://vanzolini.org.br/aqua/o-processo-aqua-em-detalhes>. Acesso em: 18 set. 2022.

VEIGA, P. T. **Análise de indicadores de desempenho de empresas de construção civil na gestão de obras do IFAM no interior do Estado do Amazonas**. 2013. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2013.