



Este trabalho está licenciado sob uma licença [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Fonte: <https://livros.unb.br/index.php/portal/catalog/book/289>. Acesso em: 29 ago. 2024.

Referência

ZINA, Carolina Mendonça; BLUMENSCHNEIN, Raquel Naves; DURANTE, Luciane Cleonice. Critérios de avaliação de sistemas de certificação e interface com o conforto ambiental de edificações residenciais. In: AMORIM, Cláudia Naves David et al. (org.). **Inovações e tendências no ensino e pesquisa em conforto ambiental e sustentabilidade do ambiente construído**. Cuiabá: Ed dos Autores, 2022. p. 84-93. Disponível em: <https://livros.unb.br/index.php/portal/catalog/book/289>. Acesso em: 29 ago. 2024.



Inovações e tendências no ensino e pesquisa em conforto ambiental e sustentabilidade do ambiente construído



Cláudia Naves David Amorim
Gustavo de Luna Sales
Joára Cronemberger Ribeiro Silva
Luciane Cleonice Durante
Simone Berigo Büttner
(Organizadores)





Inovações e tendências no ensino e pesquisa em conforto ambiental e sustentabilidade do ambiente construído

Cláudia Naves David Amorim
Gustavo de Luna Sales
Joára Cronemberger Ribeiro Silva
Luciane Cleonice Durante
Simone Berigo Büttner
(Organizadores)

2022



Equipe editorial

Organizadores Cláudia Naves David Amorim
Gustavo de Luna Sales
Joára Cronemberger Ribeiro Silva
Luciane Cleonice Durante
Simone Berigo Büttner

Coordenação Geral VI ENANPARQ Sylvia Ficher, Presidente de Honra, PPG-FAU/UNB;
Ricardo Trevisan, Presidente, PPG-FAU/UNB;
Pedro Paulo Palazzo de Almeida, PPG-FAU/UNB
Carolina Pescatori Candido da Silva, PPG-FAU/UNB

Coordenação Científica VI ENANPARQ Ana Paula Campos Gurgel, FAU/UNB
Benny Schvarsberg, PPG-FAU/UNB
Cláudia Naves David Amorim, PPG-FAU/UNB
Erica Mitie Umakoshi Kuniuchi, DAU/UNB
Joára Cronemberger Ribeiro Silva, PPG-FAU/UNB
Leandro de Souza Cruz, FAU/UNB
Maria Fernanda Derntl, PPG-FAU/UNB
Vanda Alice Garcia Zanoni, FAU/UNB
Milena D'Ayala Valva, TECCER/UEG

Projeto gráfico e diagramação Isabella Capanema

Textos, imagens, figuras e ilustrações são de responsabilidade dos autores.

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida por qualquer meio sem a autorização dos autores.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Inovações e tendências no ensino e pesquisa em conforto ambiental e sustentabilidade do ambiente construído [livro eletrônico] / organização Cláudia Naves David Amorim... [et al.]. -- 1. ed. -- Cuiabá, MT : Ed. dos Autores, 2022. PDF.

Vários autores.
Outros organizadores: Gustavo de Luna Sales, Joára Cronemberger Ribeiro Silva, Luciane Cleonice Durante, Simone Berigo Büttner.
Bibliografia.
ISBN 978-65-00-54215-8

1. Acústica (Arquitetura) - Aspectos ambientais
2. Arquitetura 3. Conforto ambiental 4. Projeto ambiental integrado 5. Sustentabilidade I. Amorim, Cláudia Naves David. II. Sales, Gustavo de Luna. III. Silva, Joára Cronemberger Ribeiro. IV. Durante, Luciane Cleonice. V. Büttner, Simone Berigo.

22-132135

CDD-720

Índices para catálogo sistemático:

1. Conforto ambiental : Arquitetura : Projetos 720

Aline Grazielle Benitez - Bibliotecária - CRB-1/3129

Índice

+ Prefácio	6
+ Apresentação	10
+ Parte 1. Ensino	13
14	O ensino de Conforto Térmico: uma busca por métodos mais integrados com as práticas projetuais Simone Berigo Büttner e Flávia Maria de Moura Santos
26	Relato da experiência de ensino-aprendizagem em Acústica Arquitetônica em Berçário localizado em Cuiabá/MT Luciane Cleonice Durante, Ivan Julio Apolonio Callejas e Daniela Barros Silva Freire Andrade
38	Metodologia ativa aplicada ao ensino integrado de Conforto Lumínico e Arquitetura de Interiores Karyna de Andrade Carvalho Rosseti, Everton Nazareth Rossete Junior e Elisa Pagliarini Cox
48	Exploraciones pedagógicas en confort y eficiencia energética realizadas por el Grupo de Investigación EMAT en Colombia Jorge Hernán Salazar Trujillo
58	Integrando graduação e pós-graduação no ensino de Conforto: Uma experiência na Universidade Federal de Minas Gerais Roberta Vieira Gonçalves de Souza e Rejane Magiag Loura
+ Parte 2. Pesquisa	69
70	Projeto Ambiental Integrado: ensino e pesquisa-ação no projeto de edifícios de balanço energético nulo Cláudia Naves David Amorim, Joára Cronemberger Ribeiro Silva e Ayana Dantas
84	Critérios de avaliação de sistemas de certificação e interface com o conforto ambiental de edificações residenciais Luciane Cleonice Durante, Carolina Mendonça Zina e Raquel Naves Blumenschein
94	Experimentos de condições ambientais na iniciação científica embasados nos princípios da Cultura Maker Vanda Alice Garcia Zanoni, Pedro Henrique Gonçalves e Caio Frederico e Silva
107	Ensino de Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) e Design Circular em Arquitetura e Urbanismo: Resultados de Pesquisa-Ação no curso da Unicamp Vanessa Gomes
+ Perfil dos autores	122

Critérios de avaliação de sistemas de certificação e interface com o conforto ambiental de edificações residenciais

Carolina Mendonça Zina

Universidade de Brasília, carolinamzina@gmail.com

Raquel Naves Blumenschein

Universidade de Brasília, blumen@unb.br

Luciane Cleonice Durante

Universidade Federal de Mato Grosso, luciane.durante@ufmt.br

O setor da construção civil tem grande importância na busca por soluções que consumam menos recursos naturais e reduzam impactos ambientais. Iniciativas de projeto adequadas às demandas e características locais são de extrema importância, potencializando o conforto do usuário e a redução do consumo energético. Diante disso, este capítulo tem como objetivo relacionar os critérios de conforto ambiental presentes dos sistemas de certificação ambiental com o ensino de Conforto nas universidades federais e estaduais da região Centro-Oeste. Foi feito o levantamento das principais certificações, a sobreposição dos critérios, divisão em categorias com foco naquela em que apresentava os critérios relacionados ao conforto ambiental de edificações. A partir disso, observou-se que 52% das categorias relacionam-se direta ou indiretamente ao conforto ambiental. Os critérios que foram citados por, pelo menos, quatro sistemas de certificação foram: conforto térmico, qualidade do ar interno, iluminação natural, conforto visual e desempenho acústico. Ao cruzar os critérios de maior relevância apresentados pelas certificações com as disciplinas apresentadas nos cursos de Arquitetura e Urbanismo das universidades federais e estaduais da região Centro-Oeste brasileira, foi possível perceber que todos os cursos apresentam em suas ementas conceitos de conforto térmico, qualidade do ar interno, conforto visual, iluminação natural e desempenho e conforto acústico. Portanto, é possível afirmar que esses cursos demonstram uma preocupação com as questões ambientais e um

alinhamento com as habilidades necessárias para projetar edifícios que consumam menos energia e trazendo conforto aos usuários.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Conforto. Edifícios residenciais.

1. Introdução

Um dos principais desafios a serem enfrentados no século XXI são as mudanças climáticas no âmbito mundial, relacionadas ao aumento da emissão dos gases de efeito estufa, principalmente o dióxido de carbono (CO₂). Mesmo com algumas incertezas quanto aos efeitos decorrentes dessas emissões, grande parte dos pesquisadores acredita que essas alterações causam mudanças ao meio ambiente, à sociedade, à saúde humana, tanto pelo aumento da temperatura quanto pela maior frequência de eventos extremos.

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) possui a função de sistematizar o conhecimento científico referente às mudanças climáticas motivadas pelas ações antrópicas, seus impactos e riscos para o meio ambiente e a humanidade. Publicado em 2018, um relatório especial do IPCC aponta para um aumento de 1,5°C na temperatura média da superfície terrestre. Segundo

o aumento que ocorreu entre os anos de 1850 até 1900 e com o monitoramento dos anos de 1960 até 2018, as previsões indicam que até 2040 será atingido o aumento de 1,5°C. (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, 2018). Dado preocupante, visto que no relatório anterior esse aumento seria alcançado, de acordo com as previsões mais otimistas, até o ano de 2100 (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, 2014).

Um dos efeitos decorrentes do aumento da temperatura é a elevação do consumo de energia elétrica pelas edificações que, segundo o Balanço Energético Nacional de 2020, durante a sua fase de uso consomem 51,9% de toda a energia elétrica do Brasil, sendo o setor residencial 26,1%; comercial 17,3%; e público 8,5% (BRASIL, 2020). Além disso, o setor da construção é responsável por 40% das emissões de CO₂ (UNEP, 2020).

De acordo com as estatísticas, é nítido o impacto ambiental negativo do setor da construção. Por outro lado, evidencia-se também seu papel primordial na promoção da sustentabilidade, uma vez que mudanças visando diminuir seus impactos negativos geram grandes benefícios. Dessa forma, arquitetos têm grande responsabilidade no processo de busca pela sustentabilidade no setor, desenvolvendo e especificando projetos mais sustentáveis (EDWARDS, 2005).

Nesse contexto, surge o conceito do edifício de menor impacto ambiental. De acordo com a Agência Internacional de Energia (IEA), esse edifício é aquele que consome menos água e materiais, possui eficiência energética e promove qualidade do ambiente interno, sendo denominado edifício verde (IEA, 2008). Para tanto, o edifício deve ser projetado para se beneficiar da relação com o entorno onde será inserido, adquirindo, assim, qualidade proveniente da diversidade das condições ambientais de cada local, e com isso melhor desempenho ambiental.

De maneira oposta, o que ocorreu a partir da Segunda Guerra Mundial foi uma banalização da arquitetura do chamado International Style e a crença de que a tecnologia pode controlar as condições ambientais de qualquer edifício, sem se considerar no projeto as possibilidades de tirar partido do clima local. Isso levou ao surgimento de edifícios com fachadas projetadas em pele de vidro especificados de forma incorreta em diversos locais de clima quente, contribuindo para ganhos de calor pela radiação solar e consumindo energia para resfriamento (GONÇALVES; BODE, 2015;

GONÇALVES; DUARTE, 2006).

Em paralelo às questões conceituais do edifício verde, o marketing associado à sustentabilidade de empreendimentos da construção civil tem se mostrado agressivo, camuflando os custos ambientais e sociais. Ou seja, empreendimentos construídos desconsiderando temas importantes da sustentabilidade na indústria da construção civil, tais como a minimização do uso de matérias-primas virgens, de água, de geração de resíduos e condições de segurança e saúde dos trabalhadores, bem como condições ilegais da mão de obra, apresentam-se como sustentáveis ao adotar em seus projetos, por exemplo, apenas reutilização da água da chuva, ou dos aparelhos de ar-condicionado. A questão que se apresenta é, então, o quão sustentável é o empreendimento se comparado a um edifício de real menor impacto ambiental?

Como uma forma de contribuir com essa avaliação foram criadas as certificações, que servem como uma espécie de checklist para verificar quais critérios o edifício cumpre e com isso garantir um nível de desempenho. As certificações de edifícios constituem-se de métricas para que as edificações possam ser avaliadas e checadas quanto ao seu nível de desempenho, quantificando o consumo de água, materiais e energia, dentre outros.

Por sua relevância em garantir um nível de desempenho, os critérios abordados nas certificações apresentam-se como instrumentos importantes de conhecimento e transformação do setor. Dessa maneira, é importante que os arquitetos tenham familiaridade com os conceitos e possam cumprir com o papel de desenvolver projetos mais adaptáveis ao local e, conseqüentemente, mais sustentáveis. Diante disso, é fundamental que esse conteúdo faça parte dos programas das Faculdades de Arquitetura e Urbanismo brasileiras, preparando os futuros arquitetos para o desafio do século (NUNES, 2018).

O objetivo deste capítulo é relacionar os critérios de conforto ambiental dos principais sistemas de certificações residenciais brasileiras e mundiais com o ensino de conforto nas universidades federais e estaduais da região Centro-Oeste.

2. Referencial teórico

A arquitetura e a construção civil enfrentam um dos maiores desafios da contemporaneidade, que é produzir o ambiente construído de acordo com os

preceitos do desenvolvimento sustentável (CONTO; OLIVEIRA; RUPPENTHAL, 2016). O desenvolvimento sustentável propõe um desenvolvimento que considera as dimensões econômicas, sociais e ambientais. Devido aos significativos impactos ambientais associados ao setor da construção civil, é de extrema importância a busca por soluções sustentáveis com baixo impacto (LEITÃO, 2013; ALWISY; BUHAMDAM, 2019). E é nesse sentido que se busca pelo desempenho ambiental de edificações, que de acordo com Bueno (2010) leva em consideração aspectos como: consumo de energia, de água, de matérias-primas e insumos, emissões atmosféricas, ruídos e vibrações, lançamento de efluentes líquidos e geração de resíduos.

Com a necessidade de garantir um efetivo desempenho ambiental de edificações, para usuários e clientes, foram desenvolvidos sistemas de avaliação do desempenho ambiental de edificações, o que resultou na criação das certificações. As certificações ambientais surgiram principalmente nos países como Inglaterra, Estados Unidos, França e Alemanha (FIGUEIREDO, 2018). No Brasil, pela falta de uma certificação própria, foram utilizados o HQE, o LEED e o BREEAM, porém sem adequação à realidade local. A primeira certificação que se adequou foi o AQUA, baseado na certificação francesa HQE e logo após foi lançado o Selo Casa Azul da CAIXA (LEITÃO, 2013).

Nos últimos anos, outras ferramentas foram desenvolvidas para o contexto brasileiro, como o Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C) e o Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Residenciais (RTQ-R), sendo este último uma ferramenta que estimula o emprego de estratégias bioclimáticas, soluções arquitetônicas mais adequadas ao ambiente em que estão inseridas (MEIRA, 2014).

As certificações ambientais são importantes ferramentas de transformação do setor. Com a sua utilização é possível mensurar, avaliar e mitigar os impactos ambientais da edificação, contribuindo para o desenvolvimento sustentável e atendimento aos objetivos da Agenda 2030 (NUNES, 2018; REBÊLO, 2018). A crescente adesão a essas ferramentas vem impulsionando para um maior desempenho do ambiente construído (FIGUEIREDO, 2009; MACHADO, 2013; SILVA, 2014; CONTO; OLIVEIRA; RUPPENTHAL, 2016; VILCEKOVA; SELECKA; BURDOVA, 2016), visto que auxiliam na definição de critérios para

projetos com metas ousadas no que se refere ao atendimento de critérios de sustentabilidade (FIGUEIREDO, SILVA, 2012).

A implantação dos requisitos de sustentabilidade representa um custo inicial maior no início, porém os benefícios são percebidos principalmente ao longo da vida útil da construção, considerando que os usuários são favorecidos com habitações de maior conforto ambiental, com redução de custos operacionais de água e energia; e também os incorporadores e projetistas são beneficiados pelo reconhecimento de projetos diferenciados, com maior valor agregado (FAGUNDES, 2009; PEREIRA, 2012; GODOI, 2012; BRASILEIRO, 2013).

Entre as maiores dificuldades na implementação da construção sustentável e na utilização das certificações ambientais, citam-se: o alto custo inicial; complexidade metodológica; falta de interesse dos agentes envolvidos; falta de informações sobre materiais e componentes; falta de incentivos governamentais; falta de mão de obra especializada; e tendência em manter a prática convencional (BUENO, 2010; FRANZITTA et al., 2010; LEITÃO, 2013; FASTOFSKI, 2014; SILVA et al., 2014; CONTO et al., 2016; CONTO, 2017; HWANG; SHAN; LYE, 2018). Se para os profissionais os requisitos de sustentabilidade são incompreendidos, para grande parte dos consumidores ainda se trata de uma questão supérflua que gera mais gastos, não sendo uma demanda dos clientes (MACHADO, 2013; BRASILEIRO, 2013; LEITÃO, 2013; HWANG; SHAN; LYE, 2018).

Diversos autores reforçam que a incorporação de requisitos de sustentabilidade deve ser uma preocupação do poder público e legisladores (MACHADO, 2013; PRIZIBELA, 2011; GODOI, 2012; SILVA, 2014; CECCHETTO et al., 2015; HWANG; SHAN; LYE, 2018). Estratégias de construção sustentável poderiam ser utilizadas como pré-requisito para aprovação de projeto e concessão de licença de obra (NUNES, 2018), particularmente para concessão de crédito para construção.

As mudanças na maneira de se projetar poderiam ser incorporadas mesmo nos edifícios que não visam obter um selo. Todas as documentações e manuais da maioria das certificações estão disponíveis e são uma ótima fonte de estudo das estratégias sustentáveis. Além do que, todo esse conhecimento deveria compor parte no currículo dos cursos de Arquitetura e Urbanismo, e não só no de pós-graduação (NUNES, 2018).

Nesse sentido, o conceito de sustentabilidade não vem sendo enfatizado nos cursos de Arquitetura de modo a contribuir para a integração da questão ambiental nos projetos, o que faz com que arquitetos e estudantes desconheçam o seu significado (VILELLA, 2007). De acordo com a mesma autora, os estudantes que se interessam pela área acabam procurando cursos de pós-graduação.

Além disso, grande parte dos cursos de Arquitetura ainda apresentam divisão entre as disciplinas de projeto e a aplicação prática dos conceitos de conforto ambiental, sustentabilidade e eficiência energética. Contudo, pressões externas, como as ferramentas computacionais e as avaliações de desempenho, tendem a transformar esse cenário em médio e longo prazos (GONÇALVES; DUARTE, 2006). E para que essas soluções sejam consolidadas, é necessária uma maior integração entre pesquisa, prática e ensino. Os arquitetos devem se familiarizar com as questões de sustentabilidade e os pesquisadores e professores, com as questões da prática do projeto (GONÇALVES; DUARTE, 2006).

3. Procedimentos metodológicos

Para o desenvolvimento deste capítulo, foram definidos os seguintes passos metodológicos (Figura 1):

- Leitura na íntegra das principais certificações de desempenho ambiental de edificações residenciais;
- Identificação dos critérios mais relevantes relacionados ao conforto ambiental;

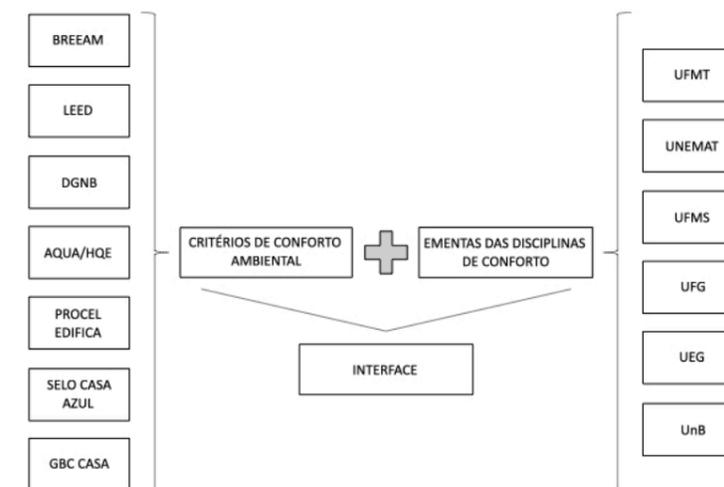
c) Leitura e análise das ementas das disciplinas de conforto das universidades federais e estaduais da região Centro-Oeste;

d) Sobreposição entre os critérios mais relevantes e o conteúdo das disciplinas.

Os passos metodológicos seguidos neste capítulo iniciaram a partir da leitura da íntegra das ferramentas de avaliação de desempenho ambiental de edificações residenciais, sendo elas: o Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (BRASIL, 2012), BREEAM (BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT, 2016), LEED (U.S. GREEN BUILDING COUNCIL, 2019), DGNB (DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR NACHHALTIGES BAUEN, 2018), AQUA-HQE (FUNDAÇÃO CARLOS ALBERTO VANZOLINI, 2018), Selo Casa Azul (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2010) e GBC Brasil Casa (GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL, 2017). Com isso, foi realizada a identificação dos critérios relacionados ao conforto ambiental e a elaboração de uma análise comparativa entre os sistemas de certificação. A partir da frequência de ocorrência de cada um dos critérios, identificou-se como relevante os que são citados por, pelo menos, quatro sistemas de certificação.

Dessa forma, foi feita a leitura das ementas das disciplinas de conforto dos cursos de Arquitetura e Urbanismo que estavam disponíveis nos sites das universidades federais e estaduais da região Centro-Oeste, a saber: Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Universidade Estadual de Mato Grosso (UNEMAT), Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Universidade Federal de Goiás (UFG), Universidade Estadual de Goiás (UEG) e Universidade Federal do Paraná (UFPR).

Figura 1: Passos metodológicos



Fonte: Autoria própria (2020).

Sul (UFMS), Universidade Federal de Goiás (UFG), Universidade Estadual de Goiás (UEG) e Universidade de Brasília (UnB).

Assim, foi possível fazer uma sobreposição entre os critérios mais relevantes das certificações ambientais e o conteúdo abordado nas disciplinas de conforto dessas universidades.

Quadro 1: Critérios de avaliação dos sistemas de certificação residenciais e interface com o conforto ambiental

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO	BREEAM	LEED	DGNB	AQUA	RTQ-R	CASA AZUL	GBC Brasil
Qualidade do ar interno	X	X	X	X			
Acessibilidade	X						
Perigos	X						
Espaço privado	X						
Qualidade da água	X			X			
Controle ambiental da fumaça de tabaco		X					
Materiais de baixa emissão		X					X
Conforto térmico	X	X	X	X			
Conforto acústico		X	X				
Conforto visual	X	X	X	X			
Controle do usuário			X				
Qualidade dos espaços internos e externos			X	X			
Segurança e proteção			X				
Projeto para todos			X	X			
Iluminação natural		X		X	X	X	
Iluminação artificial		X		X			
Controle das fontes de odores desagradáveis				X			
Ventilação				X	X		
Equipamentos domésticos				X			
Segurança				X			
Controle de fontes de poluição externas				X			
Controle de fontes de poluição internas				X			
Reduzir os riscos de legionelose e queimaduras				X			
Paisagismo						X	
Flexibilidade de projeto						X	
Relação com a vizinhança						X	
Solução alternativa de transporte						X	
Local para coleta seletiva						X	
Equipamentos de lazer, sociais e esportivos						X	
Adequação às condições físicas do terreno						X	
Controle de emissão de gases de combustão							X
Exaustão localizada - básica							X
Desempenho mínimo do ambiente interno							X
Desempenho térmico					X	X	X
Desempenho lumínico							X
Desempenho acústico	X	X		X			X
Controle de umidade local							X
Proteção de poluentes provenientes de veículos							X
Controle de partículas contaminantes							X
Saúde e bem-estar							X

Fonte: Elaboração própria (2020).

4. Resultados e discussão

Como resultado, apresenta-se o Quadro 1, no qual se destacam, em negrito, os critérios mais relevantes. Esta categoria foi a que apresentou maior quantidade de critérios elencados, 40 no total.

Observou-se que, 52% das categorias relacionam-se direta ou indiretamente ao conforto ambiental, a saber: controle do ar interno, acessibilidade, espaço privado, controle ambiental da fumaça de tabaco, conforto térmico, conforto acústico, conforto visual, controle do usuário, qualidade dos espaços internos e externos, segurança e proteção, iluminação natural, iluminação artificial, controle das fontes de odores desagradáveis, ventilação, controle de fontes de poluição externas, controle de fontes de poluição internas, controle de umidade local e controle de partículas contaminantes. Os critérios mais relevantes são: conforto térmico, qualidade do ar interno, iluminação natural, conforto visual e desempenho acústico.

O conforto térmico é um estado que reflete a satisfação da pessoa com o ambiente térmico ao qual está envolvida (ASHRAE, 2005). É um critério amplamente abordado no ensino de conforto ambiental, e que, diante dos movimentos de globalização/universalização da linguagem arquitetônica nas cidades, vem se implementando por meio de ambientes cada vez mais dependentes de sistemas ativos de condicionamento.

A qualidade do ar interno é um critério que tem ganhado relevância frente à existência desses ambientes controlados, nos quais devem ser previstas renovações de ar conforme as atividades neles estabelecidas, evitando a concentração de odores e proliferação de vetores prejudiciais à saúde dos ocupantes. Por isso, para residências a ventilação é um tipo de condicionamento térmico passivo que atua como adequação bioclimática do projeto e promove, nas condições adequadas, a qualidade do ar interno (LAMBERTS; TRIANA, 2010).

A iluminação natural é importante devido a necessidade do ser humano de conexão com o ciclo diário de claro e escuro, das modificações naturais ao longo do dia, pois a luz natural é fonte de ativação de diversas funções fisiológicas do ser humano e de controle do relógio biológico (MARTAU, 2009; LAMBERTS; TRIANA, 2010; FIGUEIRÓ, 2010). Aspectos como a porcentagem das horas em que níveis de iluminação mínimos são garantidos, brilho excessivo, ofuscamento, contraste, uniformidade

e fator de visão do céu compõem o arcabouço dos aspectos técnicos envolvidos nesse tema.

O desempenho acústico, por sua vez, relaciona-se aos aspectos construtivos do edifício que proporcionam condições tais que permitam aos seus ocupantes o desenvolvimento de atividades em ambientes acústicos compatíveis. Os ruídos intensos e permanentes podem causar diversos problemas àqueles que estão expostos, como alteração de humor, de concentração e inclusive no metabolismo e perda auditiva (DURANTE, 2012).

No estudo das ementas das disciplinas foi possível analisar como cada universidade divide seus conteúdos na área de conforto ambiental. Na UFMT, a disciplina de Conforto Ambiental I apresenta conceitos atrelados ao clima e à arquitetura, como calor, temperatura, trocas térmicas e propriedades térmicas dos materiais. A disciplina de Conforto Ambiental II tem em seu conteúdo o estudo da luz, fontes e transmissão da luz e as propriedades dos materiais que são importantes para essa análise. Em Conforto Ambiental III, é ensinado sobre o som, as fontes sonoras, transmissão do som e as propriedades acústicas dos materiais. Já em Conforto Ambiental IV, é ensinado aos alunos o desenvolvimento de um projeto integrando todos os conteúdos abordados nas disciplinas anteriores, como conforto térmico, acústico e lumínico, além do diagnóstico do projeto.

Na UNEMAT, a disciplina de Conforto Ambiental 1 trata das técnicas passivas de condicionamento ambiental, em busca do conforto térmico, eficiência energética e a sustentabilidade. Em Conforto Ambiental 2 são apresentados os conceitos do conforto acústico, lumínico e eficiência energética.

Na UFMS, as ementas não estavam disponíveis para leitura on-line, porém o curso de Arquitetura e Urbanismo apresenta como disciplinas obrigatórias: Conforto Ambiental I, Conforto Ambiental II, Conforto Ambiental III; e como disciplinas complementares que possuem relação com o conforto: Ventilação e iluminação natural, Eficiência energética em edificações, Arquitetura, energia e meio ambiente: projeto (Campus da cidade de Campo Grande/MS). Já no campus da cidade de Naviraí/MS as disciplinas complementares são: Sustentabilidade na arquitetura e urbanismo; Tópicos contemporâneos em ambiente, ciência e sociedade; e Educação ambiental.

Na UFG, na disciplina de Conforto Ambiental I são apresentados os conceitos relacionados ao conforto

térmico, geometria solar, proteções solares e análise térmica. A disciplina de Conforto Ambiental II tem em seu escopo cálculo de cargas térmicas e técnicas passivas de condicionamento do ar. Em Conforto Ambiental III é abordado o conforto lumínico, aspectos físicos da luz, cálculo de índices lumínicos e o conforto acústico, tratamento acústico, cálculo de absorção e reverberação acústica.

Na UEG, a disciplina de Conforto Ambiental I apresenta os conceitos de conforto térmico, insolação e ventilação. Em Conforto Ambiental II são tratadas as questões relacionadas à visão e audição humana, como o conforto lumínico e o acústico.

Na UnB, a disciplina Conforto Térmico Ambiental traz os conceitos relacionados às propriedades termofísicas dos materiais, critérios e índices de conforto térmico, princípios bioclimáticos. Em Conforto Ambiental Luminoso são abordadas as características físicas da luz, sua percepção e métodos de projeto, visando o conforto luminoso, além da eficiência energética e sustentabilidade. Na disciplina de Conforto Sonoro são ensinados os aspectos físicos do som, meios de controle do som, isolamento acústico, entre outros.

As disciplinas que foram agrupadas na chamada Conforto Ambiental I eram aquelas que apresentaram em sua ementa estudos relacionados ao movimento aparente do sol, direção dos ventos e estratégias para conforto térmico. Aquelas reunidas em Conforto

Ambiental II abordaram a iluminação natural e artificial e o ensino de conforto lumínico. As representadas por Conforto Ambiental III apresentaram o estudo das ondas sonoras e o ensino de conforto acústico. Já o Conforto Ambiental IV só foi possível perceber na UFMT, onde são ensinadas todas as estratégias de conforto abordadas anteriormente em um único projeto (Quadro 2).

Assim, foi possível cruzar os critérios de maior relevância apresentados pelas certificações com as disciplinas apresentadas nos cursos de Arquitetura e Urbanismo das universidades federais e estaduais da região Centro-Oeste. Percebe-se que todos os cursos apresentam em suas ementas conceitos de conforto térmico, qualidade do ar interno, conforto visual, iluminação natural e desempenho e conforto acústico (Quadro 3).

5. Considerações finais

Na análise das principais certificações ambientais de construção foram identificadas sobreposições de muitas categorias e critérios com os mesmos objetivos. Esta análise mostra que existem muitos aspectos em comum e que se complementam, fazendo com que a decisão por uma certificação seja baseada na sua adequação à realidade local, mais que pela estrutura de suas categorias e respectivos critérios. Dessa forma, AQUA-HQE, GBC Brasil Casa e o Selo Casa Azul são os mais indicados à realidade brasileira, já que os dois primeiros

foram adaptados à realidade brasileira, e o último foi desenvolvido especificamente para o Brasil.

As certificações podem fortalecer o sistema de aprendizado da indústria da construção civil como um todo, impulsionando a absorção de paradigmas mais compatíveis com o desenvolvimento sustentável, no âmbito do ensino e da prática projetual/construtiva. Ainda que existam barreiras a serem superadas, a crescente adesão a esses sistemas pode impulsionar um maior desempenho e conforto ambiental de edificações. Por isso, é clara a necessidade de disponibilizar meios e ferramentas que possam fortalecer o sistema de aprendizado dos que tomam decisões no desenvolvimento de projetos de arquitetura.

Dessa forma, é necessário que ocorra a conscientização de clientes e capacitação de profissionais, além de ser importante ressaltar o papel do setor público. Para que as alternativas de melhoria para um projeto de alto desempenho sejam obtidas, o poder público deve fornecer apoio, exigindo e definindo um padrão mínimo de desempenho ambiental obrigatório.

Diferentemente do que foi constatado anos atrás, o conceito de sustentabilidade e conforto ambiental vem sendo abordado nas universidades. Ao realizar a análise das ementas das disciplinas relacionadas ao Conforto do curso de Arquitetura e Urbanismo das universidades estaduais e federais da região Centro-Oeste, é possível afirmar que esses cursos demonstram uma preocupação com as questões ambientais e um alinhamento com as habilidades necessárias para projetar edifícios que consumam menos energia, trazendo conforto aos usuários.

Portanto, o ensino de Arquitetura nessa região traz em seu escopo questões fundamentais para um futuro mais sustentável e alinhadas aos objetivos da Agenda 2030. É necessário mudar a maneira como os profissionais atuam no mercado, sustentabilidade não é marketing, mas uma reflexão da nossa relação com o meio. Arquitetos e urbanistas precisam ter em sua bagagem acadêmica ensinamentos para que as cidades e os edifícios sejam resilientes e respeitem o meio em que estão inseridos.

Referências

ALWISY, A., BUHAMDAM S., GÜL, M. Evidence-based ranking of green building design factors according to leading energy modelling tools. *Sustainable Cities and Society*, v. 47, p. 1-12,

fev. 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2210670718306000?via%3Dihub>. Acesso em: 08 ago. 2019.

AMERICAN SOCIETY OF HEATING REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS (ASHRAE). *Handbook of fundamentals*. Estados Unidos: ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers), 2005.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. *Balanço Energético Nacional 2020: ano base 2019*. Brasília, 2020.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). Portaria no 18, de 16 de janeiro de 2012. Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Residenciais (RTQ-R). Brasília, DF, 2012. Disponível em: <http://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/residencial/downloads/RTQR.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2019.

BRASILEIRO, S. B. C. Adequação ao Selo Casa Azul da Caixa Econômica Federal de Edificações do Programa Minha Casa, Minha Vida. 2013. 176 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2013.

BUENO, C. Avaliação de desempenho ambiental de edificações habitacionais: análise comparativa dos sistemas de certificação no contexto brasileiro. 2010. 123 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT (BRE). *BREAAM International New Construction: Technical Manual*. Reino Unido, 2016. Disponível em: <https://www.breeam.com/discover/technical-standards/newconstruction/>. Acesso em: 10 mar. 2019.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. *Selo Casa Azul: boas práticas para habitação mais sustentável*. São Paulo: Páginas e Letras, 2010. Disponível em: <http://www.labee.ufsc.br/projetos/manual-selo-casa-azul-caixa>. Acesso em: 15 mar. 2019.

CECCHETTO, C. T. et al. Habitação de interesse social: alternativas sustentáveis. *Revista Gestão e Desenvolvimento em Contexto*, v. 3, n. 2, 2015. Disponível em: <http://revistaeletronica.unicruz.edu.br/index.php/GEDECON/article/view/861/577>. Acesso em: 15 jun. 2019.

CONTO, V. A sustentabilidade socioambiental de um

Quadro 2: Disciplinas de Conforto Ambiental agrupadas

	UFMT	UNEMAT	UFMS	UFG	UEG	UnB
Conforto Térmico	Conforto Ambiental I	Conforto Ambiental 1	Conforto Ambiental I	Conforto Ambiental I e II	Conforto Ambiental I	Conforto Térmico Ambiental
Conforto Lumínico	Conforto Ambiental II	Conforto Ambiental 2	Conforto Ambiental II	Conforto Ambiental III	Conforto Ambiental II	Conforto Ambiental Luminoso
Conforto Acústico	Conforto Ambiental III	Conforto Ambiental 2	Conforto Ambiental III	Conforto Ambiental III	Conforto Ambiental II	Conforto Sonoro
Projeto integrando	Conforto Ambiental IV					

Fonte: Elaboração própria (2020).

Quadro 3: Disciplinas de Conforto Ambiental nas universidades federais e estaduais do Centro-Oeste

Disciplinas	UFMT	UNEMAT	UFMS	UFG	UEG	UnB
Conforto Ambiental I	X	X	X	X	X	X
Conforto Ambiental II	X	X	X	X	X	X
Conforto Ambiental III	X	X	X	X	X	X
Conforto Ambiental IV	X					

Fonte: Elaboração própria (2020).

empreendimento de habitação de interesse social através da aplicação do Selo Casa Azul Caixa. 2017. 137 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2017.

CONTO, V., OLIVEIRA, M. L., RUPPENTHAL, J. E. Certificações ambientais: contribuição à sustentabilidade na construção civil no Brasil. *Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas*, v. 12, n. 4, p. 100-127, nov. 2016. Disponível em: <https://revista.feb.unesp.br/index.php/gepros/article/view/1749>. Acesso em: 10 jul. 2019.

DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR NACHHALTIGES BAUEN (DGNB). DGNB System Version 2018. Disponível em: <https://www.dgnb-system.de/en/buildings/new-construction/criteria/>. Acesso em: 13 mar. 2019.

DURANTE, L. C. Apostila de Conforto Acústico: Parte 1. Disciplina de Conforto III. Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2012.

EDWARDS, B. O Guia Básico para a Sustentabilidade. Barcelona: GG, 2005.

FAGUNDES, C. M. N. Contribuições para uma arquitetura mais sustentável. 2009. 251 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2009.

FASTOFSKI, D. C. Análise da aplicação do Selo Casa Azul em empreendimentos habitacionais verticais em Caxias do Sul, RS. 2014. 169 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, RS, 2014.

FIGUEIREDO, A. C. C. Certificação ambiental e habitação no Brasil: agentes e requisitos urbanísticos e arquitetônicos. 2018. 199 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2018.

FIGUEIREDO, F. G. Processo de Projeto Integrado para melhoria do desempenho ambiental de edificações: dois estudos de caso. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

FIGUEIREDO, F. G., SILVA, V. G. Processo de projeto integrado e desempenho ambiental de edificações: os casos do SAP Labs Brazil e da ampliação do CENPES Petrobras. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 12, n. 2, p. 97-119, abr./jun. 2012. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/12879/18758>. Acesso em: 23 maio 2019.

FIGUEIRÓ, M. A luz e sua relação com a saúde. *Lume*, São Paulo, v. 8, n. 44, p. 8-12, jun. 2010. Disponível em: http://www.lumearquitetura.com.br/pdf/ed44/ed_44%20EN%20-%20Mariana%20Figueiró.pdf. Acesso em: 20 mar. 2019.

FRANZITTA, V. et al. Toward a European Eco-label brand for residential buildings: Holistic or by-components approaches? *Energy*, v. 36, n. 4, p.1884-1892, out. 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544210005001?via%3Dihub>. Acesso em: 05 ago. 2019.

FUNDAÇÃO CARLOS ALBERTO VANZOLINI (FCAV) E CERWAY. Referencial de avaliação da qualidade ambiental do edifício – edifícios residenciais. Agosto 2018. Disponível em: <https://vanzolini.org.br/aqua/categoria-documentos/informacoes-gerais/>. Acesso em: 15 mar. 2019.

GODOI, B. C. S. Requisitos de sustentabilidade para o desenvolvimento de projetos residenciais multifamiliares em São Paulo. 2012. 210 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

GONÇALVES J. C. S., BODE, K. (Org.). Edifício ambiental. São Paulo: Oficina de textos, 2015.

GONÇALVES J. C. S.; DUARTE, D. H. S. Arquitetura sustentável: uma integração entre ambiente, projeto e tecnologia em experiências de pesquisa, prática e ensino. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 6, n. 4, p. 51-81, out./dez. 2006. Disponível em: <https://www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/3720/2071>. Acesso em: 18 mar. 2019.

GREEN BUILDING COUNCIL. LEED v4.1 Building Design and Construction, abril 2019. Disponível em: <https://www.usgbc.org/leed>. Acesso em: 12 mar. 2019.

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL. Certificação Green Building Council Brasil Casa: guia rápido, agosto 2017. Disponível em: <https://www.gbcbrazil.org.br/certificacao/certificacao-casa/documentos/>. Acesso em: 13 mar. 2019.

HWANG, B.; SHAN, M.; LYE, J. Adoption of sustainable construction for small contractors: major barriers and best solutions. *Clean Techn. Environ. Policy*, v. 20, p. 2223-2237, ago. 2018. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10098-018-1598-z#citeas>. Acesso em: 08 ago. 2019.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE- IPCC. Climate change 2014: Synthesis Report. Disponível em: https://issuu.com/unipcc/docs/syr_ar5_final_full_wcover.

Acesso em: 20 dez. 2018.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE- PCC. Global Warming of 1.5oC – Special Report, 2018. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/sr15/>. Acesso em: 04 abr. 2019.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY- IEA. Energy technology perspectives 2008: Scenarios and strategies to 2050. Paris: IEA, 2008.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY- IEA. Energy technology perspectives 2017. Paris: IEA, 2017.

LAMBERTS, R.; TRIANA, M. A. Categoria 2: Projeto e Conforto. In: JOHN, V. M.; PRADO, R. T. A. (Coord.). Selo Casa Azul: boas práticas para habitação mais sustentável. São Paulo: Páginas & Letras- Editora e Gráfica, 2010. p. 56-103.

LEITÃO, M. T. Análise da aplicação dos requisitos do Selo Casa Azul em empreendimentos de habitação de interesse social. 2013. 130 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.

MACHADO, J. J. Análise da Sustentabilidade de empreendimentos habitacionais vinculados a políticas públicas no período 2008-2010: aplicabilidade de requisitos Greenbuilding na construção civil de Manaus. 2013. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2013.

MARTAU, B. T. A luz além da visão. *Lume*, São Paulo, v. 7, n. 38, p. 62-68, jun. 2009. Disponível em: http://www.lumearquitetura.com.br/pdf/ed38/ed_38%20AT%20Iluminação%20e%20Saúde.pdf. Acesso em: 15 mar. 2019.

MEIRA, A. C. B. S. Eficiência energética de edificações residenciais no plano piloto de Brasília: uma análise comparativa com utilização do RTQ-R. 2014. 169 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

NUNES, M. F. Análise da contribuição das certificações ambientais aos desafios da Agenda 2030. *Revista Internacional de Ciências*, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 27-46, jan.-jun. 2018. Disponível em: <http://www.e-publicacoes.uerj.br/ojs/index.php/ric>. Acesso em: 02 jul. 2019.

PEREIRA, M. C. Mutabilidade e habitação de interesse social: precedentes e certificação. 2012. 320 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

PRIZIBELA, S. C. C. Aplicação de princípios de sustentabilidade em empreendimentos de grande porte: posicionamento

dos arquitetos. 2011. 208 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

REBÊLO, M. M. P. S. Sustentabilidade ambiental para projetos residenciais em Maceió-AL: procedimentos metodológicos para adequação de ferramenta de avaliação. 2018. 259 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2018.

SILVA, A. T. et al. New requirements resulting from construction environmental certification programs and performance standards. *Arquiteturarevista*, v. 10, n. 2, p. 105-114, July/Dec. 2014. Disponível em: <http://search.proquest.com/openview/020e1af80ae6480083d92cb7d325c34c/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2040965>. Acesso em: 06 ago. 2019.

SILVA, G. B. da. As certificações como instrumento ético de sustentabilidade ambiental em edificações da construção civil. 2014. 338 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2014.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). 2020 Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a Zero-emission, Efficient and Resilient Building and Construction Sector. Nairóbi, 2020.

VILCEKOVA, S.; SELECKA, I.; BURDOVA, E. K. Sustainability assessment of family house. *Energy Procedia*, v. 96, p. 551-559, set. 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610216307378>. Acesso em: 07 ago. 2019.

VILELLA, D. S. A sustentabilidade na formação atual do arquiteto e urbanista. 2007. 179 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.