DIRETRIZES PROJETUAIS SUSTENTÁVEIS PARA INFORMAR O PROCESSO DE PROJETO DE EDIFÍCIOS ALTOS

Jordana Casali Arenhart (1); Erica Mitie Umakoshi Kuniochi (2)

(1) Graduanda na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, jcasaliarenhart@gmail.com, Universidade de Brasília, (61) 9 8269-5452.

(2) Doutora, Professora de Arquitetura e Urbanismo, eumakoshi@unb.br, Universidade de Brasília, Campus Universitário Darcy Ribeiro ICC Norte, Brasília-DF, 70904-970, (11) 9 8256-6564.

RESUMO

O consumo energético no contexto mundial está em constante crescimento, portanto faz-se necessário avaliar o seu impacto no meio ambiente a médio e longo prazo. Na arquitetura muito se discute sobre os malefícios do edifício alto e do seu consumo de energia elevado, no entanto, a quantidade de edifícios altos continua aumentando, o que demonstra que não há como fugir dele, visto que é a melhor opção para suprir as altas demandas por habitação com pouco solo urbano disponível. O objetivo desse artigo é demonstrar o impacto das certificações em forma de diretrizes sustentáveis no processo de projeto do edifício alto. As diretrizes sustentáveis foram elaboradas a partir de uma análise comparativa dos requisitos das principais certificações de sustentabilidade e eficiência energética da atualidade: LEED e BREEAM. Ao final, elas serão aplicadas ao projeto de um edifício alto comercial de maneira a demonstrar as possibilidades projetuais de modo prático. Este trabalho é resultado de uma pesquisa de Iniciação Científica aplicada ao projeto desenvolvido pela aluna na disciplina Introdução ao Trabalho Final de Arquitetura.

Palavras-chave: diretrizes projetuais, sustentabilidade, LEED, BREEAM, eficiência energética.

ABSTRACT

Energy consumption in the world context is constantly growing, so it is necessary to assess its impact on the environment in the medium and long term. In architecture, much is discussed about the harmful effects of tall buildings and their high energy consumption, however, the number of tall buildings continues to increase, which demonstrates that there is no way to avoid them, since they are the best option to supply high demands for housing with little available urban land. The purpose of this paper is to demonstrate the impact of certifications in the form of sustainable guidelines for tall building design. The sustainable guidelines were drawn up based on a comparative analysis of the requirements of the main certifications for sustainability and energy efficiency: LEED and BREEAM. At the end, the guidelines will be applied to the design of a tall commercial building in order to demonstrate the design possibilities in a practical way. This work is the result of a Scientific Initiation research applied to the project developed in the Final Graduation Work.

Keywords: design guidelines, sustainability, LEED, BREEAM, energy efficiency.

1. INTRODUÇÃO

O consumo de recursos não renováveis para geração de energia, como petróleo e gás natural, segundo a EPE – Empresa de Pesquisa Energética, representou 86% do consumo total no mundo em 2019 e no Brasil esse valor chegou a 54%. Apesar de mais da metade da energia consumida no Brasil, 56,8%, vir de hidrelétricas (BEN, 2022), consideradas fontes limpas de energia, essas não demonstram ser uma fonte energética segura como foi visto na maior crise hídrica em nove décadas que houve no Brasil em 2021, em que foi necessário o acionamento das termoelétricas, uma fonte de geração de energia altamente poluente. Esses dados demonstram a necessidade de se replanejar a gestão dos recursos naturais de maneira sustentável. Segundo o dicionário de Cambridge, a definição de sustentabilidade é: "a qualidade de causar pouco ou nenhum dano ao meio ambiente e, portanto, capaz de continuar por muito tempo"[1] . Um dos conceitos que estão em ampla discussão dentro da sustentabilidade é a eficiência energética, sendo definida também pelo dicionário de Cambridge como: "[...] coisas que usam apenas a energia necessária sem desperdiçar". Neste trabalho ambos os assuntos serão abordados, visto que não há como falar de sustentabilidade sem falar de eficiência energética.

Partindo para o âmbito da arquitetura, a preocupação em se fazer projetos mais sustentáveis e eficientes energeticamente vem crescendo constantemente, um dos impulsionadores disso são alcançar altos níveis de desempenho nas certificações de sustentabilidade para edificações.

As certificações funcionam através de um sistema de pontuação, quanto mais pontos o edifício adquirir, mais alta é a sua certificação. Algumas instituições governamentais exigem ou premiam edifícios certificados reduzindo impostos, taxas e concedendo permissões, estimulando e impulsionando projetos de edifícios sustentáveis.

Em relação a edifícios altos, esses indubitavelmente são a tipologia de edificação que mais consomem recursos e energia, estão em constante expansão em relação a quantidade e, portanto, causam um maior impacto no meio ambiente. O termo "edifício alto ecológico" pode parecer controverso para muitos, no entanto como dito por Ken Yeang (1999): "Os edifícios altos [...] são provavelmente o tipo de edifício mais onipresente de todas as grandes cidades atuais. Gostem ou não, os edifícios altos estão aqui para permanecer". O que deve ser destacado, é a possibilidade de tornar essa tipologia mais sustentável e reduzir seus impactos ambientais.

Considerando essas questões e partindo de uma análise crítica e comparativa das certificações com o enfoque no edifício alto, visto que esse possui particularidades de relação com o exterior (consumo e bioclimatismo diretamente ligados à sua forma) serão formuladas diretrizes projetuais para edifícios em altura que visem a economia energética e a sustentabilidade.

Este trabalho é resultado de uma pesquisa de Iniciação Científica aplicada ao projeto desenvolvido pela aluna na disciplina Introdução ao Trabalho Final de Arquitetura.

2. OBJETIVO

O objetivo desse artigo é demonstrar o impacto das certificações em forma de diretrizes sustentáveis no processo de projeto do edifício alto, a partir de uma análise comparativa entre duas certificações de sustentabilidade, o LEED e o BREAM, e ao final aplicar as diretrizes em um projeto de edifício comercial de múltiplos pavimentos.

3. MÉTODO

A metodologia desse trabalho foi dividida em 7 etapas.

1. Revisão sistemática acerca dos edifícios altos, que discute sobre os impactos e benefícios dos edifícios altos.
2. Revisão do método de avaliação LEED, que explica o funcionamento e aplicações da certificação LEED.

[1] Cambridge Advanced Learner's Dictionary & Thesaurus, 2022, s.p

3. Revisão do método de avaliação BREEAM, que explica o funcionamento e aplicações da certificação BREEAM.
4. Levantamento de 2 estudos de casos, sendo um com selo LEED e outro com selo BREEAM.
5. Montagem da tabela comparativa entre as duas certificações estudadas.
6. Elaboração das diretrizes de projeto.
7. Aplicação das diretrizes em projeto.

3.1. Revisão sistemática acerca dos edifícios altos

Os edifícios são responsáveis por 30% a 40% do consumo mundial de energia primária, como petróleo, carvão e gás natural, é o que revela os estudos da United Nation Environmental Programme – UNEP (2007), mostrando que os principais fatores para esse consumo são os mecanismos de aquecimento, resfriamento e iluminação dos edifícios. Os obstáculos apontados pela UNEP que impedem uma eficiência energética maior nesses edifícios são os altos custos de investimento, falta de informação e falta de soluções específicas.

Há décadas já se discute projeto sustentável ou projeto ecológico, em que estratégias sustentáveis são adotadas logo na fase de projeto, para diminuir os impactos dessas construções. Muitos especialistas veem o edifício alto como um inimigo do meio ambiente, no entanto é preciso reconhecer que nos dias atuais são a melhor solução para abrigar a maior quantidade de pessoas com pouco solo disponível. Além de ser possível aproveitar melhor terrenos pequenos, aumentando a densidade local e liberando o térreo para o uso público. Os edifícios altos se mostram uma alternativa melhor em relação a consumo energético, se bem projetados, como falado por Yeang (1999):

> [...] há também muitas outras qualidades positivas que justificam a existência de arranha-céus. As principais são urbanísticas, e afirmam que o arranha-céu é uma alternativa "verde" efetiva à conhecida estrutura suburbana descentralizada de planejamento de baixa densidade. Mais uma vez, o erro de não ver o conjunto e a totalidade do sistema de interações distorce as comparações e faz com que o arranha-céu pareça pior do que realmente é, já que a descentralização urbana (em oposição à solução urbana de alta densidade) exige maior consumo de recursos energéticos não renováveis, especialmente para o transporte.

A grande maioria desses projetos buscam uma relação de mimetização com sistemas naturais, buscando reproduzir esses de maneira artificial no edifício alto. No entanto, é importante entender que grande parte desses sistemas e processos naturais são muito complexos para serem reproduzidos fielmente (YEANG, 1999). Para isso é necessário que se compreenda os critérios ecológicos de maneira completa.

Além disso, a relação das decisões tomadas entre as equipes de projeto definirá o quanto a edificação consumirá de energia diariamente. O que faz com que o projetista se atente a um rol maior de impactos, relacionando a estética, o consumo energético, o meio ambiente e o usuário (KEELER et al., 2010).

Dessa forma, é necessário se repensar os métodos projetuais e construtivos tradicionalmente utilizados, além de se adaptar as estratégias para as zonas climáticas e disponibilidade econômica em que serão utilizadas. Nesse contexto, surgem as certificações que nas últimas décadas ganharam grande força de mercado, indicando que continuarão a influenciar no conceito do que é um edifício verde (GONÇALVES *et al.*, 2015). Elas funcionam como impulsionadores da sustentabilidade, ao juntar o interesse ambiental com as questões econômicas, aumentando o valor de mercado das construções. No entanto, é importante destacar que alguns desses empreendimentos não se diferenciam de projetos tradicionais, sendo o interesse pelo valor de mercado agregado antecedente ao interesse ambiental (GONÇALVES et al., 2015).

Dentre as principais certificações, pode-se citar as nacionais, sendo a AQUA – Alta Qualidade Ambiental do Empreendimento, desenvolvida pela fundação Vanzolini e professores da escola politécnica da USP em 2007; Selo Casa Azul, promovido pela Caixa Econômica Federal; e o selo PROCEL Edifica, feito pelo Ministério de Minas e Energia, das Cidades e pesquisas em universidades. No âmbito internacional, as que se destacam são: o BREEAM – Building Research Establishment Environmental Assesment Method, originada no Reino Unido e o LEED – Leadership in Energy and Environmental Design, desenvolvida nos EUA. Dentre as citadas, o presente artigo irá se aprofundar em 2 internacionais: LEED e BREEAM, ambas escolhidas pela sua abrangência de temas e por serem as mais utilizadas no contexto mundial.

É de extrema importância frisar que essas certificações também são extensamente utilizadas como estratégia de marketing para promover um empreendimento, dando mais enfoque nas suas vantagens em relação aos outros, principalmente na redução de custos e o status de se adquirir uma certificação. Assim que um edifício adquire o selo, diversas matérias são publicadas anunciando esse feito, fazendo com que o empreendimento ganhe destaque na mídia, foi observado que especialmente o LEED possui uma evidência

maior em relação a esse tipo de publicação, o que leva a questionar o quanto é marketing e o quanto é realmente interesse pela sustentabilidade.

3.2. Revisão do método de avaliação LEED

Criada em 1994 pelo *Green Building Council*, o qual surgiu com o intuito de incentivar práticas de construção e edifícios mais sustentáveis. Para isso foi criado um sistema de certificação que através de uma padronagem de medição avalia certos parâmetros de uma construção, estimulando uma "competição verde" na indústria da construção para adquirir o reconhecimento do selo LEED.

Possui 4 tipologias de certificação (BD + C, para novas construções; ID + C, para interiores; O + M, para edifícios existentes; e ND, para bairros) que pontuam de 40 a 110 pontos. De acordo com a pontuação, a edificação pode ser classificada como *Certified*, cumprindo o mínimo de pontos; *Silver* e *Gold*, sendo intermediárias; e *Platinum*, quando se cumpre o máximo de pontos. Para a avaliação, 8 dimensões são analisadas, todas possuem pré-requisitos, que são obrigatórios e créditos, que são recomendações, quando cumpridos geram a pontuação. As dimensões são: Localização e Transporte, Espaço Sustentável, Eficiência Hídrica, Energia e Atmosfera, Materiais e Recursos, Qualidade do Ambiente Interno, Inovação e Processos e Créditos de Prioridade Regional (GBC Brasil, 2022).

Os requisitos obrigatórios avaliados nas dimensões contidos na tabela de *checklist* disponibilizada pelo USGBC são: prevenção de poluição na construção, na dimensão de Espaço Sustentável; medição de água e redução interno e externo do uso da água, na Eficiência Hídrica; comissionamento e verificação fundamental, desempenho energético mínimo, medição de energia e gerenciamento de refrigeração fundamental, na dimensão de Energia e Atmosfera; armazenamento e coleta de recicláveis; planejamento de gestão de resíduos de construção e demolição, em Materiais e Recursos e desempenho mínimo da qualidade do ar interior e controle ambiental da fumaça do tabaco, na dimensão de Qualidade do Ambiente Interno.

As categorias de Localização e Transporte, Inovação e Créditos de Prioridade Regional não possuem requisitos obrigatórios para se obter a certificação, apenas créditos que podem ser adquiridos para alcançar a pontuação mais alta. O GBC Brasil informa em seu site que os últimos dados até o momento demonstram que a partir da implantação da certificação LEED no país foi possível reduzir em média, nos empreendimentos certificados, 40% do consumo da água; 30% do uso de energia; 35% na emissão de CO^2 e 65% da geração de resíduos. No entanto não há como ter certeza da veracidade desses dados informados e quais os critérios foram utilizados para chegar a esses resultados.

O Brasil se encontra atualmente, segundo dados divulgados pela GBC Brasil em 2020, em 5º lugar como o país com mais certificações LEED no mundo. No entanto, ainda há poucos certificados como LEED Platinum. Outro fato a ser pontuado é que muitos desses edifícios buscam atender aos requisitos da certificação que ainda não está totalmente adaptada as questões climáticas e energéticas nacionais, focando em adquirir o status de certificado, porém sem melhorar o desempenho ambiental de fato (UMAKOSHI, 2014).

3.3. Revisão do método de avaliação BREEAM

É uma certificação pioneira no âmbito da sustentabilidade, foi criada no ano de 1990 pelo BRE - Building Research Establishment. Possui selos para 6 tipos de construção, abarcando novas construções, projetos em uso, e até qualificações focadas na infraestrutura urbana e comunidades. No Reino Unido, para muitos edifícios públicos, a aquisição de um selo BREEAM que atinja pelo menos a pontuação mínima já é mandatória.

A certificação BREEAM avalia 12 categorias do projeto: gestão, água, energia, transporte, saúde e bem-estar, recursos, resiliência, uso do solo e ecologia, poluição, materiais, desperdício e inovação. Como informado pela página online do BRE (2022), essas categorias avaliam principalmente a redução de emissão de carbono, durabilidade do projeto, design de baixo impacto, adaptabilidade a mudanças climáticas e proteção da biodiversidade. A avaliação ocorre em duas etapas, uma na fase de projeto que garante um certificado provisório e outra na pós-ocupação que é emitido um certificado final. Além disso, as medições funcionam através de porcentagem, sendo acima de 30% considerado como qualificado e a maior pontuação sendo acima de 85%. No Brasil, o BREEAM pode ser obtido através de empresas parceiras que fazem o serviço de certificação.

Para garantir a certificação BREEAM nível Excepcional (85%), os créditos mínimos são os seguintes: Práticas de construção sustentáveis, são 2 créditos; Comissionamento e entrega do guia de usuário do edifício e cuidados posteriores, 1 crédito por comissionamento sazonal. Sendo essas pertencentes a categoria de gestão. Para a categoria de energia, são exigidos: redução do uso de energia e emissão de carbono, valendo 8 créditos

e monitoramento do uso de energia, que valem 1 crédito para a primeira medição. Na categoria de água são avaliados: consumo de água, que equivalem a 2 créditos e monitoramento de água, que exige especificações para o medidor de água principal. Em materiais, é exigido fontes responsáveis de materiais, especificamente as madeiras e produtos derivados da madeira, que devem ser legalmente colhidos/comprados. Para a categoria de desperdício, se avalia a gestão de desperdício na construção e o desperdício operacional, ambos equivalentes a 1 crédito cada. E por último, na categoria de uso do solo e ecologia, é avaliado a mitigação de impactos na ecologia do terreno existente, que vale 1 crédito.

3.4. Estudos de Caso

Para melhor compreensão das estratégias utilizadas nos edifícios para se obter as certificações, foram feitos 2 estudos de caso para cada certificação avaliada. Dessa forma é possível entender, também, o que é necessário para se projetar um edifício sustentável. Os edifícios escolhidos foram o Manitoba Hydro Place (figura1) e a Heron Tower (figura 2).



Figura 1 – Manitoba Hydro Place no centro de Winnipeg. Fonte: Manitoba Hydro, 2012.



Figura 2 – Heron Tower, London. Fonte: KPF, 2022.

3.4.1 Edifício Manitoba Hydro Place – LEED Platinum

Um bom exemplo internacional que adquiriu a mais alta certificação LEED, que é a LEED Platinum, é o ***Manitoba Hydro Place*** (figura 1), um edifício de escritórios localizado em Winnipeg, Canadá, sede da concessionária de energia elétrica e gás natural Manitoba Hydro. Inaugurado em 2009, o edifício possui 64.690 metros quadrados, 115 metros de altura total e capacidade de ocupação de 2.245 pessoas. O design arquitetônico foi feito pelo escritório *Kuwabara Payne McKenna Blumberg Architects* de Toronto, e conta com outras 9 empresas para executar o edifício, sendo a responsável pela engenharia de energia, a empresa alemã *Transsolar Energietechnik GMBH.*

O edifício utiliza estratégias passivas e ativas de maneira combinada. Um átrio jardim de inverno de 6 andares voltado para o sul favorece a entrada do ar fresco e o pré-condiciona antes de ser distribuído pelo edifício. O pé direito é elevado fazendo com que a massa de ar quente fique concentrada no forro e vá em direção ao átrio norte naturalmente pela diferença de pressão, tornando o ambiente mais fresco, e aumentando a área passível de iluminação natural. O prédio também conta com um sistema regulável e programável de iluminação, o que eleva a eficácia das estratégias passivas.

O ar fresco passa por uma cachoeira de 24 metros que controla a umidade do ar, depois ele entra pelo piso elevado, além disso, conta com unidades de resfriamento e aquecimento, controlando a temperatura dos andares. A ventilação também é maximizada no verão através de grandes janelas operáveis. O edifício possui uma chaminé solar de 115 metros de altura que se utiliza do efeito chaminé, levando o ar quente para fora do prédio. No inverno a chaminé é fechada, ventiladores empurram o ar quente para baixo e o redistribuem pelo edifício. Trocadores de calor recapturam o ar quente e o leva para o jardim de inverno para aquecer o ar que entra na edificação. Além disso existe um sistema geotérmico com 280 poços de 125 metros de profundidade que puxam o ar frio ou quente em excesso para dentro do solo, colaborando para a regulação da temperatura no interior do edifício.

O estacionamento possui vagas reduzidas para encorajar os funcionários a utilizarem o transporte público e escadas em átrio encorajam os funcionários a acessarem outros pisos através delas ao invés de utilizarem elevadores, além de diminuir as distâncias percorridas. Os espaços de trabalho são projetados de maneira aberta para flexibilizar os usos e melhorar a qualidade do ar.

O Manitoba Hydro Place, adquiriu a certificação Platinum em 2012, e comparado a outros edifícios de mesma tipologia e uso, as estratégias passivas aliadas a métodos ativos fazem com que ele consuma 70% menos energia, o equivalente a $500 mil dólares ao ano. O edifício consome 140 kWh/m² ao ano, sendo esse um valor alto levando em consideração que edifícios comerciais consomem em média 22,5 kWH/m² ao ano segundo o Departament of Energy – DOE dos Estados Unidos (IotaComm, 2020), vale ressaltar que a maioria desses edifícios não são edifícios tão altos quanto o Manitoba Hydro, o que é um fator que acaba elevando o consumo de energia.

3.4.2 Edifício 110 Bishopsgate Tower – BREEAM Outstanding

Localizado na junção entre a *Camomile Street* e *Bishopsgate* em Londres na Inglaterra, o edifício de uso misto, com escritórios, comércio e lazer, 110 *Bishopsgate,* mais conhecido como Heron Tower (Figura 2) possui 230 metros de altura (contando o mastro) e 46 andares. A autoria do projeto arquitetônico que conquistou a classificação de "Excelente" pelo selo BREEAM é do escritório *Kohn Pedersen Fox International*-KPF e sua construção se iniciou em 2008, sendo finalizada em 2011. Ele se tornou brevemente o edifício mais alto de Londres em abril de 2010 quando atingiu 202 metros de altura. Seu projeto originalmente foi feito em 1999, porém não foi aprovado sob a preocupação de que iria obstruir a vista da Catedral St. Paul. São oferecidos um espaço flexível de 40.836 m2 de escritórios comerciais com capacidade para abrigar 4.300 funcionários, um restaurante público e um *skybar*.

Dentre as principais estratégias utilizadas estão o uso de painéis fotovoltaicos para geração de energia, a fachada com três camadas de vidro e "véu" fotovoltaico, atuam reduzindo a absorção de calor, além disso os átrios de três andares, elevadores de dois andares e escadas na parede do perímetro utilizam da luz natural para a iluminação. Dentre as estratégias para reduzir a emissão de carbono e evitar ilhas de calor, o edifício possui apenas 10 vagas para carros, priorizando o uso da bicicleta com 51 vagas. Além disso, o prédio possui ótima localização em Londres o que faz com que transportes como metrô e ônibus sejam de fácil acesso, sendo situado a apenas 200m da estação *Liverpool Street.* O edifício também possui planta em "U" com o átrio central direcionado para o norte, o qual recebe mais iluminação natural, dessa forma foi possível tirar maior proveito da luz solar para iluminar a edificação.

3.5. Tabela comparativa

A partir do estudo das duas certificações levantadas e da análise dos projetos selecionados foi possível montar uma tabela comparativa entre os requisitos e identificar o peso de cada um para o total de pontos disponibilizados pela certificação. A tabela e a explicação da comparação estão no item 4.1.

3.6. Diretrizes de Projeto

O próximo passo dentro da metodologia foi, após a montagem da tabela, extrair os principais requisitos e transformá-los em diretrizes de projeto para serem aplicados no início do processo de projeto de edificações em altura que buscam o melhor desempenho ambiental. É importante ressaltar que o objetivo das diretrizes não é a obtenção da certificação. As diretrizes serão apresentadas no item 4.2

3.7. Aplicação em projeto

A partir das diretrizes, iniciou-se um estudo para a aplicação prática em um projeto de um edifício localizado na região administrativa de Águas Claras na cidade de Brasília, no Brasil. Essa região localizada no planalto central, é caracterizada pelo clima seco na maior parte do ano, inclusive com vários meses seguidos sem chuva e um período chuvoso no verão com temperaturas que variam de 12º a 29ºC. O edifício tem caráter comercial com um programa de necessidades para Coworking, sendo assim um edifício de escritórios. O processo de projeto e as diretrizes aplicadas serão mais bem explicados no item 4.3.

4. RESULTADOS

4.1. Tabela comparativa

A (tabela 1) compila os requisitos abordados nas certificações para servir como base na formulação de diretrizes de projeto sustentáveis. Através de um estudo das categorias de cada certificação, procurou-se agrupar elementos similares entre os selos para que fosse possível compará-los. Após isso, foi efetuado um cálculo para encontrar o valor de cada categoria com base na pontuação total, já que cada certificação utiliza

seu próprio sistema de pontuação, como pode ser visto ao final da tabela 1. Para isso a pontuação de cada requisito foi transformada em porcentagem em relação ao total de pontos que podem ser adquiridos em uma determinada modalidade. Para essa comparação foram consideradas a modalidade NC (New Construction) em ambas as certificações. Analisando as categorias e requisitos abordados, foi possível chegar nas seguintes classificações:

Tabela 1 – Tabela comparativa de requisitos das certificações LEED e BREEAM

REQUISITOS	PONTUAÇÃO	
	LEED	BREEAM
Análise de custo de ciclo de vida	0%	14%
Mobilidade urbana eficiente	5,79%	8%
Drenagem urbana	2,89%	3,33%
Redução e reuso do consumo de água	7,24%	6%
Eficiência energética	23,18%	20,66%
Reciclagem e manejo responsável de recursos	18,84%	9,33%
Ventilação natural	1,44%	0,66%
Iluminação natural	2,89%	1,33%
Inovação no design	7,24%	6,66%
Qualidade do ambiente interno (conforto, qualidade do ar)	8,69%	13,33%
Poluição	11,59%	8,66%
Impacto no solo e entorno urbano	10,14%	6,66%
Segurança	0%	1,33%
TOTAL	69 pontos	150 créditos

Iniciando na análise de custo de ciclo de vida, que possui um peso considerável na análise do BREEAM, não foi encontrado um requisito que se equiparasse com as mesmas exigências no LEED, portanto foi atribuído a porcentagem de 0%. No que diz respeito aos requisitos relacionados ao urbano, como: mobilidade urbana; drenagem urbana; poluição e impacto no solo urbano, ambas as certificações se encontram com pesos relativamente similares.

Como pode ser observado, as duas certificações atribuem um grande peso a eficiência energética, sendo acima de 20% do total da pontuação, o que demonstra que esse é um dos principais interesses das certificações analisadas. A eficiência energética é um fator importante, como foi apontado anteriormente no item 3.1. Além disso, do ponto de vista econômico, o fato de um edifício gastar menos energia do que seus semelhantes, contribuí para o seu valor de mercado e reconhecimento, gerando um marketing positivo.

Os itens de ventilação natural e iluminação natural, surpreendem a princípio pela sua porcentagem ser baixa em relação ao restante, no entanto, após uma análise dos estudos de caso e dos requisitos, se observa que não há como haver valores tão altos de eficiência energética sem aumentar a iluminação e ventilação natural, pois o edifício ficaria extremamente dependente de recursos artificias para suprir as demandas de iluminação e ventilação. Em relação a reciclagem e manejo de recursos, a certificação LEED, considera por alguns décimos o dobro de valor para essa categoria em relação ao BREEAM. Não foi encontrado um motivo para essa diferença tão grande.

Nas demais exigências, ambas são muito similares. É curioso notar que o BREEAM também possui um requisito relacionado a segurança e sensação de segurança, que não há no LEED. No geral, o BREEAM se mostrou mais detalhado em relação ao que é exigido em cada categoria, deixando claro seus métodos de avaliação, o que na opinião da autora, não foi demonstrado pelo LEED, a partir das informações públicas disponibilizadas online.

4.2. Diretrizes de projeto

A partir dessa contextualização, é possível gerar as seguintes diretrizes de projeto: implementação de

desenho de projeto, materiais, técnicas e tecnologias inovadoras que aumentem a sustentabilidade do empreendimento; analisar a viabilidade do projeto a longo prazo, como os custos de operação e manutenção, promovendo a sustentabilidade econômica; mitigar ao máximo dos impactos no solo da implantação e seu entorno; incentivar a mobilidade urbana eficiente: implementação de bicicletas, patinetes e carros elétricos de uso comunitário, se possível utilizar estratégias simples como facilitar os acessos a ciclovias, estações de metrô, pontos de ônibus e entre outros; utilizar de estratégias para uma drenagem urbana eficiente, como por exemplo: evitar grandes áreas pavimentadas, preferir pisos permeáveis, implantar jardins de chuva, biovaletas e entre outros; criar os bolsões de estacionamento, utilizando estratégias como: utilizar piso permeável, posicionar jardins de chuva entre as vagas; implantar tecnologias que reduzem o consumo de água e sistemas de reaproveitamento da água pluvial e águas cinzas; implantar sistema de reciclagem e manejo responsável dos recursos para evitar o desperdício; utilizar estratégias para um consumo energético mais eficiente, como por exemplo: painéis solares para geração de energia, turbinas eólicas, aproveitamento da luz e ventilação natural, sistemas de iluminação com menor consumo, luzes com sensores de presença e uso de equipamentos mais eficientes; cumprir dos requisitos de qualidade interna do ambiente, como segurança e conforto térmico, acústico e luminoso, de acordo com a zona bioclimática em que a edificação será inserida; buscar qualidade do ar através de estratégias ou equipamentos de purificação do ar a depender da região.

4.3. Projeto de edifício sustentável a partir da implementação das diretrizes

Após a geração das diretrizes, se iniciou o processo para a implementação em um projeto de um edifício alto comercial, na região administrativa de Águas Claras, no Distrito Federal. A princípio foram selecionadas algumas diretrizes que poderiam ser aplicadas considerando a legislação local e a etapa de projeto que é o estudo preliminar. Para essa etapa foram selecionadas 4 diretrizes que serão explicadas nos próximos tópicos.

4.3.1. Inovação do design

O primeiro ponto a ser planejado foi o design inovador. Buscou-se utilizar um desenho de projeto que não se assemelha aos edifícios tradicionais, para isso foi feito uma malha correspondente as medidas totais que poderiam ser utilizadas conforme os parâmetros urbanísticos, e nessa malha foram desenhadas linhas ondulares inspiradas nas ondas dos mares, esse desenho posteriormente se torna a “pele” do edifício.

Após isso criou-se um volume em cubo com subtrações com o objetivo de se tornarem varandas. A “pele” ou envoltória, foi “colada” nesse volume e a partir dela foram feitos recortes na forma inicial. Os espaços abertos foram fechados com pele de vidro. O design como um todo seguiu o conceito em formas orgânicas encontradas na natureza, com o uso majoritário de curvas. O processo pode ser visto na Figura 3.

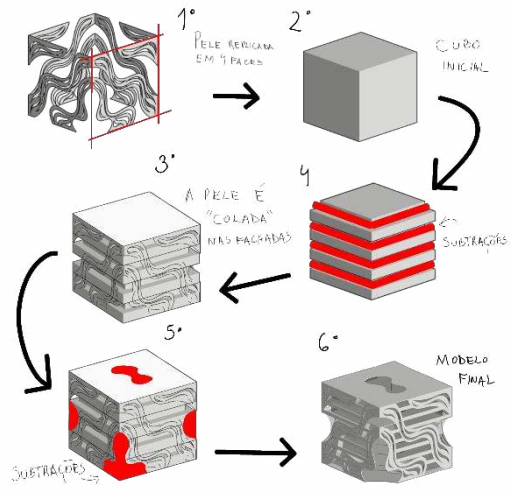


Figura 3 – Diagrama processual da criação da forma.

4.3.2. Iluminação e ventilação

Geralmente edifícios de escritório enfrentam o problema da planta profunda em que os ambientes acabam não recebendo iluminação e ventilação natural, levando muitos usuários a síndrome do edifício doente (SED). A fim de evitar isso, foi criado um átrio central, como pode ser visto na Figura 4, a partir do estudo da carta solar local. Pelo movimento do sol, o átrio central contribui para a iluminação natural de maneira indireta,

e também colabora para a ventilação no interior do edifício. As varandas destacadas na Figura 5, acabam gerando os beirais que protegem da luz do sol direta.

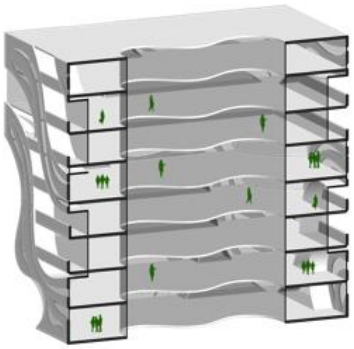


Figura 4 – Seção longitudinal esquemática

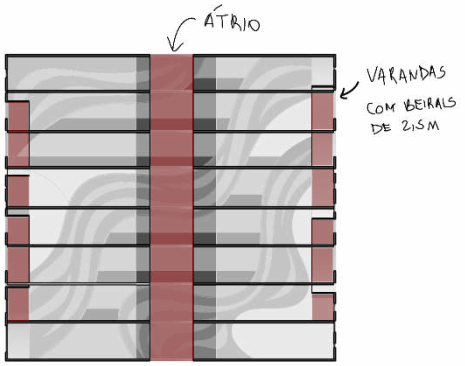


Figura 5 – Seção transversal esquemática com enfoque nas varandas e átrio

4.3.3. Drenagem urbana

É importante que haja solo permeável em grandes centros urbanos a fim de evitar alagamentos e outras tragédias. Dessa forma, procurou-se fazer a ocupação do terreno de modo a ocupar a metragem total permitida verticalmente para deixar o máximo de solo permeável disponível.

4.3.4. Incentivo ao uso de transportes sustentáveis

A localização do terreno também foi importante para a escolha de implantação, pois ele se localiza em uma área com vasta conexão com a malha urbana de transporte, com opção de ciclovia, calçadas, ônibus e metrô. Em edifícios comerciais é ainda mais importante que esse fator seja levado em conta, já que há uma alta rotatividade de pessoas e, portanto, mais demanda por transporte, dessa forma é possível minimizar os engarrafamentos dando mais opções de transporte. O edifício também contará com carros elétricos de uso comum e estação de bicicletas.

5. CONCLUSÕES

Diante do exposto, conclui-se que a utilização das diretrizes projetuais sustentáveis tem grande potencial de colaborar de maneira positiva na mitigação dos problemas apresentados, sendo que muitas delas podem ser implementadas apenas com um desenho de projeto que leve em consideração o entorno, o clima e a incidência solar, ou seja, um desenho de planta que proteja as áreas de permanência do excesso de radiação solar, por exemplo, já faz uma grande diferença em gastos com equipamentos de resfriamento. A coleta seletiva, o reaproveitamento de materiais e entre outros também são estratégias de fácil implementação no edifício. É importante que essas mudanças comecem, mesmo que aos poucos, a serem implementadas, para que projetos de edifícios sustentáveis passem a ser a regra e não a exceção.

A certificação LEED já possui mais de 100.000 projetos registrados, a empresa investe fortemente em marketing o que reflete os números de edifícios certificados e no reconhecimento proporcionado aos edifícios participantes. No entanto, isso não significa que seja a certificação mais adequada a qualquer projeto, visto que foi criada visando o clima dos Estados Unidos. Dessa forma, não se adapta completamente a países tropicais como o Brasil. Além disso, o selo LEED deixa de abordar alguns aspectos que são mais aprofundados em certificações como o BREEAM, um exemplo é a falta da análise do custo de ciclo de vida do empreendimento na categoria de gestão, o que analisa a viabilidade do projeto não só na concepção mas também ao longo dos anos após construído, e a segurança das edificações que se qualifica como parte da categoria de bem-estar, outro fator interessante a ser considerado.

Por sua vez, a certificação BREEAM possui cerca de 553.000 projetos certificados, cinco vezes mais do que o LEED, essa diferença pode estar relacionada ao fato dessa certificação ser presente a mais tempo no mercado ou em razão das suas características mais vantajosas em relação as outras certificações no contexto social, de custo, e do seu amplo reconhecimento. É o caso da tipologia *Communities*, quanto maior o número de construções no mesmo lote mais baratas as taxas se tornam, estimulando que terrenos maiores sejam ocupados de maneira sustentável. Outro ponto importante é a adaptabilidade da certificação a diferentes zonas

climáticas, legislação local e até mesmo o acúmulo de pontos através de certificações locais, sendo aplicada de maneira mais coerente com o contexto regional. Destaca-se ainda que o BREEAM pontua questões de drenagem urbana e mobilidade com maior peso do que o LEED, que atualmente são alguns dos grandes problemas das grandes cidades que abrigam a tipologia de edifício alto.

Ressalta-se que o projeto apresentado ainda está em fase de estudo preliminar, portanto, algumas das diretrizes ainda não foram implementadas totalmente, no entanto, o principal objetivo é demonstrar que com pequenas escolhas na fase projetual, já é possível causar um grande impacto a longo prazo, já que as escolhas nessa fase são mais baratas do que correções e adaptações futuras. A preocupação com questões de iluminação natural, ventilação natural, drenagem urbana e transporte devem fazer parte de todos os projetos por mais simples que pareçam ser. Pode-se afirmar ainda que a denominação edifício "sustentável" se quer deveria existir, pois essas práticas deveriam ser habituais dos projetistas, no entanto, essa ainda não é a realidade atual no Brasil. Com o incentivo das certificações e os avanços tecnológicos do mercado de construção, espera-se que isso seja mudado em breve.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GONÇALVES, Joana Carla Soares; BODE, Klaus. **Edifício Ambiental**. São Paulo: Oficina de textos, 2015.

UMAKOSHI, Erica Mitie. **Avaliação de Desempenho Ambiental e Arquitetura Paramétrica Generativa para o Projeto do Edifício Alto.** Tese de Doutorado – USP. São Paulo, 2014.

UMAKOSHI, Erica Mitie. **Uma Visão Crítica do Edifício Alto Sob a Ótica da Sustentabilidade.** Tese de Mestrado – USP. São Paulo, 2008.

YEANG, Ken. **El Rascacielos Ecológicos**. Spain: Editorial Gustavo Gili, 2001.

KEELER, Marian; PRASAD, Vaidya. **Fundamentos de Projeto de Edificações Sustentáveis**. Bookman: Porto Alegre, 2018.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Anuário Estatístico de Energia Elétrica: ano base 2021**. **Ministério Minas e Energia, 2022**. Disponível em: https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2022. Acesso em: 23 de Jun. 2023.

UNIVERSITY COLLEGE LONDON. **High-rise buildings much more energy-intensive than low-rise, 2017**. Disponível em: https://www.ucl.ac.uk/news/2017/jun/high-rise-buildings-much-more-energy-intensive-low-rise. Acesso em 13 Set. 2022.

TRANSSOLAR. **Manitoba Hydro Place, Winnipeg, MB, Canada**. Disponível em: https://transsolar.com/projects/manitoba-hydro. Acesso em: 10 Set. 2022.

IOTA COMMUNICATIONS. **Benchmarking Commercial Building Energy Use Per Square Foot, 2020**. Disponível em: https://www.iotacommunications.com/blog/benchmarking-commercial-building-energy-use-per-square-foot/. Acesso em 10 Set. 2022.

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL. **Certificação Leed**. Disponível em: https://www.gbcbrasil.org.br/certificacao/certificacao-leed/. Acesso em: 5 Jul. 2022.

UNITED STATES GREEN BUILDING COUNCIL. **Checklist Leed**. Disponível em: https://www.usgbc.org/resources/leed-nc-v20-checklist. Acesso em: 5 Jul. 2022.

UNITED NATION ENVINROMENT PROGRAMEE. **Buildings and climate change: status, challenges and opportunities, 2007.** Disponível em: https://www.unep.org/resources/report/buildings-and-climate-change-status-challenges-and-opportunities. Acesso em: 20 Jul. 2022.

DESIGN BUILDING NETWORK. **Heron Tower, London, 2013**. Disponível em: https://www.designbuild-network.com/projects/herontowerunitedking/. Acesso em 05/09/2022.

BRE GROUP. **Minimum Standarts by BREEAM rating level, 2016**. Disponível em: https://files.bregroup.com/breeam/technicalmanuals/BREEAMUK2014SchemeDocument/#_frontmatter/cover_nd_all.htm%3FTocPath%3D1. Acesso em 29 Jul. 2022.