XIX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
ENTAC 2022

Ambiente Construído: Resiliente e Sustentável
Canela, Brasil, 9 a 11 novembro de 2022

Certificações ambientais e panorama da inovação em edificações: uma avaliação crítica

Environmental certifications and the panorama of innovation in buildings: a critical appraisal

Marciele Monique Lazzari Klein
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) | Porto Alegre | Brasil | marcielemlk@gmail.com
Bárbara Pretto Biasi
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) | Porto Alegre | Brasil | barbarapbiasi@gmail.com
Ludimila Mallmann Schmalfuss
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) | Porto Alegre | Brasil | ludimila.engcivil@hotmail.com
Gabriel de Grandi
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) | Porto Alegre | Brasil | gabrielde_grandi@hotmail.com
Daniel Tregnago Pagnussat
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) | Porto Alegre | Brasil | daniel.padnussat@ufrgs.br

Resumo
As certificações ambientais de edificações propagam uma cultura mais sustentável, visando a mitigação dos impactos e a disseminação da inovação em construções. Todavia, ainda há muito o que ser investigado nacionalmente sobre o tema. O objetivo desse estudo é analisar criticamente as principais certificações brasileiras, propondo alternativas inovadoras para o aprimoramento das certificações e a discussão entre os stakeholders. A metodologia conta com revisão de literatura, entrevistas com especialistas e avaliação comparativa. Assim, foram analisadas as certificações LEED, AQUA, GBC, BREEAM, Procel Edifica e Well com diferentes perspectivas para a análise crítica das características, barreiras e adequações ao cenário brasileiro.

Palavras-chave: Certificação. Edificações. Sustentabilidade. Avaliação crítica.

KLEIN, M. M. L.; BIASI, B. P.; SCHMALFUSS, L. M.; GRANDI, G.; PAGNUSSAT, D. T. Certificações Ambientais e panorama da inovação em edificações: uma avaliação crítica. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 19., 2022, Canela. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2022. p. 1-14.

Abstract

Environmental certifications for buildings propagate a more sustainable culture, aiming at mitigating impacts and disseminating innovation in construction. However, there is still much to be investigated nationally on the subject. The objective of this study is to critically analyze the main Brazilian certifications, proposing innovative alternatives for the improvement of certifications and the discussion among stakeholders. The methodology includes a literature review, interviews with experts and comparative assessment. Thus, the LEED, AQUA, GBC, BREEAM, Procel Edifica and Well certifications were analyzed with different perspectives for the critical analysis of the characteristics, barriers and adaptations to the Brazilian scenario.

Keywords: Certification. Buildings. Sustentability. Critical appraisal.

INTRODUÇÃO

Os edifícios são responsáveis pela geração de impactos significativos durante todo o seu ciclo de vida. Com o tempo, tais impactos são agravados pela quantidade e velocidade de propagação, acarretando em consumo de 16,6% de água potável, 40% dos combustíveis fósseis, 25% da extração de madeira e 42% de energia elétrica, além disso, por índices consideráveis de poluição com a emissão de 25% de dióxido de carbono (CO_2) e a geração de 65% dos resíduos sólidos urbanos [1], [2]. Nesse cenário, tornam-se necessárias estratégias para alavancar mudanças no setor da construção civil para adequação aos requisitos de preservação ambiental, de sustentabilidade e de qualidade de vida.

No Brasil, as certificações necessitam evoluir como estruturas mais completas e adaptativas às questões geográficas, climáticas, culturais e normativas [3], [4]. Potenciais aliados deste processo são as grandes construtoras nacionais, que vêm percebendo como esse desenvolvimento sustentável contribui para o desempenho das edificações [5], uma vez que, servem como ferramentas de aprimoramento para a aplicação de práticas sustentáveis, a redução no consumo de recursos e o aumento da confiabilidade do usuário [6].

Dessa forma, este estudo busca responder à questão: *"Quais os requisitos, as limitações e as oportunidades de inovação para as certificações ambientais no cenário nacional?",* com o objetivo de realizar uma análise crítica das certificações ambientais adotadas no Brasil e apresentar propostas de inovação.

PANORAMA DE CERTIFICAÇÕES AMBIENTAIS

As certificações são ferramentas que viabilizam a sustentabilidade e o bem-estar em edificações, tanto no ponto de vista de estratégias e metas, como para a economia de recursos naturais, de água potável e de energia elétrica. Diversos modelos de certificações vêm ganhando espaço no Brasil, tanto de origem nacional, quanto internacional [7]. Os principais abordados no presente estudo, dividem-se em dois grupos: (i) Certificações nacionais: Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica para edificações (PROCEL); Selo de Alta Qualidade Ambiental (AQUA); Certificação *Green Building Council* Brasil (GBC) e suas quatro variações (Casa, Condomínio, Life e *Zero Energy*); (ii) Certificações internacionais/estrangeiras: norte

americana *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED); inglesa *Building Research Establishment Environmental Assessment Method* (BREEAM); norte americana WELL *Building Standard* (WELL).

Os principais benefícios *Triple Bottom Line* decorrentes da aplicação de certificações em edificações, são elencados no Quadro 1.

Quadro 1: Benefícios das certificações

Benefícios	Descrição
Benefícios na dimensão ambiental	Uso racional e reduzido dos recursos naturais; redução do consumo de água e energia; implantação consciente e ordenada; mitigação das mudanças climáticas; materiais e tecnologias de baixo impacto ambiental; gerenciamento dos resíduos da construção.
Benefícios na dimensão social	Segurança e priorização da saúde dos usuários; inclusão social e senso de comunidade; capacitação profissional; conscientização; incentivo a fornecedores responsáveis; satisfação e bem-estar dos usuários; estímulo a políticas para construção sustentável.
Benefícios na dimensão econômica	Diminuição dos custos operacionais; diminuição dos riscos regulatórios; valorização do imóvel para revenda ou arrendamento; aumento na velocidade de ocupação; aumento da retenção; modernização e menor obsolescência da edificação.

Fonte: adaptado de [8].

Quanto à implementação no Brasil, a Figura 1 demonstra a linha do tempo das certificações nacionalmente, observa-se que LEED é concebido em 2007 [9]. Em 2008 surge a certificação AQUA e em 2009, o processo de etiquetagem de edificações no Brasil, através do Regulamento Técnico da Qualidade para o nível de eficiência energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C). No ano seguinte (2010) é publicada uma metodologia para classificação dos edifícios residenciais, o RTQ-R. Os Regulamentos classificam as edificações quanto ao nível de eficiência energética em uma escala que varia de “A” (maior eficiência) até “E” (menor eficiência). Após, é publicado o novo método de avaliação de edificações comerciais, denominado INI-C (Instrução Normativa do Inmetro) [10].

Em 2011, o sistema BREEM é implementado no Brasil e consequentemente, em 2014 é criada a certificação GBC Brasil Casa e Condomínio, objetivando tornar mais acessível a certificação de classes de empreendimentos que não são atendidos pela certificação LEED. No mesmo ano surge a primeira certificação WELL no país, com foco no monitoramento dos impactos dos empreendimentos na saúde e bem-estar de seus ocupantes [9].

Figura 1: Linha do tempo da implementação de certificações no Brasil



Fonte: os autores.

METODOLOGIA

A metodologia é definida a partir do objetivo e da problemática em estudo. Na Etapa (I) é realizada uma breve investigação dos principais estudos sobre certificações em edificações pelas plataformas *Web Science, Scielo* e *Scopus*, buscando um panorama acadêmico da área, a pesquisa utiliza os seguintes termos: *Certification*; *Building*; *Life Cycle Assesment* e *Energy Efficiency*. Em seguida (Etapa II), são realizadas entrevistas com especialistas e profissionais brasileiros de certificações, para definição de um panorama nacional e profissional sobre o tema. Diante disso, na Etapa (III) ocorre um estudo comparativo entre as seis principais certificações utilizadas no Brasil: *PROCEL EDIFICA, AQUA, GBC, LEED, BREEAM* e *WELL* – para determinar possíveis falhas, barreiras e melhorias nesse contexto. Por fim, propõe-se uma discussão crítica (Etapa IV) e a concepção de propostas inovadoras para as certificações.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados são discutidos em cinco subseções, referentes diretamente à metodologia: (I) Panorama acadêmico; (II) Visão de especialistas; (III) Avaliação comparativa; (IV) Análise crítica; e (V) Propostas de inovação em certificações – as duas últimas abordam uma perspectiva crítica e avaliativa sobre o tema em discussão.

PANORAMA ACADÊMICO

A partir da revisão de literatura (Etapa I), são investigadas as principais pesquisas desenvolvidas sobre o tema de certificações em edificações, com o intuito de conhecer o panorama acadêmico da área. Baseado na pesquisa realizada nos principais bancos de dados literários, verifica-se a intensificação do desenvolvimento de estudos sobre certificações de edifícios na construção civil nos últimos anos.

Dentre os principais temas abordados em conjunto com as certificações, destacam-se: Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), edifícios verdes, BIM e sustentabilidade. As certificações mais discutidas nesses estudos são a LEED, a BREEAM, a GBC, a AQUA e a WELL. As metodologias mais recorrentes são: estudos de casos, revisões de literatura, identificação dos parâmetros das certificações e aplicação de ferramentas. Além disso, são apontadas lacunas potenciais para desenvolvimentos de trabalhos futuros, como por exemplo: a realização de análises do desempenho de prédios certificados ao longo da fase de uso; estudos para identificar o custo decorrente da certificação ambiental de prédios, englobando custos de produção, uso, operação e manutenção [11] e o desenvolvimento de ferramentas que auxiliem na gestão de empreendimentos com certificações [12].

A importância de considerar a ACV no processo de certificação energética é uma questão recorrente, para obtenção de edifícios mais sustentáveis, de baixo consumo de energia e elevada eficiência, e assim, para a promoção da inovação no setor da construção. Nesse contexto, os autores assinalam a priorização do *ecodesign* bioclimático, a bioconstrução, o uso de materiais recicláveis, a disponibilidade desses

materiais regionalmente, a minimização do consumo dos recursos naturais e a implementação de projetos de aproveitamento de água e energia [13].

Por fim, ressalta-se que o apoio do governo em iniciativas de construção verde com a incorporação de certificações em normativas e no código de prática dos organismos profissionais, pode impulsionar a aplicação de certificações e a busca por sustentabilidade [14]. Também destaca-se a atenção a ansiedade por certificações, não precedida pela necessária preparação do mercado, podendo fragilizar o papel transformador das certificações, devido à queima de etapas [15].

VISÃO DE ESPECIALISTAS

Os dados são coletados em entrevistas (Etapa II) com os seguintes profissionais da área de consultoria para certificações: um engenheiro civil atuando em empresa de certificação localizada no sul do Brasil, e três arquitetos, atuando em empresas do sudeste e sul do país. Na sequência, é desenvolvido o Discurso do Sujeito Coletivo (DSC) para formular um discurso-síntese com as expressões-chave, as ideias centrais e a ancoragem dos entrevistados sobre o tema.

> *As certificações mais aplicadas são a LEED e a GBC Brasil, com tendencias futuras para a maior implementação da Well e Fitwell. Há o aumento da procura por certificações, tanto do setor público quanto privado, principalmente pelo marketing e valorização do tema. O perfil dos clientes é formado majoritariamente por grandes empresas, incorporadoras privadas e construtoras de licitações públicas. O perfil das edificações é obras novas, comerciais e/ou alto padrão. O período ideal para a implementação de uma certificação ocorre com a realização de um estudo preliminar durante o projeto. Algumas das barreiras observadas são: (i) ausência de exigências e normativas legais; (ii) falta de conscientização sobre sustentabilidade, utilizando certificações como marketing verde; (iii) altos custos para a aplicação de certificações. Por fim, as certificações oportunizam a construção de edificações mais sustentáveis, possibilitando a redução dos desperdícios, a eficiência dos sistemas e a qualificação do mercado em geral.*

AVALIAÇÃO COMPARATIVA ENTRE CERTIFICAÇÕES

Nesta etapa, referente à Etapa (III), são considerados os parâmetros: tempo de aplicação, custo médio, número de empreendimentos certificados no Brasil (Figura 4) e características técnicas. Os dois primeiros baseados na literatura, devido a variação dos dados disponíveis em guias informativos para cada caso de empreendimento.

O tempo de um projeto certificado aponta uma demora de 30% a mais em relação a um projeto convencional – considerando os estudos necessários para sua concepção e execução, com participação de uma equipe multidisciplinar e especializada. Já o custo médio de um empreendimento certificado pode aumentar de 5% a 10%, quanto maior o porte da obra, menor o impacto desses custos no seu orçamento. Os custos também podem variar de acordo com o nível de certificação a ser alcançado [16].

No Quadro 2 observa-se o número de edificações certificadas e suas principais características técnicas, conforme: método de avaliação, níveis de classificação e tipologias de edificações.

Quadro 2: Caracterização das certificações

Certificação	N° de edificações	Método	Níveis	Tipologias
PROCEL	619	Prescritivo ou Simulação.	Níveis de Eficiência (A, B, C, D e E)	Residenciais, comerciais e públicas.
AQUA	378	Perfil mínimo de desempenho.	Base, Boas Práticas ou Melhores Práticas.	Residenciais, escritórios, escolares e renovadas.
GBC CASA E COND.	801	Pontuação por itens obrigatórios e classificatórios.	Certificado Verde, Prata, Ouro e Platina.	Novas unifamiliares e multifamiliares.
LEED	734	Pontuação por itens obrigatórios e classificatórios.	Certificado, Prata, Ouro e Platina.	Novas, renovadas e envoltórias.
BREEAM	3	Pontuação por requisitos com pesos específicos.	Níveis Excepcional, Excelente, Muito bom, Bom, Passável e Desclassificado.	Residenciais, escritórios, indústrias, comerciais, escolas, hospitais e prisões.
WELL	300	Elementos de projeto, protocolos e normas de desempenho.	Silver, Gold e Platinum.	Edificações, interiores e núcleo.

Fonte: adaptado de [17], [18], [19], [20], [21], [22].

Assim, as certificações mais utilizadas são a GBC, LEED e PROCEL – as GBC e LEED pertencem ao mesmo sistema de certificação, já a PROCEL é obrigatória para edificações públicas. A BREEAM sendo a menos utilizada no Brasil, é selecionada por ser a implementada a mais tempo. O método avaliativo mais usado é a pontuação de requisitos, entretanto as certificações PROCEL, AQUA E WELL utilizam modos diferentes. Os níveis variam conforme a certificação, mas GBC, LEED e WELL determinam os selos Prata, Ouro e Platina para definição do nível da edificação. No quesito de tipologias de edificações, grande parte das certificações podem ser aplicadas para residenciais e comerciais – com exceção para a GBC Casa e Condomínio que, conforme o próprio nome, é específica para o setor residencial.

A seguir, o Quadro 3 esquematiza as categorias das certificações em cinco grupos: materiais e gestão, instalações e sistemas, meio ambiente, social e regional e inovação.

Quadro 3: Comparação de categorias de certificações

Certificação	PROCEL	AQUA	GBC CASA E COND.	LEED	BREEAM	WELL
N° de categorias	6	4	8	8	10	7
Materiais e gestão			Implantação (IMP)	Localização e Transporte	Transporte	
				Terrenos Sustentáveis	Gestão	
	Envoltória		Materiais e Recursos (MR)	Materiais e Recursos	Materiais + Resíduos	
Instalações e sistemas	Iluminação	Energia e Economias	Energia e Atmosfera (EA)	Energia e Atmosfera	Energia	Iluminação + Ar
	Uso racional da água		Uso Eficiente da Água (UEA)	Eficiência Hídrica	Água	Água
Meio ambiente	Geração local de energia renovável	Meio ambiente			Uso do solo e ecologia	
	Emissões de CO2				Poluição	
Social e regional	Condicionamento de ar	Saúde e segurança + Conforto	Qualidade do Ambiente Interno (QAI)	Qualidade do Ambiente Interno	Saúde e Bem-estar	Nutrição + Fitness + Conforto + Mente
			Créditos Regionais (CR)	Prioridade Regional		
			Requisitos Sociais (RS)			
Inovação			Inovação e Projeto (IP)	Inovação	Inovação	

Nota: as linhas em destaque nas cores azul e rosa evidenciam a abrangência das categorias para todas as certificações analisadas. Fonte: adaptado de [17], [18], [19], [20], [21], [22].

Quanto ao número de categorias (Quadro 3), em média são avaliadas no total de sete, com extremas para a BREEAM com dez categorias, enquanto a AQUA abrange apenas quatro – vale ressaltar que o número é sugestivo, pois cada categoria envolve uma quantidade variável de requisitos conforme a certificação.

O grupo sobre "Instalações e sistemas" (em azul) está presente em todas as certificações, relacionado à eficiência energética e hídrica dos empreendimentos. Assim como o grupo "Social e regional" (em rosa), com destaque para WELL – que possui quatro categorias voltadas ao tema social, reafirmando a preocupação com o bem-estar, a saúde e o conforto dos usuários. Por último, o grupo "Inovação" (em amarelo) aparece em metade das certificações, o que pode significar a falta de implementação de novas tecnologias e processos pelas empresas certificadoras.

ANÁLISE CRÍTICA

Diante do panorama acadêmico, da visão de especialistas e da avaliação comparativa entre as certificações são observadas diferentes perspectivas que permitem uma análise crítica sobre o tema (Etapa IV), desde a disponibilidade das certificações para diversos públicos-alvo, até questões relativas a legislações para a promoção de edificações certificadas.

Observa-se que as certificações utilizadas no Brasil são pouco acessíveis a toda a população, uma vez que a maioria dos empreendimentos certificados são de uso

comercial e residencial de alto padrão. Dessa forma, visando a expansão de certificações para setores da construção civil de baixo padrão, uma alternativa a ser considerada é a necessidade de implementação de regulamentações políticas que tornem compulsória as certificações ambientais para tais setores.

Os especialistas identificam também, a busca errônea de certificação simplesmente por interesses econômicos, mercadológicos, legais e como estratégias de *marketing*, apontando assim que muitos empreendimentos buscam esta alternativa somente por "*status*".

A importância de projetos de edifícios com elevado desempenho energético recebe destaque, oportunizando a redução do consumo de energia e também da geração energética própria, embora sejam edificações com balanço nulo, deve-se alcançar a máxima sustentabilidade. Estudos apontam que mesmo edificações de menor eficiência energética (classes "B" e "C") conseguem obter um balanço energético nulo, produzindo toda sua energia com um Sistema Fotovoltaico (SFV) de maior capacidade para suprir a demanda, revertendo o consumo no futuro e até mesmo liquidando o investimento no SFV muito antes do término da sua vida útil [23].

Por fim, são identificados problemas de adaptação das categorias, diretrizes e avaliações de certificações internacionais à realidade brasileira, no que tange o contexto climático, social e econômico, levando em consideração as peculiaridades e necessidades de adequações para cada situação.

PROPOSTAS DE INOVAÇÃO EM CERTIFICAÇÕES

A partir do embasamento teórico e prático sobre o tema, são identificadas lacunas nas certificações ambientais, nas políticas públicas e nas legislações brasileiras – as quais servem como base para as propostas de inovação (Resultados), descritas na sequência na Figura 2.

Figura 2: Propostas de inovação em certificações para o cenário nacional

Propostas de inovação em certificações	
Objetivo(s) da proposta	Formas de aplicação da proposta
1ª Proposta: Incentivos à industrialização	
Diminuição de desperdícios, retrabalhos e geração de resíduos com a aplicação de métodos construtivos eficientes, seguindo conceitos de coordenação modular e intercambialidade.	(a) Normas, legislações e regulamentos para industrialização dos processos da construção civil; (b) Reduções tributárias em equipamentos, tecnologias e produtos de maior eficiência e produtividade; (c) Apoio financeiro para oportunizar financiamentos e linhas de crédito; (d) Disseminação da cultura da inovação da construção civil.
2ª Proposta: Automatização tecnológica energética	
Redução do consumo de iluminação artificial e também na redução dos gastos com sistemas de condicionamento artificial.	(a) Utilização de dispositivos de controle de iluminação e sensores de presença; (b) Utilização da ventilação híbrida com a alternância entre o uso da ventilação natural e o do condicionamento artificial.
3ª Proposta: Plataforma multi-objetivo com a união entre a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) e o Building Information Modeling (BIM)	
Otimização do tempo, da qualidade e da sustentabilidade do ambiente construído. A análise sistemática possibilita: vincular informações; automatizar os dados; simular o comportamento e o consumo; estimar o volume de resíduos; entre outros.	(a) Projetos com ACV e BIM como requisitos para a certificação; (b) Implementação de uma plataforma multi-objetivo no BIM com informações ACV sobre materiais, sistemas e componentes da edificação; (c) Análise do ambiente construído durante todo seu ciclo de vida.
4ª Proposta: Certificação para edificações de baixo padrão	
Popularização, conscientização e inclusão para todas as classes sociais sobre a relevância das certificações ambientais e da sustentabilidade, considerando os diferentes perfis construtivos do Brasil.	(a) Redução de custos para materiais sustentáveis e valorização do uso de materiais locais; (b) Criação de linhas de crédito diferenciadas para pessoas físicas ou jurídicas com requisitos de certificações; (c) Contratação de empresas certificadoras para a concepção de projetos públicos de baixa renda; (d) Concepção adaptativa de uma certificação inclusiva para edifícios de baixo padrão com requisitos simplificados.
5ª Proposta: Apoio com legislações e políticas públicas	
Desenvolver políticas públicas e legislações que incentivem as empresas a adotarem certificações ambientais ou medidas sustentáveis em suas edificações (novas construções e *retrofit*).	(a) Implementação de normas sobre eficiência energética de edificações contabilizando alterações climáticas; (b) Criação de medidas públicas, como "IPTU verde"; (c) Formação de cursos para os profissionais responsáveis pela aprovação de projetos em prefeituras; (d) Exigência de edifícios comerciais com alto desempenho energético e geração de energia própria; (e) Composição de base de dados de consumo de energia primária e emissão de CO_2 incorporados em materiais de construção brasileiros.

Fonte: os autores.

A primeira proposta de incentivos à industrialização é baseada na tendência proporcional de aumento da industrialização e das certificações na construção civil, que refletem o anseio de melhor qualidade do processo de construção [24]. Como por exemplo, a implementação do projeto *Alte Windkusta*, na cidade de Herzogenrath na Alemanha, que aplicou a coordenação modular utilizando princípios sustentáveis, urbanísticos e arquitetônicos. Nesse projeto as nove unidades habitacionais constituem uma forma octagonal, que além de possibilitar outras configurações de crescimento devido ao padrão modular, permite também uma área comunitária de convívio dos moradores no centro da edificação. Do mesmo modo que foram implementados sistemas para redução de consumo de água, aproveitamento da água da chuva e captação de energia solar [25].

Já a segunda proposta (Automatização tecnológica energética) faz referência à estudos com propostas da implementação de tais dispositivos/soluções em edifícios comerciais como itens obrigatórios em certificações, aponta para uma relevante alternativa em busca da sustentabilidade [26][27][28]. Como exemplo, a implementação do Código Internacional de Conservação de Energia para a região da Carolina do Sul, que determina o desligamento automático de iluminação, com utilização de um sensor de ocupante que deve desligar a iluminação dentro de 30 minutos após um ocupante deixar um espaço [29]

A terceira proposta sobre uma plataforma multi-objetivo com a união entre a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) e o Building Information Modeling (BIM) é abortada por estudos discorrem sobre o futuro das edificações com a integração entre ACV e BIM, a aplicação em conjunto com as certificações ambientais é um complemento inovador [30] [31][32]. Como por exemplo, um estudo de viabilidade com a inserção de dados de energia e emissões de CO2 em programa BIM para mensurar automaticamente os impactos ambientais partindo das trocas de *layout* das edificações, todavia, há a impossibilidade encontrada para alteração das composições de materiais. Para a quarta proposta (Certificação para edificações de baixo padrão) não são encontrados trabalhos sobre certificação para edificações de baixo padrão na literatura, refletindo sobre o tema, uma aposta para futuras aplicações e estudos são as edificações de interesse social brasileiras.

A quinta proposta de apoio com legislações e políticas públicas, considera que tais medidas vêm sendo adotadas em alguns países. Na Dinamarca, por exemplo, novas edificações não residenciais possuem metas de consumo anual de 25 kWh/(m².ano) [33] [34]. Na França, a regulamentação térmica vigente (RT 2012) define que o consumo de 50 kWh/(m2.ano) de energia primária deve ser respeitado para novas edificações residenciais; 70 kWh/(m2.a) para novas edificações comerciais que utilizam ar condicionado e 110 kWh/(m2.a) para as que não utilizam [35] [36]. Ademais, a partir de 2022, a abordagem em relação ao uso de energia passa a incluir uma avaliação ambiental através de ACV, e a regulamentação térmica existente passa a ser chamada de regulamentação ambiental (RE 2020). Na Alemanha, a regulação prevê atingir as metas NZEB em 2030. A referência para edifícios residenciais de baixo consumo é de 100 kWh/(m2.a) [37].

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O emprego de certificações em edificações é um caminho para a implementação de projetos mais sustentáveis, tanto na escolha dos materiais e na gestão do canteiro de obras, quanto nas fases de uso e operação e na qualidade de vida dos seus usuários. A partir da análise dos tipos de certificações utilizadas no Brasil, pode-se propor ideias para complementação e criação de novas certificações que realmente comprovem que a edificação é sustentável em todo o seu ciclo de vida, proporcionando ideias e discussões entre pesquisadores, empresas certificadoras, construtoras, governo e demais envolvidos. Mesmo observando um aumento dos números de edificações certificadas no Brasil, há um longo caminho para a promoção e a valorização de construções sustentáveis.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Construção e Infraestrutura (PPGCI) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) pelo suporte institucional no desenvolvimento deste estudo – especialmente das professoras Dra. Dóris Zechmeister Bragança Weinmann, Dra. Lais Zucchetti e Dra. Daniela Dietz Viana.

REFERÊNCIAS

[1] T. Sartori and J. L. Calmon, “Analysis of the impacts of retrofit actions on the life cycle energy consumption of typical neighbourhood dwellings,” *J. Build. Eng.*, vol. 21, pp. 158–172, Jan. 2019, doi: 10.1016/J.JOBE.2018.10.009.

[2] M. M. LARUCCIA, “Sustentabilidade E Impactos Ambientais Da Construção Civil,” no. 1, pp. 69–84, 2014, doi: https://doi.org/10.22567/rep.v3i1.124.

[3] N. J. D. de AZEVEDO, “Sistema Para Avaliação De Sustentabilidade Do Ambiente Construído : Aplicação À Habitação De Interesse Social Na Região Metropolitana Do Recife,” *Mestr. em Eng. Civil, Univ. Fed. Pernambuco,* p. 261, 2008, [Online]. Available: https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/5385.

[4] C. Bueno, “Avaliação de desempenho ambiental de edificações habitacionais: Análise comparativa dos sistemas de certificação no contexto brasileiro,” *Diss. Mestr. apresentada ao Dep. Arquitetura e Urban. da Esc. Eng. São Carlos da Univ. São Paulo.*, p. 123, 2010.

[5] E. Dalla Costa and C. S. B. de Moraes, “CONSTRUÇÃO CIVIL E A CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL : análise comparativa das certificações LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) e AQUA (Alta Qualidade Ambiental),” *Eng. Ambient.*, vol. 10, no. 3, pp. 160–169, 2013.

[6] P. R. M. Grünberg, M. H. F. de Medeiros, and S. F. Tavares, “Certificação ambiental de habitações: comparação entre LEED for Homes, Processo Aqua e Selo Casa Azul,” *Ambient. Soc.*, vol. 17, no. 2, pp. 195–214, 2014, doi: 10.1590/s1414-753x2014000200013.

[7] E. S. Sugahara, M. R. de Freitas, and V. A. L. da Cruz, “ANÁLISE DAS

CERTIFICAÇÕES AMBIENTAIS DE EDIFICAÇÕES," *Interação - Rev. Ensino, Pesqui. e Extensão*, vol. 23, no. 1, pp. 12–24, Feb. 2021, doi: 10.33836/INTERACAO.V23I1.285.

[8] GBC, "Certificação LEED - GBC Brasil," 2014. https://www.gbcbrasil.org.br/certificacao/certificacao-leed/?gclid=EAIaIQobChMI5s-Z8bT09wIVCjORCh3h6g9nEAAYAiAAEgJPPfD_BwE (accessed May 22, 2022).

[9] B. GBC, "Green Building Council - Anuário 2020." p. 184, 2021.

[10] INMETRO, "Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas - Anexo da Portaria nº 372, de 17 de setembro de 2010, com alterações das portarias nº 17 de 2012 e nº 299 de 2013. PBE Edifica," 2013. http://www.pbeedifica.com.br/ (accessed May 22, 2022).

[11] R. Piccoli, A. P. Kern, M. A. González, and E. H. Hirota, "A certificação de desempenho ambiental de prédios: exigências usuais e novas atividades na gestão da construção," *Ambient. Construído*, vol. 10, no. 3, pp. 69–79, 2010, doi: 10.1590/s1678-86212010000300005.

[12] J. Veselka *et al.*, "Recommendations for developing a BIM for the purpose of LCA in green building certifications," *Sustainability*, vol. 12, no. 15, p. 17, 2020, doi: 10.3390/su12156151.

[13] I. Z. Bribián, A. A. Usón, and S. Scarpellini, "Life cycle assessment in buildings: State-of-the-art and simplified LCA methodology as a complement for building certification," *Build. Environ.*, vol. 44, no. 12, pp. 2510–2520, 2009, doi: 10.1016/j.buildenv.2009.05.001.

[14] K. Agyekum, E. Adinyira, and G. Ampratwum, "Factors driving the adoption of green certification of buildings in Ghana," *Smart Sustain. Built Environ.*, vol. 9, no. 4, pp. 595–613, 2020, doi: 10.1108/SASBE-02-2019-0017.

[15] V. G. da SILVA and A. F. P. Pardini, "Contribuição ao entendimento da aplicação da certificaçao LEED TM no Brasil com base em dois estudos de caso," *Assoc. Nac. Tecnol. do Ambient. Construído*, vol. 10, no. 3, pp. 81–97, 2010.

[16] V. Abbate, "Como obter uma certificação ambiental," *Rev. aU – Arquitetura e Urban.*, vol. Ed. 195, 2010, [Online]. Available: http://au.pini.com.br/arquiteturaurbanismo/195/exercicio-profissional-175871-1.aspx.

[17] PROCEL, "PROCELINFO - Centro Brasileiro de Informação de Eficiência Energética - PROCELEDIFICA, Eficiência Energética em Edificações." http://www.procelinfo.com.br/data/Pages/LUMIS623FE2A5ITEMIDC46E0FFDBD124A0197D2587926254722LUMISADMIN1PTBRIE.htm (accessed May 28, 2022).

[18] AQUA, "AQUA-HQE™ - Portal Vanzolini." https://vanzolini.org.br/produto/aqua-hqe/ (accessed May 28, 2022).

[19] GBS CASA E CONDOMÍNIO, "Certificação Casa e Condomínio - GBC Brasil." https://www.gbcbrasil.org.br/certificacao/certificacao-condominio/ (accessed May 28, 2022).

[20] LEED, "Compreenda o LEED Leadership in Energy and Environmental Design

Pré-requisitos Créditos ID+C INTERIOR DESIGN + CONSTRUCTION O+M OPERATION & MAINTENANCE ND NEIGHBORHOOD BAIRROS BD+C BUILDING DESIGN + CONSTRUCTION NOVAS CONSTRUÇÕES E GRANDES REFORMAS," Accessed: May 28, 2022. [Online]. Available: www.gbcbrasil.org.br.

[21] BREEAM, "Building Research Establishment Environmental Assessment Method." https://bregroup.com/products/breeam/ (accessed May 28, 2022).

[22] WELL, "WELL | IWBI." https://www.wellcertified.com/ (accessed May 28, 2022).

[23] L. M. Schmalfuss, "Análise de viabilidade de um edifício comercial atingir o balanço energético nulo, a partir de diferentes níveis de eficiência energética, no extremo sul do Brasil," *Diss. Mestr.*, pp. 1–143, 2021.

[24] GBC Brasil, "A Construção Industrializada e a Certificação LEED - GBC Brasil," 2016. https://www.gbcbrasil.org.br/a-construcao-industrializada-e-a-certificacao-leed/ (accessed May 24, 2022).

[25] M. dos S. Ferreira, P. R. Bregatto, and M. R. D'Avila, "Coordenação Modular e Arquitetura: Tecnologia, Inovação e Sustentabilidade," no. 1, p. 8, 2008.

[26] A. Pellegrino, S. Cammarano, V. R. M. Lo Verso, and V. Corrado, "Impact of daylighting on total energy use in offices of varying architectural features in Italy: Results from a parametric study," *Build. Environ.*, vol. 113, pp. 151–162, Feb. 2017, doi: 10.1016/J.BUILDENV.2016.09.012.

[27] P. W. Moura, C. M. B. Correa, and E. G. da Cunha, "Evaluation of Daylighting and Thermo-Energetic Performance in Administrative Building in the South of Brazil," *J. Civ. Eng. Archit.*, vol. 14, pp. 20–36, 2020, doi: 10.17265/1934-7359/2020.01.003.

[28] R. Debiasi, "ANÁLISE DA ESTRATÉGIA DE VENTILAÇÃO HÍBRIDA PARA A REDUÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA EM EDIFICAÇÕES COMERCIAIS PARA O CLIMA DE FLORIANÓPOLIS," *Diss. Mestr. da Univ. Fed. St. CATARINA – UFSC*, pp. 1–228, 2016.

[29] "Energy Conservation Code 2009 of South Carolina based on the International Energy Conservation Code 2009 (IECC 2009)." https://up.codes/viewer/south_carolina/iecc-2009 (accessed Aug. 14, 2022).

[30] L. Á. ANTÓN and J. DÍAZ, "Integration of Life Cycle Assessment in a BIM Environment _ Elsevier Enhanced Reader," *Creat. Constr. Conf.*, pp. 26–32, 2014, doi: https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.10.525.

[31] P. Cardoso and J. Pablos, "Certificações habitacionais e a avaliação do ciclo de vida," in *XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído*, Nov. 2014, vol. 1, pp. 3307–3316, doi: 10.17012/entac2014.723.

[32] L. R. Caldas, M. Leoni, M. Nascimento, M. Tereza, M. Carvalho, and R. M. Sposto, "DIAGNÓSTICO DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA RELACIONADA À APLICAÇÃO DO BIM À METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA (ACV)," *CILAMCE 2015*, p. 8, 2015.

[33] S. Thomas, F. Suerkemper, T. Adisorn, and D. Hauptstock, "Energy Efficiency Policies in Europe: Danish Building Code - Denmark | Green Growth Knowledge Platform," May 2016. https://www.greengrowthknowledge.org/case-studies/energy-efficiency-policies-europe-danish-building-code-denmark (accessed May 24, 2022).

[34] K. E. Thomsen, “Danish plans towards Nearly Zero Energy Buildings,” *REHVA J.*, pp. 6–8, May 2014.

[35] EFFINERGIE, “REGLES TECHNIQUES DES LABELS BEPOS EFFINERGIE 2017 ET BEPOS+ EFFINERGIE 2017 ASSOCIÉS À L’EXPÉRIMENTATION E+C,” vol. 5, pp. 1–8, Feb. 2021.

[36] FRANCE, “Arrêté du 26 octobre 2010 relatif aux caractéristiques thermiques et aux exigences de performance énergétique des bâtiments nouveaux et des parties nouvelles de bâtiments - Légifrance,” 2010. https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000022959397/ (accessed May 24, 2022).

[37] L. P. Dutra, “Avaliação da relação entre eficiência energética e geração própria no ciclo de vida do edifício,” *Diss. Mestr. da Univ. Fed. PELOTAS*, pp. 1–170, 2020.