# ANÁLISE DE EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS CERTIFICADAS USGBC E GBC NA CIDADE DE PORTO ALEGRE-RS

**Paulyne Vaz Rocha (1); Fernando Simon Westphal (2)**
(1) Arquiteta, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Labcon, UFSC, Florianópolis, Brasil, paulynerocha@gmail.com
(2) Doutor, Professor do Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Labcon, UFSC, Florianópolis, Brasil, fswfernando@gmail.com

## RESUMO
As edificações com certificação ambiental de sustentabilidade estão crescendo e o Brasil ocupa o 4º lugar no ranking mundial de construções sustentáveis certificadas pela ferramenta internacional LEED. No âmbito nacional há, atualmente, 926 projetos certificados, sendo na sua maioria de edificações corporativas. As edificações residenciais ainda são minoria neste mercado, logo identificando esta lacuna de projeto e de pesquisa. Portanto, a presente pesquisa tem como objetivo estudar a qualidade ambiental interna de edificações residenciais multifamiliares na cidade de Porto Alegre/RS que alcançaram certificações ambientais de sustentabilidade. Com foco nos aspectos da qualidade do ambiente interno, os requisitos avaliados pelas certificações são divididos majoritariamente em: conforto térmico, acústico, lumínico e qualidade do ar interno. Foram destacadas duas edificações com características arquitetônicas semelhantes, porém com certificações diferentes com a finalidade de comparar os aspectos sobre qualidade ambiental interna de edificações residenciais. Uma possui a certificação LEED BD+C: Core and Shell (v2009) atingindo 70 de 110 pontos e a outra possui certificação através da GBC Brasil Condomínio alcançando 91 de 110 pontos. Através de uma análise comparativa sobre as duas certificações abordadas foi possível perceber que o LEED possui sua certificação mais voltada para a área da qualidade do ar interno, enquanto a GBC Brasil possui foco no desempenho interno da edificação.

Palavras-chave: certificação ambiental; edificações residenciais; LEED; GBC Brasil.

## ABSTRACT
Buildings with environmental sustainability certifications are experiencing significant growth, and Brazil ranks 4th globally in the LEED international certification program for sustainable constructions. At the national level, there are currently 926 certified projects, predominantly consisting of corporate buildings. However, residential buildings still represent a minority in this market, highlighting a significant gap in both project development and research. Therefore, the objective of this study is to investigate the indoor environmental quality of multifamily residential buildings in the city of Porto Alegre, Brazil, which have obtained environmental sustainability certifications. With a focus on aspects related to the indoor environment, the certifications predominantly assess requirements in terms of thermal comfort, acoustic performance, lighting, and indoor air quality. Two buildings with similar architectural characteristics but different certifications were selected to compare the aspects of indoor environmental quality in residential buildings. One building achieved LEED BD+C: Core and Shell (v2009) certification, scoring 70 out of 110 points, while the other obtained certification through GBC Brazil Condomínio, scoring 91 out of 110 points. Through a comparative analysis of the two certifications, it was evident that LEED places a greater emphasis on indoor air quality, while GBC Brazil focuses on the internal performance of the building.

Keywords: environmental certification; residential buildings; LEED; GBC Brasil.

## 1. INTRODUÇÃO

A arquitetura sustentável surge para integrar conceitos socioeconômicos e ambientais. Assim, a definição que ficou mundialmente conhecida foi assinada pelo Brundtland Report em 1987 (BRUNDTLAND, 1987), atestando que o desenvolvimento sustentável é aquele que atende as necessidades do presente, sem comprometer o atendimento das necessidades das gerações futuras.

As edificações sustentáveis partem da premissa de quatro aspectos: (1) Harmonizar com o clima local, (2) Utilizar de sistemas inteligentes e integrados; (3) Utilizar tecnologias construtivas; (4) Obter melhor desempenho dos materiais construtivos atendendo aos padrões desejados de conforto ambiental (SANT'ANNA, 2015). Destacando que esses podem ser atingidos por meio de estratégias passivas, as tecnologias ativas devem ser empregadas de modo eficiente.

A arquitetura deve responder às condicionantes ambientais e às necessidades específicas de cada público-alvo. As certificações ambientais foram desenvolvidas para garantir que uma edificação cumpra pré-requisitos de sustentabilidade e seja premiada por adotar estratégias que vão além do padrão convencional do mercado.

A qualidade ambiental interna das edificações e sua influência na satisfação dos usuários tem sido tema de diversas pesquisas, principalmente relacionando os fatores de saúde e conforto ambiental. Os autores Bluyssen *et al* (2010) descreveram que conforto é um elemento da saúde. Assim, dois fatores são destacados a fim de qualificar o ambiente interno, que as propriedades dos materiais escolhidos não devem causar ou piorar condições de saúde atuais de seus ocupantes e que os usuários devem sentir-se em situação de conforto para desempenhar atividades cotidianas.

O processo de certificação nada mais é do que um *checklist* com a finalidade de garantir o cumprimento de seus itens, que por sua vez cita normas já existentes, sendo um guia de boas práticas para sensibilizar o público leigo, como um futuro morador dessas edificações com o propósito de melhor interpretação da etiqueta do apartamento que ele está adquirindo, e não aos profissionais da área da construção civil.

O LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design* - Liderança em Energia e Projeto Ambiental) foi desenvolvido pela USGBC (United States Green Building Council) para avaliar o desempenho ambiental das edificações. No Brasil, ela é administrada pela GBC Brasil (Green Building Council Brasil). O LEED BD+C: Core and Shell (v2009) certifica a envoltória e o núcleo central de edificações, podendo ser comerciais ou residenciais. O GBC Brasil Condomínio é outro processo de certificação, voltado para projetos residenciais de diversos tipos, como condomínios, prédios de apartamentos, entre outros. Foi desenvolvido pelo GBC Brasil, adotando normas e referências nacionais. As certificações citadas classificam seus requisitos em categorias semelhantes (terrenos sustentáveis; uso eficiente da água; energia e atmosfera; materiais e recursos; qualidade ambiental interna; inovação e créditos regionais), mas a certificação brasileira adiciona uma nova categoria, que são os requisitos sociais.

## 2. OBJETIVO

O objetivo geral do presente estudo é analisar e comparar diferentes certificações ambientais de sustentabilidade (uma brasileira e outra americana) sobre qualidade ambiental interna, utilizando como estudo de caso duas edificações residenciais na cidade de Porto Alegre/RS.

## 3. METODOLOGIA

A metodologia desta pesquisa consiste em três etapas: Seleção das edificações residenciais, caracterização das certificações de sustentabilidade e análise comparativa dos dados obtidos.

### 3.1 Seleção das edificações residenciais

A primeira seleção consistiu na listagem de todas as edificações certificadas na cidade de Porto Alegre/RS. Logo, notou-se uma abrangência predominante de edificações comerciais e identificou-se uma lacuna para o meio residencial, pois foram encontradas somente três edificações residenciais multifamiliares certificadas. Em seguida, buscou-se mais informações sobre essas edificações específicas, como suas localizações, tipo arquitetônico e ferramenta de certificação adotada para desenvolver este estudo comparativo. Foram escolhidas edificações semelhantes em forma, localizações próximas, mas com certificações diferentes.

Nesta primeira etapa da pesquisa, as informações acerca das edificações, bem como o detalhamento das estratégias de sustentabilidade, foram obtidas de material de divulgação pública sobre os empreendimentos. Numa próxima etapa, em contato com os projetistas e moradores espera-se aprofundar nas informações

técnicas sobre tais soluções.

### 3.2 Caracterização das certificações de sustentabilidade

Primeiramente, serão dispostas todas as características da avaliação da qualidade ambiental de cada certificação de sustentabilidade. A certificação GBC Brasil Condomínio está vinculada a edificação denominada "A". A edificação "B" adotou a certificação LEED BD+C: Core and Shell (v2009). Vale ressaltar que o foco deste trabalho é na comparação das certificações de sustentabilidade.

### 3.3 Análise comparativa dos dados obtidos

Os dados obtidos serão tabelados com a finalidade de melhor demonstração e comparação. Nota-se que as certificações têm focos diferentes. O objetivo é identificar como os aspectos de qualidade ambiental interna são avaliados pelos dois modelos de certificação. Se existem diferenças significativas entre o padrão norte-americano e o padrão brasileiro, e se essas variações resultam de fato em níveis de qualidade ambiental distintos entre as edificações.

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Edificações Residenciais selecionadas

A cidade escolhida para o presente estudo foi Porto Alegre, no Rio Grande do Sul, sul do Brasil. Segundo a classificação climática da NBR 15220 (ABNT, 2005), a cidade está localizada na zona bioclimática três. Sendo assim, algumas estratégias passivas para o condicionamento físico são indicadas, como: a ventilação cruzada para o verão, aquecimento solar e inércia térmica para o inverno. Para as aberturas são consideradas as de tamanho mediano, entre 15% a 25% da área do piso, com permeabilidade de sol no inverno. As vedações externas devem ter paredes externas leves refletoras e a cobertura leve e isolada.

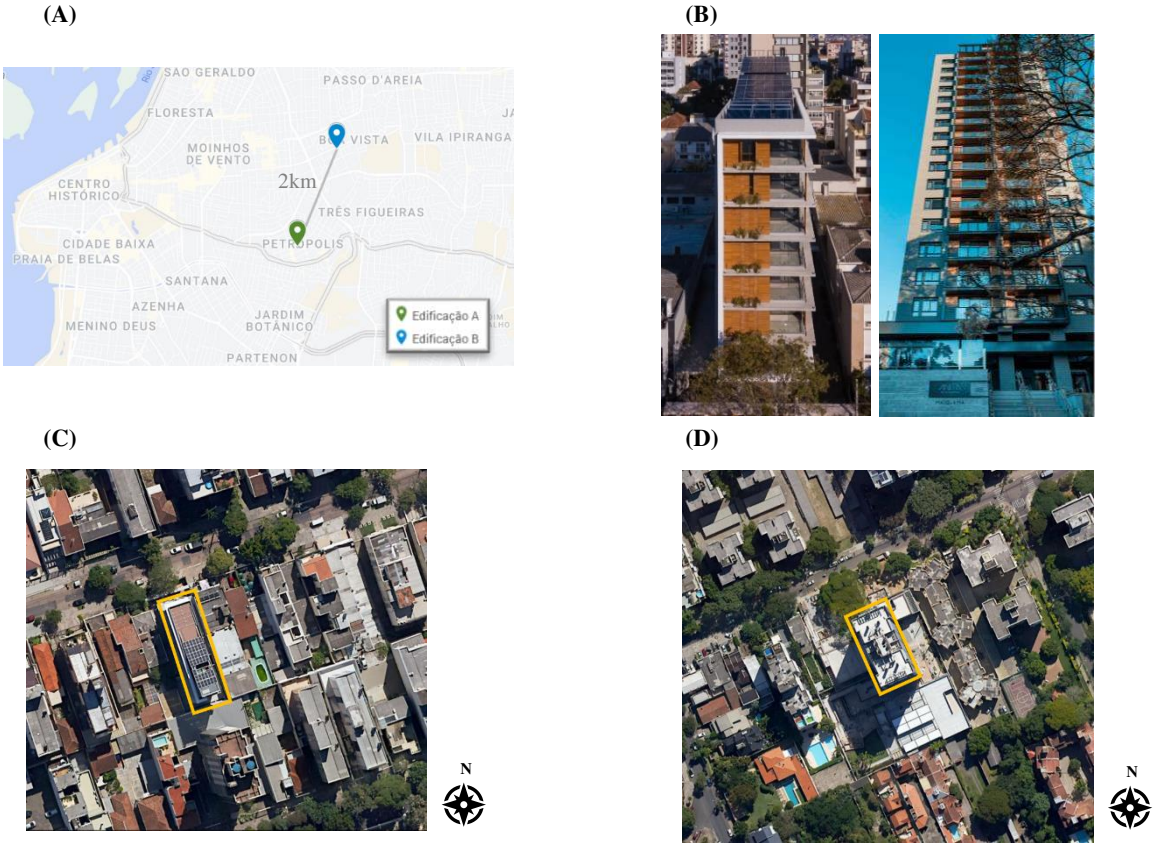



Figura 01 – Características das Edificações selecionadas: (A) Localização; (B) Fachadas Principais; (C) Entorno Edificação A; (D) Entorno Edificação B

As características das edificações residenciais selecionadas estão dispostas acima na Figura 01a, onde é possível notar que apesar de estarem em bairros diferentes, possuem uma proximidade de 2km. Na Figura 01b, foi observada a que as edificações possuem o mesmo tipo arquitetônico por serem compostas de somente

uma torre, porém há diferenças em suas fachadas e na planta baixa que será destacado em cada edificação. As edificações possuem um entorno semelhante, com predominância residencial de casas e prédios, sendo possível perceber a mesma orientação solar (Figuras 01c e 01d).

### *4.1.1 Edificação A*

A Edificação A, fica localizada no bairro Petrópolis, na Av. Bagé, 467. Segundo Observa Poa (2023), o bairro Petrópolis representa 0,71% da área total do município, tendo sua densidade demográfica de 11.255,16 habitantes por km². O rendimento médio dos responsáveis de domicílio compreende em 10,7 salários mínimos.

Esta edificação é a primeira no Brasil a obter certificação GBC Brasil Condomínio, nível Platina, alcançando 91 de 110 pontos possíveis. Possui quatro tipos de apartamentos, sendo uma opção com 2 suítes e 1 *home office* (Figura 02), 3 suítes com *Garden* (Figura 03), 3 suítes (Figura 04) e 2 suítes (Figura 05). Todos os apartamentos possuem sacada, churrasqueira, água quente a partir de aquecimento solar e válvulas de descarga de duplo acionamento para economia hídrica. O condomínio possui aproveitamento de água da chuva e da água condensada nos equipamentos de ar-condicionado, que será utilizada para irrigação do jardim. Painéis fotovoltaicos foram instalados para gerar 1/3 da energia consumida pelos apartamentos.



Figura 02 – Plantas Baixas dos Apartamentos com 2 suítes e 1 home office



Figura 03 – Plantas Baixas dos Apartamentos com 3 suítes e Garden



Figura 04 – Plantas Baixas dos Apartamentos com 3 suítes



Figura 05 – Plantas Baixas dos Apartamentos com 2 suítes

### *4.1.2 Edificação B*

A edificação B fica localizada no bairro Boa Vista, na Rua Anita Garibaldi, 1801. Segundo o ObservaPoa (2023), o bairro Boa Vista possui 0,23% da área do município, tendo sua densidade demográfica de 8.027 habitantes/km² e o rendimento médio dos responsáveis por domicílio é de 12 salários mínimos.

Esta edificação obteve certificação LEED BC+C: Core and Shell (v2009), nível Ouro, alcançando 70 de 110 pontos. Neste empreendimento existem cinco diferentes tipos de unidades habitacionais, para alcançar diferentes públicos-alvo, compreendendo *studios*, apartamentos de 1 e 2 suítes (Figuras 06 e 07) até apartamentos de 3 suítes (Figuras 07 e 08). Todos os apartamentos possuem sacadas e churrasqueira. O condomínio conta com captação da água da chuva para uso na irrigação dos jardins, metais e louças com economia hídrica de 30%, tintas e revestimentos internos com baixa emissão de compostos orgânicos voláteis e uso de equipamentos eficientes a fim de economizar até 50% de energia elétrica.




Figura 06 – Studios e apartamentos de 1 e 2 suítes até o 14º pavimento




Figura 07 – Apartamentos de 2 e 3 suítes no 15º e 16º pavimento




Figura 08 – Apartamento de 3 suítes com Garden somente no 17º pavimento

## 4.2 GBC Brasil Condomínio

A certificação GBC Brasil Condomínio adota critérios de avaliação distribuídos em oito categorias. No grupo de Qualidade Ambiental Interna (QAI) estão dispostos três pré-requisitos e nove créditos, como mostrado na Tabela 01. Por meio da Tabela 01, pode-se notar que dos 16 pontos possíveis, 15 pontos foram obtidos pela Edificação A em qualidade do ambiente interno. O único item que não obteve totalidade de pontuação foi o de "Saúde e Bem-Estar".

O Pré-Requisito 1, Controle de Emissão de Gases de Combustão, consiste em garantir a renovação do ar em ambientes internos com o intuito de controlar e monitorar as emissões de gases. Para tal, será necessário, não instalar os equipamentos a combustão em espaços internos ou alocá-los em uma câmara fechada com exaustão mecanizada.

O Pré-Requisito 2, Exaustão Localizada – Básica, consiste em garantir a redução do mofo e de poluentes internos de áreas molhadas, incluindo banheiros, cozinhas, copas e saunas. Podem ser estabelecidas soluções passivas (ventilação natural cruzada) ou ativas (exaustores).

O Pré-Requisito 3, Desempenho Mínimo do Ambiente Interno, consiste em atender o nível mínimo de desempenho térmico, acústico e lumínico da Norma de Desempenho, NBR 15575 (ABNT, 2013). Para o desempenho térmico será necessário também a consulta a NBR 15220 (ABNT, 2005), para identificar a zona bioclimática referente ao local do projeto.

Os Créditos 1, 2 e 3 que são, respectivamente, Desempenho Térmico, Desempenho Lumínico e Desempenho Acústico consistem em atender aos Níveis Intermediários, para atingir 2 pontos ou Níveis Superiores para garantir a pontuação máxima de 3 pontos, do anexo E da ABNT NBR 15575-1 – Norma de Desempenho (ABNT, 2013). Para os itens de Desempenho Térmico e Lumínico será necessário para comprovação a simulação computacional e para Desempenho Acústico precisará ser executado ensaio *in-loco*.

O Crédito 4, Controle de Umidade Local, consiste em impermeabilizar áreas molhadas de acordo com a ABNT NBR 9574 – Execução de impermeabilização (ABNT, 2008) e ABNT NBR 9575 – Impermeabilização (ABNT, 2010). Sendo destacado impermeabilizar locais diretamente expostos a água

(chuveiros e duchas) até uma altura de 1,10m, revestir o entorno de torneiras e determinar a escolha correta de revestimento.

O Crédito 5, Proteção de poluentes provenientes da garagem, consiste na redução da exposição dos poluentes oriundos da garagem para os apartamentos, sendo assim deve-se optar pela vedação hermética da garagem e salas conectadas a ela ou a instalação de exaustores com acionamento automático.

O Crédito 6, Controle de Partículas Contaminantes, consiste na redução da exposição dos usuários e trabalhadores aos contaminantes do ar. Portanto, algumas medidas devem ser tomadas durante a construção, como vedação de todos os dutos e aberturas durante a obra. Além disso, deve ser reservado um local para fumantes no canteiro de obras, com distância mínima de 8 metros de qualquer abertura. Na fase do pós-obra será necessária uma limpeza geral de todas as áreas condominiais e internas dos apartamentos e para controle permanente de contaminantes em ambientes internos será necessário projetar e instalar capachos em cada entrada.

O Crédito 7, Materiais de Baixa Emissão, consiste em diminuir o consumo de materiais com componentes contaminantes. Se compensados de madeira forem utilizados, deve-se seguir as diretrizes da ANBT NBR 15316 (ABNT, 2014) para classificação E1. Tintas, vernizes, adesivos e selantes devem seguir as orientações do Green Seal Standart GS-11 (GREEN SEAL, 1993), South Coast Air Quality Management District #1168 (SCAQMD, 2004) e a ABNT NBR 15079 – Tintas para Construção Civil (ABNT, 2021).

O Crédito 8, Saúde e Bem-Estar, consiste em atender a requisitos adicionais para promover Bem-Estar e Saúde em condomínios residenciais. Para atingir 1 ponto é necessário cumprir com 4 itens e para 2 pontos é preciso atender a 6 itens, de um total de 8 sugestões. Dentre esses itens estão: plano de biofilia, plano de integração de obras de arte ao empreendimento, guia de saúde e bem-estar, controle de ventilação, protocolo de limpeza, espaço para atividades físicas, gerenciamento do espaço e altura mínima de pé direito. Como este foi o único item no qual a Edificação A não atingiu a pontuação máxima, conclui-se que foram cumpridos 4 itens, porém a tabela disposta pelo GBC Brasil não informa quais seriam. Portanto, neste caso, sugere-se que a tabela tenha uma alteração para que os itens cumpridos sejam dispostos conjuntamente com o *checklist*.

Tabela 01 – Checklist Qualidade Ambiental Interna (QAI) da Edificação A da GBC Brasil Condomínios

| **Qualidade Ambiental Interna (QAI)** | | | **Pontuação** | **Pontuação Recebida** |
|---|---|---|---|---|
| PR | Pré-Requisito 1 | Controle de Emissão de Gases de Combustão | Obrigatório | - |
| | Pré-Requisito 2 | Exaustão Localizada - Básica | Obrigatório | - |
| | Pré-Requisito 3 | Desempenho Mínimo do Ambiente Interno | Obrigatório | - |
| CR | Crédito 1 | Desempenho Térmico | 3 | 3 |
| | Crédito 2 | Desempenho Lumínico | 3 | 3 |
| | Crédito 3 | Desempenho Acústico | 3 | 3 |
| | Crédito 4 | Controle de Umidade Local | 1 | 1 |
| | Crédito 5 | Proteção de Poluentes Provenientes da Garagem | 1 | 1 |
| | Crédito 6 | Controle de Partículas Contaminantes | 1 | 1 |
| | Crédito 7 | Materiais de Baixa Emissão | 2 | 2 |
| | Crédito 8 | Saúde e Bem-Estar | 2 | 1 |
| | | Total: | 16 | 15 |

Após a disposição de todos os pré-requisitos e créditos pode-se identificar que a Edificação A cumpriu em sua totalidade 7 créditos, embora tenham pesos distintos. Por meio desta análise, supõe-se que a edificação dever proporcionar ambientes com qualidade ambiental de excelência. Numa etapa futura desta pesquisa, pretende-se avaliar se os moradores têm, de fato, essa percepção.

## 4.3 LEED BD+C: Core and Shell (v2009)

A certificação LEED BD+C: Core and Shell (v2009) é composta também por 8 categorias, sendo a sexta categoria destinada a Qualidade do Ambiente Interno (IEQ). Nesta categoria estão divididos dois pré-requisitos e oito créditos. A Tabela 02 mostra que dos 12 pontos possíveis, a edificação B conseguiu atingir somente 7 pontos.

O Pré-Requisito 1: *Minimum IAQ Performance* consiste em estabelecer um mínimo de qualidade do ar interior. Os requisitos podem ser para ventilação mecânica, seguindo as normas ASHRAE 62.1-2007 (ASHRAE, 2007) nas seções 4 a 7 ou a CEN EN 15251:2007 (CEN, 2007) no anexo B e para ventilação natural seguir o padrão da ASHRAE 62.1-2007 para edifícios ventilados naturalmente.

O Pré-Requisito 2: *Environmental Tobacco Smoke (ETS) Control* consiste em minimizar a exposição das superfícies internas, sistemas de distribuição de ar e, principalmente, os ocupantes da edificação do contato com a fumaça do tabaco. A primeira opção de medida é a proibição do fumo na edificação, porém é uma opção

muito radical, visto que em 2020 22% da população mundial usava tabaco (OPAS, 2021). Sendo assim, a outra alternativa é proibir o uso nas áreas condominiais e, caso seja necessário, ter um local específico a 8 metros de todas as aberturas da edificação e vedar todas as aberturas para as áreas comuns que estejam próximas a este local.

O Crédito 1: *Outdoor Air Delivery Monitoring* consiste no monitoramento dos sistemas de ventilação a fim de manter os requisitos mínimos de qualidade do ar interno, já que o mesmo é um pré-requisito desta certificação, porém na Edificação B ela não foi cumprida. O foco deste crédito são as concentrações de $CO_2$ nos espaços internos ventilados mecânica e naturalmente.

O Crédito 2: *Increase Ventilation* consiste em fornecer uma ventilação externa adicional para melhorar ainda mais a qualidade do ar interno. Para espaços ventilados mecanicamente, novamente as normas ASHRAE 62.1-2007 (ASHRAE, 2007) e CEN EN 15251:2007 (CEN, 2007) são citadas a fim de aumentar, no mínimo, 30% das taxas mínimas citadas no Pré-Requisito 1. Nos espaços ventilados naturalmente será preciso determinar um fluxograma através do manual CIBSE AM 13:2000 (CIBSE, 2000) ou um modelo macroscópico, multizona e analítico com a finalidade de prever os fluxos de ar seguindo as diretrizes da seção 6 da ASHRAE 62.1-2007 (ASHRAE, 2007).

O Crédito 3*: Construction Indoor Air Quality Management Plan – During Construction* consiste na redução dos problemas da qualidade do ar interior resultantes da construção. Para que este crédito seja cumprido será necessário desenvolver e implementar um plano de gerenciamento da qualidade do ar interior após a instalação de todos os acabamentos e a limpeza dos espaços.

Os Créditos 4.1: *Low-Emitting Materials – Adhesives and Sealants*, 4.2: *Low-Emitting Materials – paints and coatings,* 4.3: *Low-Emitting Materials – flooring systems* e 4.4: *Low-Emitting Materials – composite wood and grifber products* consistem na redução da quantidade de contaminantes do ar interno que causam algum tipo de irritabilidade e possam ser prejudiciais à saúde de seus ocupantes. Os adesivos e selantes devem estar em conformidade com a *South Coast Air Quality Management* District nº1168 (SCAQMD, 1988). As tintas e revestimentos devem seguir as diretrizes do Green Seal Standart GS-11 e GC-03 (GREEN SEAL, 1993 e 1997), que servem para controle dos compostos voláteis (VOC). Os carpetes devem atingir os requisitos de teste e produto do *Green Label Plus and Rug Institute Program* (CRI, 1971) e os pisos devem seguir o padrão *FloorScore* através de testes feitos previamente. Os rejuntes enquadram-se às mesmas regras dos adesivos e selantes. Os produtos compostos de madeira e fibra não devem conter resinas de uréia-formaldeido. Neste item sobre materiais de baixa emissão somente o item 4.4 não foi cumprido pela Edificação B.

O Crédito 5: *Indoor Chemical and Pollutant Source Control* consiste na minimização da exposição dos ocupantes da edificação a partículas que tenham potencial prejudicial e poluentes químicos. O projeto deve controlar e minimizar a entrada de poluentes, mas caso isso ocorra algumas estratégias previamente estabelecidas devem ser colocadas em práticas, como limpeza de tapetes e troca de filtros dos dispositivos de ventilação mecânica. Este crédito não foi cumprido na Edificação B.

O Crédito 6: *Controllability of Systems – Thermal Comfort* consiste no fornecimento de controle térmico individual para cada unidade residencial e para áreas com janelas operáveis deve ser atendido os requisitos da ASHRAE 62.1-2007 parágrafo 5.1 sobre ventilação natural.

O Crédito 7: *Thermal Comfort Design* tem como objetivo proporcionar um ambiente com conforto térmico para seus ocupantes, para que isso seja possível é necessário um projeto de sistemas de aquecimento, ventilação e ar condicionado envolvendo toda a edificação (áreas comuns e privadas). Duas opções podem ser seguidas, a primeira é o padrão americano ASHRAE 55-2004 (ASHRAE, 2004) que é a norma das condições de conforto térmico para ocupação humana e a segunda pode seguir as diretrizes das normas ISO 7730:2005 (ISO, 2005) e CEN EN 15251:2007 (CEN, 2007) que abordam os parâmetros de conforto térmico PMV e PPD e da avaliação do desempenho energético de edificações focando em qualidade do ar, conforto térmico, lumínico e acústico.

Os Créditos 8.1: *Dayligth and Views – Daylight* e 8.2: *Dayligth and Views – Views* consistem na ligação entre o ambiente interno e o externo contemplando luz natural e vistas de qualidade. O crédito 8.1 pode ser atingido através de simulação computacional, de cálculos da relação da transmitância de luz visível e a relação janela-piso, de medição de um mínimo de luz interna no local ou da combinação de mais de um dos métodos citados anteriormente. O crédito 8.2 prevê que se tenha uma vista direta com o ambiente externo através de vidros com alturas entre 0,80 m a 2,30 m.

Logo, o ordenamento dos pré-requisitos e créditos foi possível fazer a compreensão que a Edificação B cumpriu somente 7 créditos, com pesos iguais de um ponto cada. Diferente da outra edificação analisada, que também cumpriu 7 e teve um desempenho excelente. Esta edificação não cumpriu 5 créditos e o projeto de conforto térmico está entre eles, mesmo sendo um item de grande importância.

Tabela 02 – Checklist Qualidade Ambiental Interna (QAI) da Edificação B da LEED BD+C: Core and Shell (v2009)

| Indoor Environmental Quality (IEQ) | | | Pontuação | Pontuação Recebida |
|---|---|---|---|---|
| PR | EQp1 | Minimum IAQ performance | Obrigatório | - |
| | EQp2 | Environmental Tobacco Smoke (ETS) control | Obrigatório | - |
| CR | EQc1 | Outdoor air delivery monitoring | 1 | 0 |
| | EQc2 | Increased ventilation | 1 | 1 |
| | EQc3 | Construction IAQ Mgmt plan - during construction | 1 | 1 |
| | EQc4.1 | Low-emitting materials - adhesives and sealants | 1 | 1 |
| | EQc4.2 | Low-emitting materials - paints and coatings | 1 | 1 |
| | EQc4.3 | Low-emitting materials - flooring systems | 1 | 1 |
| | EQc4.4 | Low-emitting materials - composite wood and agrifiber products | 1 | 0 |
| | EQc5 | Indoor chemical and pollutant source control | 1 | 0 |
| | EQc6 | Controllability of systems - thermal comfort | 1 | 1 |
| | EQc7 | Thermal comfort - design | 1 | 0 |
| | EQc8.1 | Daylight and views - daylight | 1 | 0 |
| | EQc8.2 | Daylight and views - views | 1 | 1 |
| | | Total: | 12 | 7 |

## 4.4 ANÁLISE COMPARATIVA

As informações sobre as certificações foram confrontadas em uma tabela com a finalidade de resultar em uma análise comparativa (Tabela 03).

A Tabela 03, foi dividida em pré-requisitos e créditos semelhantes, e aqueles distintos, que são os itens que não se equivaleram com nenhum outro entre as duas certificações. Destaca-se que nenhum item se igualou completamente entre as certificações.

Observou-se a pontuação como um item de destaque quando no GBC Brasil os créditos possuem diferentes pesos, ao passo que no LEED cada crédito equivale a um ponto. Nesse caso, torna-se uma questão somente do cumprimento ou não do crédito. O GBC Brasil atribui diferentes relevâncias para cada crédito. Sendo assim, observando quantos itens cada edificação cumpriu, percebe-se que ambas atenderam a 7 créditos completos, porém frente ao GBC Brasil a Edificação A cumpriu 15 de 16 pontos (94%), e frente ao LEED a Edificação B cumpriu somente 7 de 12 pontos (58%).

O crédito "Controle de Partículas Contaminantes" se assemelha a 3 itens do LEED. Portanto, enquanto o GBC Brasil coloca somente 1 crédito para este assunto, a diretriz americana nomeia 3 itens para tal e um sendo um pré-requisito, ou seja, uma obrigatoriedade. Apesar da diferença, ambas alcançaram somente 1 ponto. Essa diferença destaca o fator da qualidade do ar interno, que no LEED aparece com mais ênfase.

Nos "Materiais de Baixa Emissão", o GBC Brasil considera um crédito, enquanto para LEED são quatro créditos. Nesta comparação, nota-se que a Edificação B atingiu 3 de 4 pontos e a Edificação A 1 de 1 ponto. Neste assunto, foi possível perceber que o LEED oferece maior relevância aos materiais de baixa emissão, o que influencia diretamente a qualidade do ar interno.

No assunto de desempenho do ambiente há uma grande diferença entre as duas certificações. No GBC Brasil há um pré-requisito que determina o desempenho mínimo do ambiente interno e outros três créditos que para atingir melhores desempenhos térmico, acústico e lumínico, totalizando 9/9 pontos. No LEED, há somente um crédito com foco em conforto térmico, que cita também o conforto acústico e lumínico, porém pode-se perceber que a edificação não atingiu o único ponto possível, sendo assim não cumprindo o crédito. Para o desempenho lumínico surge outro crédito semelhante no LEED (Daylight and Views – Daylight), porém esse também não foi cumprido. Através da análise comparativa dos itens acima citados, nota-se uma grande relevância quanto ao desempenho do ambiente interno por parte do GBC Brasil, enquanto no LEED isso não se repete.

O crédito do LEED *Controllability of Systems – Thermal Comfort* equivale-se somente de um item do crédito Saúde e Bem-Estar do GBC Brasil, que seria o controle da ventilação. Porém, como já foi destacado anteriormente, no checklist não aparecem quais itens foram cumpridos deste crédito. Portanto, apesar de ter alcançado 1/2 pontos, não se pode afirmar que o mesmo foi cumprido. Já o LEED atingiu 1/1 pontos.

O Pré-Requisito do LEED *Minimum IAQ Performance* assemelha-se a três itens do GBC Brasil, sendo também dois pré-requisitos e um crédito. A partir de análise anterior, nota-se que para a qualidade do ar interno o LEED dispõe de um pré-requisito de desempenho mínimo, com foco maior para ambiente ventilados mecanicamente.

Os quatro créditos que não se assemelharam a nenhum outro, estão dispostos nos "itens distintos" ao final da Tabela 03, sendo somente um item do GBC Brasil e três itens do LEED.

Tabela 03 – Comparação entre as certificações

| ITENS SEMELHANTES | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Pts. Edif. A** | **Item** | **GBC Brasil Casa e Condomínios** | **LEED BC+C: Core and Shell (v2009)** | **Item** | **Pts. Edif. B** |
| 1/1 | CR6 | Controle de Partículas Contaminantes | Controle Ambiental da Fumaça do Tabaco | EQp2 | - |
| | | | Controle de Fontes Químicas e Poluentes Internos | EQc5 | 0/1 |
| | | | Plano de Gerenciamento da Qualidade do Ar Interno durante a Construção | EQc3 | 1/1 |
| 1/1 | CR7 | Materiais de Baixa Emissão | Materiais de Baixa Emissão – Adesivos e Selantes | EQc4.1 | 1/1 |
| | | | Materiais de Baixa Emissão – Tintas e Revestimentos | EQc4.2 | 1/1 |
| | | | Materiais de Baixa Emissão – Sistemas de Pisos | EQc4.3 | 1/1 |
| | | | Materiais de Baixa Emissão – Produtos de Madeira e Fibra Composta | EQc4.4 | 0/1 |
| - | PR3 | Desempenho mín. do ambiente interno | Projeto de Conforto Térmico | EQc7 | 0/1 |
| 3/3 | CR1 | Desempenho Térmico | | | |
| 3/3 | CR2 | Desempenho Acústicos | | | |
| 3/3 | CR3 | Desempenho Lumínico | | | |
| | | | Luz Natural e Visuais - Luz Natural | EQc8.1 | 0/1 |
| 1/2 | CR8 | Saúde e Bem-Estar* | Controle dos Sistemas - Conforto Térmico | EQc6 | 1/1 |
| - | PR1 | Controle de Emissão de Gases de Combustão | Desempenho Mínimo da Qualidade do Ar Interno | EQp1 | - |
| 1/1 | CR5 | Proteção de Poluentes provenientes da Garagem | | | |
| - | PR2 | Exaustão Localizada Básica | | | |

| ITENS DISTINTOS | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1/1 | CR4 | Controle de Umidade Local | Monitoramento da Entrega de Ar Externo | EQc1 | 0/1 |
| | | | Aumento da Ventilação | EQc2 | 1/1 |
| | | | Luz Natural e Visuais – Visuais | EQc8.2 | 1/1 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **15/16** | **Total:** | | **Total:** | **7/12** |

## 5. CONCLUSÕES

A análise detalhada da certificação GBC Brasil Condomínio e *LEED BD+C: Core and Shell* (v2009) trouxe um entendimento de todas as categorias, pré-requisitos e créditos para tornar possível a visualização de como elas fazem suas avaliações e exigências.

Primeiramente, foram dispostas informações sobre as edificações apresentando-as com a finalidade de introduzir as certificações, que foram o ponto focal do presente estudo. Para tal, foram expostas as características gerais sobre as edificações, como sua localização, algumas soluções sustentáveis empregadas nas edificações, orientação solar e as plantas baixas para visualização das áreas internas dos apartamentos.

Através da análise comparativa foi possível perceber as diferenças e semelhanças entre as duas certificações analisadas. O primeiro destaque foi a forma de pontuação, sendo o GBC Brasil com diferentes pesos para os créditos e o LEED com peso único para cada crédito. Este fator mostrou-se muito importante, devido a relevância que cada item acaba tendo para a pontuação final.

Pode-se notar também que o LEED tem o foco maior na qualidade do ar interno, devido às edificações americanas serem majoritariamente ventiladas mecanicamente, em razão dos períodos de frio intenso da região. Para a localidade do presente estudo isso se mostrou um pouco raso, no sentido de que a maior parte das edificações brasileiras operam com modos mistos de ventilação, ou seja, recebem ventilação natural em parte mais significativa do tempo, e a mecânica acaba sendo utilizada somente em momentos de calor ou frio mais rigorosos. Portanto, o LEED acaba não destacando como seria a resolução para modos de ventilação mistos, que no caso das edificações estudadas é o método utilizado. Outros pré-requisitos e créditos estão relacionados com a qualidade do ar interno mostrando assim ainda mais o foco destacado pela pesquisa, como: *Environmental Tobacco Smoke (ETS) Control, Indoor Chemical and Pollutant Source Control, Construction Indoor Air Quality Management Plan – During Construction, Low-Emitting Materials* e *Outdoor Air Delivery Monitoring*.

No GBC Brasil foi possível notar as importâncias de cada crédito de acordo com as pontuações. Consequentemente, torna-se mais fácil constatar o foco desta certificação sendo o desempenho do ambiente

interno. Para o tópico em questão, podemos notar um pré-requisito de desempenho mínimo do ambiente interno e outros créditos como desempenho térmico, acústico e lumínico, que atingiram a pontuação máxima. A certificação brasileira também traz itens que remetem a qualidade do ar interno, como: Controle de Partículas Contaminantes, Materiais de Baixa Emissão, Controle de Emissão de Gases de Combustão, Proteção de Poluentes provenientes da Garagem e Exaustão Localizada Básica.

Portanto, nota-se através da pontuação e também pela certificação dada a Edificação A que a mesma deve possuir uma qualidade ambiental interna excelente. Enquanto a Edificação B conseguiu atingir uma pontuação menor e uma categoria de certificação abaixo da A, resultando, em uma qualidade do ambiente interno mediana, atingindo somente 58% dos pontos.

Assim sendo, para obtenção de resultados mais concretos será realizada uma avaliação Pós-Ocupação *in-loco* nas duas edificações citadas. Portanto, as próximas etapas da pesquisa serão: (1) Walkthrough pelas edificações selecionadas; (2) Entrevista com os projetistas para verificar as soluções de cada projeto e; (3) Questionários com os moradores para verificação da percepção da qualidade do ambiente interno.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15220-3: Desempenho térmico de edificações – Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e estratégias de condicionamento térmico passivo para habitações de interesse social. Rio de Janeiro, 2005.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575-3: Edificações habitacionais — Desempenho - Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2005.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9574: Execução de impermeabilização. Rio de Janeiro, 2008.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9575: Impermeabilização – Seleção e projeto. Rio de Janeiro, 2010.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15079: Tintas para construção civil — Requisitos mínimos de desempenho. Rio de Janeiro, 2021.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15316: Painéis de fibras de média densidade. Rio de Janeiro, 2014.

ASHRAE, ANSI. ASHRAE 55: 2004 thermal environmental conditions for human occupancy. ASHRAE Standard, 2004.

ASHRAE, A. N. S. I.; STANDARD, ASHRAE. 62.1. 2007, Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc., Atlanta, GA, 2007.

BLUYSSEN, Philomena M.; ARIES, Myriam; DOMMELEN, Paula Van. Comfort of workers in office buildings: the European HOPE project. London, Building and Environment, v. 46, p. 280-288, 2010. doi: 10.1016/j.buildenv.2010.07.024. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/223192377_Comfort_of_workers_in_office_buildin gs_The_European_HOPE_project. Acesso em: 01 fev. 2023.

BRUNDTLAND, Gro Harlem. Our common future - Call for action. Environmental conservation, v. 14, n. 4, p. 291-294, 1987.

CEN (2007). EN 15251:2007 Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor quality, thermal environment, lighting and acoustics. Brussels: European Committee for Standardization.

CIBSE, Guide A. Environmental Design Guide A. 2006.

CRI, G. Green Label Plus Carpet Testing Program-Approved Products. Carpet and Rug Institute. 1971.

GREEN SEAL. GC-03. Green Seal Standard GS-03: Anti-Corrosive Paints, Washington, DC, v. 2, 7 janeiro 1997.

GREEN SEAL. GS-11. Green Seal Standard GS-11: Paints, Washington, DC, v. 1, 20 maio 1993.

ISO. ISO 7730 - Ergonomics of the thermal environment - Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria. 2005.

OBSERVA POA (Porto Alegre). Porto Alegre em análise: Bairro Boa Vista. Porto Alegre: Observa Poa, 2023. Disponível em: http://portoalegreemanalise.procempa.com.br/?regiao=44_0_0. Acesso em: 5 abr. 2023.

OBSERVA POA (Porto Alegre). Porto Alegre em análise: Bairro Petrópolis. Porto Alegre: Observa Poa, 2023. Disponível em: http://portoalegreemanalise.procempa.com.br/?regiao=32_0_0. Acesso em: 5 abr. 2023.

OPAS. Queda do consumo de tabaco: OMS pede que países invistam para ajudar mais pessoas a pararem de fumar. Organização Pan-Americana de Saúde, [S. l.], p. 1-1, 16 nov. 2021. Disponível em: https://www.paho.org/pt/noticias/16-11-2021-queda-do-consumo-tabaco-oms-pede-que-paises-invistam-para-ajudar-mais-pessoas#:~:text=16%20de%20novembro%20de%202021,1%2C27%20bilh%C3%A3o%20at%C3%A9%202025. Acesso em: 12 abr. 2023.

SANT'ANNA, DANIELE ORNAGHI. Qualidade ambiental interna e satisfação dos usuários de agências bancárias certificadas verdes e similares convencionais em São Paulo. Orientador: Prof. Dr. Marcelo de Andrade Roméro. 2015. 208 p. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, São Paulo, 2015. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16132/tde-29102015-144050/pt-br.php. Acesso em: 8 fev. 2023.

SCAQMD, C. South Coast Air Quality Management District 1. SCAQMD Rule, v. 1168, 1988.

SOUTH COAST AIR QUALITY MANAGEMENT DISTRICT (SCAQMD). Rule 1113. Architectural Coatings rules in effect, Washington, DC, v. 1, 1 janeira 2004.


## AGRADECIMENTOS


Agradecemos à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo apoio financeiro.