



CIEEMAT`19

The 5th Ibero-American Congress on
Entrepreneurship, Energy, Environment
and Technology

PROCEEDINGS



5th Ibero-American Congress on

Entrepreneurship, Energy, Environment and Technology

11th – 13th September 2019

Portalegre, Portugal

ISBN 978-84-17934-30-9



9 788417 934309 >

Portugal, September 2019

ORGANIZING COMMITTEE

Conference Management

Chairman: Ronney Arismel Macnebo Boloy, PhD. (Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ), Brasil)

Chairman: Paulo Brito, PhD. (Polytechnic Institute of Portalegre, Portugal)

Chairman: Luis Pais, PhD. (Polytechnic Institute of Bragança, Portugal)

Chairman: José Luis Calvo Rolle, PhD. (Universidade de La Coruña, España)

Vocal: Ramon Sanguino Galvan, PhD. (Universidade de Extremadura, España)

Vocal: João Leitão, PhD (Lisbon Technical University and University of Beira Interior, Portugal)

Conference Manager: Monica Martins
(Theorem Conferences, United Kingdom)

SCIENTIFIC COMMITTEE

- Ph.D. Eliseu Monteiro (C3i/IPP, Portugal)
- Ph.D. Isabel Machado (C3i/IPP, Portugal)
- Ph.D. João Miranda (C3i/IPP, Portugal)
- Ph.D. Paulo Brito (C3i/IPP, Portugal)
- Ph.D. Luiz Rodrigues (C3i/IPP, Portugal)
- Ph.D. Valentim Realinho (C3i/IPP, Portugal)
- Ph.D. Nicolau Almeida (C3i/IPP, Portugal)
- Ph.D. Rato Nunes (C3i/IPP, Portugal)
- Ph.D. Luís Filipe Vieira Ferreira (Lisbon Technical University, Portugal)
- Ph.D. Mário Costa, M. (Lisbon Technical University, Portugal)
- Ph.D. António Macías García (University of Extremadura, Spain)
- Ph.D. Josélia Pedro (C3i/IPP, Portugal)
- Ph.D. José Luís Calvo Rolle (Coruña University, Spain)
- Ph.D. Margarida Gonçalves, (UNL-FCT, Portugal)
- Ph.D. Awf Al-Kassir Abdulla, (University of Extremadura, Spain)
- Ph.D. Ronney Arismel Mancebo Boloy, (GEEMAT-CEFET/RJ, Brazil)
- Ph.D. Amílton Ferreira Junior, (GEEMAT-CEFET/RJ, Brazil)
- Ph.D. Daniel de Cerqueira Lima e Penalva dos Santos, (IFPE, Brazil)
- Ph.D. Abel Rouboa (UTAD, Portugal)
- Ph.D. Valter Silva (University of Porto, Portugal)
- Ph.D. Luís Tarelho (University of Aveiro, Portugal)
- Ph.D. Ricardo Chacartegui, (University of Seville, Spain)
- Ph.D. Tamer Ismail, (Suez Canal University , Egypt)
- Ph.D. Cândida Vilarinho, (CVR, Minho University, Portugal)
- Ph.D. Pedro Ribeiro Mucharreira (Institute of Education, University of Lisbon, ISCE-Institute for Education Sciences, Portugal)
- Ph.D. Marina Godinho Antunes (ISCAL-Lisbon Higher Institute for Accounting and Administration, Portugal)
- Ph.D. Ramón Sanguino Galván (University of Extremadura, Spain)
- Ph.D. Eduardo Álvarez Álvarez (University of Oviedo, Spain)
- Ph.D. Manuel Rico Secades (University of Oviedo, Spain)
- Ph.D. António Navarro-Manso (University of Oviedo, Spain)
- Ph.D. Sílvia Román Suero (University of Extremadura, Spain)
- Ph.D. Santiago Cambero Rivero (University of Extremadura, Spain)
- Ph.D. María Isabel Sánchez Hernández (University of Extremadura, Spain)
- Professor Claire Seaman (Queen Margaret University, United Kingdom)
- Ph.D. Luís Silva (Polytechnic Institute of Porto, Portugal)
- Ph.D. Aizhan Salimzhanova (Kazakh State Women's Teacher Training University, Kazakhstan)
- Ph.D. Luís Loures (C3i/IPP, Portugal)
- Ph.D. Abel Rodrigues (National Institute of Agrarian and Veterinary Research, Portugal)
- Ph.D. José Luis Canito Lobo (University of Extremadura, Spain)
- Ph.D. Diego Carmona Fernández (University of Extremadura, Spain)
- Ph.D. Christopher Sá (Polytechnic Institute of Porto, Portugal)
- Ph.D. Jerónimo González Cortés (Centre for Scientific and Technology Research of Extremadura, Spain)
- Ph.D. Muhammad Ghaffar Doggar (COMSATS, Pakistan)
- Ph.D. Naeem Abas Kalair (University of Gujrat, Pakistan)
- Professor Artur Romão (Pro-President for Employment and Entrepreneurship at the Portalegre Polytechnic Institute and C3i/IPP Portalegre)

Características de três bacias hidrográficas de montanha ao longo de um gradiente climático: inferências quanto a riscos hidrológicos

Vinicius Okada, Tomas Figueiredo, Felícia Fonseca, Maurício dos Santos..... 312

Estudo Comparativo Da Microbiologia Do Solo Em Soutos Demonstração: Contributo Para O Desenvolvimento De Estratégias De Adaptação Sustentáveis

Samuel Diegues, Ermelinda Pereira, Sandra Afonso, Maria Patrício 319

Análise das Concentrações de Dióxido de Azoto (NO₂) no Concelho de Lisboa

Mark Farias, Ana Segatelli, Arthur Lima, Vinicius Okada, Manuel Feliciano 324

Technological Prospecting about the Biomass Use as a Source of Energy from the Bibliometric Analysis of Patents

Bárbara Martins, Daniel Santos, Cristina Souza, Ronney Boloy, Rafael Barbastefano, Carlos Correa 331

La Influencia de la Responsabilidad Social Gubernamental y la Legitimidad en la Imagen del gobierno Municipal. Un caso de estudio desde la perspectiva del ciudadano de Valle de Santiago, Guanajuato, México

Jessica Quiroz-García 338

Microorganismos aerotransportados e material particulado em ambiente hospitalar

Lucas D'avila, Manuel Feliciano, Marcia Agustini, Paula Baptista, Cristina Cameirão, Maria Domingues, Vanessa Yamanaka, Ermelinda Pereira..... 362

Sales and prices of still wine from the Portuguese wine regions: Insights for entrepreneurship plans

Vítor João Pereira Domingues Martinho..... 369

Cualidades Térmicas Del Sillar De Arequipa Perú

Luis Carlos Sosa, Edgar Montalvo, Karin Neira 373

A influência dos sistemas de aquecimento doméstico na Qualidade do Ar Interior em habitações

Fabiana Lira, Rafael Arioli, Manuel Feliciano..... 381

Resíduos de Desflurano e Sevoflurano em Bloco Operatório de uma Unidade Hospitalar

Vanessa Yamanaka, Ermelinda Pereira, Joseane Theodoro, Lucas D'avila, Maria Domingues, Manuel Feliciano 389

Análise da Eficiência do Tratamento de Eletrocoagulação de Efluente de Indústria Alimentícia: Eletrodos de Alumínio

Larissa da Silva, Tayla da Luz, Vanessa Yamanaka, Joseane Theodoro 397

Reduction of total phenols, total phosphorus and turbidity by uncatalytic oxidation processes in cheese whey wastewater

Ana Prazeres, Silvana Luz, Fálvia Fernandes, Eliana Jerónimo 403

Uso eficiente da água em condições de clima Mediterrânico. Um caso de estudo na cultura da romãzeira.

Ramôa, Parenzan, Fialho, Guerreiro, Soldado, Catronga, Gonzalez García, Jerónimo, Oliveira e Silva 409

Biogas and Biodiesel Production for Use in Urban Bus Fleet: A Panoramic View in the city of Volta Redond-RJ, Brazil

Kátia de Oliveira, João Travessa, Fernanda Figueiredo, Aldara César, Ronney Boloy..... 415

Avaliação de fluxos de CO₂ do solo de um sistema agroflorestal do Nordeste de Portugal

Luciléia Reis, Maria Patrício, Samuel Diegues, Giovanna Poggere, Manuel Feliciano..... 424

Análise dos indicadores de Qualidade do Ambiente Interno nas ferramentas de certificação ambiental de edifícios

Isabel Consoli, Carlos Andrade, Ney Tabalipa..... 431

Evaluación del potencial de tres azúcares simples para la producción hidrógeno por vía fermentativa

Análise dos indicadores de Qualidade do Ambiente Interno nas ferramentas de certificação ambiental de edifícios

Isabel Consoli, Carlos Andrade, Ney Tabalipa

Isabel Oberderfer Consoli
Mestranda da Escola Superior de
Tecnologia e Gestão
Instituto Politécnico de Bragança
Bragança, Portugal
isabel.oc.consoli@alunos.ipb.pt

Carlos Alberto Rodrigues Andrade
Prof. Dr. da Escola Superior de
Tecnologia e Gestão
Instituto Politécnico de Bragança
Bragança, Portugal
andrade@ipb.pt

Ney Lyzandro Tabalipa
Prof. Dr. do Programa de Pós
Graduação em Engenharia Civil
Universidade Tecnológica Federal do
Paraná
Pato Branco - PR, Brasil
ntabalipa@gmail.com

Resumo—A arquitetura sempre desempenhou um papel importante para a humanidade, sendo abrigo, local de proteção e trabalho, de cultos, de cultura ou de lazer. Com o crescimento das cidades e desenvolvimento da população, os edifícios passaram a ser tratados como produtos, tendo por prioridade os benefícios financeiros, muitas vezes desconsiderando o meio ambiente e as necessidades de seus ocupantes. Com o surgimento do pensamento voltado para o desenvolvimento sustentável, foram criadas diversas ferramentas de avaliação e classificação de edifícios verdes. Ferramentas essas, que apresentam diretrizes de projeto, construtivas e administrativas que ditam o nível de sustentabilidade atingido pelo edifício que está a ser avaliado. Dentro destas, destaca-se o indicador de Qualidade do Ambiente Interno. Esse indicador, além de apresentar itens exclusivamente focados no bem-estar dos utilizadores, também apresenta elementos que irão resultar em maior eficiência energética e economia de recursos nas etapas de operação do edifício, quando bem empregados. Neste trabalho será discutida a forma de abordagem e de avaliação dos itens de Qualidade do Ambiente Interno em algumas das principais ferramentas de certificação ambiental do mundo.

Palavras-chave—Qualidade do ambiente interno, sustentabilidade, edifícios verdes, certificações.

Abstract—Architecture has always played an important role for humanity, becoming shelter, place for protection, culture or leisure. With the growth of cities and population development, buildings started to be treated as products, prioritizing profits and often disregarding the environment and the occupants needs. With the shift of focus towards sustainable development, several tools for evaluating and rating green buildings were created. These tools, which developed guidelines that must be followed, dictate the level of sustainability achieved by the building being evaluated. Among the parameters, stands out the indicator of Indoor Environmental Quality. This indicator, beyond presenting items focused on the well-being of users, also presents elements that will result in greater energy efficiency and resources savings in the stage of operation of the building. This paper will discuss the approach and evaluation of the Indoor Environmental Quality parameters in some of the main green building rating tools around the world.

Keywords—Indoor environmental quality, sustainability, green buildings, rating tools.

INTRODUÇÃO

O surgimento da arquitetura se deve às necessidades humanas de abrigo e proteção. Cabe ressaltar que ao longo do desenvolvimento da humanidade as expressões arquitetônicas foram importantes motivos que geraram novas habilidades técnicas e tecnológicas, bem como, expressões sociais e espirituais.

Com o crescimento da população e o desenvolvimento das cidades, especialmente após a revolução industrial, a construção civil passou a ser uma das principais consumidoras de recursos naturais e matérias-primas do mundo. Assim, a arquitetura, que inicialmente possuía em seus conceitos os ideais de funcionalidade e estética, passou a ser tratada como produto em busca de lucro [1].

A partir da década de 1970 o conceito de desenvolvimento sustentável ganhou visibilidade e começou a ser discutido, tornando-se pauta de diversos encontros e debates ao redor do mundo. Desde então, tomou-se consciência da existência limitada dos recursos naturais do planeta, dando início à proposição de ideias e medidas que tinham por intuito mitigar os efeitos negativos da humanidade no meio ambiente. Nesse mesmo período também tiveram início as discussões abordando a sustentabilidade na construção civil, englobando assuntos como a longevidade dos recursos e a melhoria da qualidade de vida dos cidadãos decorrente do ambiente construído [2].

O termo “construção sustentável” foi definido pela primeira vez em 1994, na Conferência Internacional Sobre Construção Sustentável realizada em Tampa, na

Flórida. Durante o evento, o professor e investigador da Universidade da Flórida, Charles Kibert, idealizou o termo como "a criação e gestão responsável de um ambiente construído saudável, tendo em consideração os princípios ecológicos (para evitar danos ambientais) e a utilização eficiente dos recursos" [3].

A busca por uma forma de garantir a qualidade e a eficiência das construções que passaram a englobar os conceitos de sustentabilidade nas suas diretrizes de projeto, levou ao surgimento de algumas ferramentas que apresentam critérios e listas de verificação com diretrizes específicas que devem ser seguidas durante todas as etapas do ciclo de vida do edifício, desde o projeto, passando pela construção, operação e manutenção e possível demolição.

Vale lembrar que os sistemas de certificação ambiental e classificação para os edifícios foram desenvolvidos como uma forma de medir o nível de sustentabilidade atingido pelas construções verdes. Quanto melhores são as práticas empregadas, mais alto é o nível da certificação. O processo, que na grande maioria dos casos é voluntário, também significa garantia de qualidade para proprietários de edifícios e utilizadores. Além disso, projetistas e construtores têm a capacidade de mensurar o desempenho de seus produtos. [4]

AS FERRAMENTAS DE CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL PARA EDIFÍCIOS E SEUS INDICATIVOS

As organizações formadas para promover as construções verdes no mundo surgiram a partir da década de 1990. As primeiras entidades com essa finalidade foram o BRE (Building Research Establishment – Instituto de Investigação em Edifícios) sediado no Reino Unido, e o GBC (Green Building Council – Conselho de Construções Verdes) dos Estados Unidos da América. Atualmente existe o WGBC (World Green Building Council – Conselho Mundial de Construções Verdes), que reconhece uma diversidade de entidades com a mesma finalidade em todo o mundo [5].

As diversas ferramentas de avaliação existentes são desenvolvidas pelos órgãos e conselhos de construções verdes de cada país. Essas ferramentas apresentam uma ampla avaliação do impacto ambiental que determinada construção causa no ambiente. Cada uma delas possui diferenças significativas entre si, pois as diretrizes de projeto de cada local são únicas e particulares, sendo este o principal motivo pelo qual cada país procurou desenvolver um sistema baseado na sua realidade e no seu mercado específico.

Apesar de suas particularidades, as certificações contam com alguns princípios em comum. A maioria das avaliações são realizadas com base numa lista de verificação, onde itens considerados importantes são pontuados, e em seguida as pontuações são ponderadas em categorias principais. De acordo com a soma dos pontos, ao final será definido o nível de sustentabilidade atingido pela construção. Além disto, o resultado das avaliações deve ser de fácil compreensão e deve mostrar confiabilidade e transparência na apresentação dos dados [4].

A Tabela I apresenta algumas das certificações de edifícios verdes mais relevantes internacionalmente, associadas aos países de aplicação, destacando as categorias de avaliação consideradas em cada uma delas.

TABELA I. FERRAMENTAS DE CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL E SUAS CATEGORIAS DE AVALIAÇÃO

| Ferramenta de Certificação | Categorias de Avaliação |
|--|---|
| BREEAM (Reino Unido, Espanha, Noruega, Holanda) | Gestão e administração Saúde e bem-estar Energia Transporte Água Materiais Resíduos Uso do solo e ecologia Emissões |
| CASBEE (Japão) | Qualidade do ambiente interno Qualidade dos serviços Preservação do ambiente externo Redução no consumo de energia Redução no consumo de recursos e materiais Ambiente externo |
| DGNB (Alemanha) | Qualidade do ambiental Qualidade econômica Qualidade funcional e sociocultural Qualidade técnica Qualidade dos processos Qualidade do local |
| GBC Brasil CASA (Brasil) | Implantação Uso eficiente da água Energia e atmosfera Materiais e recursos |
| GBC Brasil CASA (Brasil) | Qualidade do ambiente interno Requisitos sociais |
| HQE (França) | Localização Componentes Local de trabalho Energia Água Resíduos Manutenção Conforto higratérmico |

| Ferramenta de Certificação | Categorias de Avaliação |
|-------------------------------------|--|
| | Conforto acústico Conforto visual Conforto olfativo Qualidade dos espaços Qualidade do ar Qualidade da água |
| LEED (Estados Unidos da América) | Localização e transporte Sustentabilidade do local Eficiência da água Energia e atmosfera Materiais e recursos Qualidade do ambiente interno Prioridade regional |
| LiderA (Portugal) | Localização e integração Recursos Cargas ambientais Ambiente interno Durabilidade e acessibilidade Gestão ambiental e inovação |

Algumas certificações apresentam um número maior de grupos de avaliação, enquanto outras focam em questões mais específicas à sua realidade.

Como forma de simplificar as análises, as categorias de avaliação podem ser agrupadas de acordo com o objetivo em comum de suas diretrizes e indicadores, visando a realização de uma análise comparativa equiparada. Esses grupos são:

- Qualidade do ambiente interno
- Recursos (materiais, energia e água)
- Cargas ambientais
- Vida útil
- Processos (construtivos e administrativos)
- Contexto (localização, implantação e transporte)
- Bônus e inovações

Neste trabalho será analisada a importância dada ao indicativo “Qualidade do Ambiente Interno” nas ferramentas de certificações de edifícios verdes citadas.

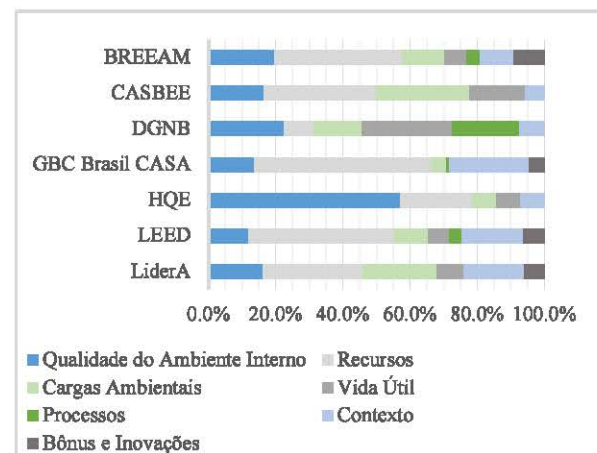
⁴A Qualidade do Ambiente Interno

Dentro dos indicativos presentes nas listas de verificação dos sistemas apresentados, nove critérios de qualidade destacam-se por englobar fatores socioculturais e funcionais. Esses itens ajudam a avaliar os edifícios em relação à saúde, conforto e satisfação do utilizador, bem como os aspectos essenciais da funcionalidade. Também são baseados nas necessidades e condicionantes do ser humano, e quando utilizados de

forma eficiente, garantem maior satisfação e produtividade nos ambientes internos, maior qualidade do produto (ambiente edificado), além de gerarem economia de recursos e eficiência energética na etapa de utilização do edifício.

A Qualidade do Ambiente Interno é um fator abordado por todas as ferramentas de certificação. Os itens que fazem parte desse grupo (apesar de sofrerem algumas variações na nomenclatura e na forma de abordagem dependendo da ferramenta) são: acessibilidade, automação dos sistemas, conforto olfativo, desempenho acústico, desempenho térmico, desempenho visual e lumínico, qualidade dos espaços internos e externos, qualidade interna do ar e segurança dos ocupantes.

Apesar de cada sistema atribuir pesos e ponderações diferentes para cada categoria de análise, a Qualidade do Ambiente Interno representa uma grande parcela da pontuação final nas certificações. A Fig 1 a seguir apresenta o peso atribuído para este grupo em cada uma



das ferramentas apresentadas.

Peso atribuído ao indicador Qualidade no Ambiente Interno entre as certificações ambientais de edifícios.

Observando-se estes dados fica evidente que essa categoria desempenha um papel de grande importância dentro das avaliações, pois é responsável por valores em torno de 15 a 20% da pontuação máxima que determinada certificação pode atingir (ou sendo responsável por mais de 50% da pontuação no caso da certificação HQE da França).

Isso mostra que para um edifício atingir os mais altos níveis de sustentabilidade, deve obrigatoriamente obedecer às diretrizes de qualidade no ambiente interno, que serão apresentadas em seguida.

a. *Acessibilidade*

A acessibilidade é um fator que está relacionado com a provisão de medidas eficazes que garantem o acesso seguro do e para o edifício. As áreas devem ser acessíveis para crianças, famílias, pessoas idosas, pessoas com dificuldades de locomoção ou portadoras de deficiências. Os acessos e áreas de circulação não devem possuir restrições à sua utilização, independentemente da situação pessoal [6] [7].

b. *Automação dos Sistemas*

Algumas medidas permitem aos ocupantes exercer a maior influência possível sobre o ambiente interior, aumentando o conforto conforme as necessidades. O controlo da ventilação, o posicionamento das proteções contra luz solar direta, o ajuste da temperatura e iluminação interna, são medidas que podem ser automatizadas através do estabelecimento de padrões considerados confortáveis para a maioria dos ocupantes. Dessa forma, independentemente das variações das condicionantes externas, o conforto interno estará sempre garantido de forma mecânica [7].

c. *Conforto Olfativo*

O conforto olfativo está relacionado à utilização de sistemas capazes de controlar ou redirecionar as fontes de odores desagradáveis. Essas fontes podem ser provenientes dos ambientes externos ao edifício ou de ambientes internos específicos, como áreas de cozinha, centrais de lixo, entre outros. As soluções de operação para melhorar o conforto olfativo envolvem planos de ventilação e exaustão adequados com o ambiente e com a fonte geradora dos odores [8].

d. *Desempenho Acústico*

Este critério tem como finalidade o alcance do conforto acústico nos ambientes internos, adequando os níveis sonoros às atividades e usos pretendidos.

Os riscos de incômodos ou doenças que o ruído possa produzir aos utilizadores deve ser reduzido. Para tal situação, diversas soluções podem ser adotadas para melhorar o design acústico do ambiente. Essas soluções geralmente são aplicadas aos sistemas construtivos, como paredes, lajes, pisos, revestimentos e esquadrias.

É dito que o edifício atende aos padrões adequados de desempenho acústico quando se apropria de soluções de isolamento acústico, considera os tempos de reverberação do som, utiliza elementos e materiais adequados para absorção sonora, entre outros [9] [10].

e. *Desempenho Térmico*

O conforto térmico influencia diretamente no aumento da produtividade e da satisfação dos ocupantes,

juntamente com o desempenho visual e acústico. A questão do conforto é fundamental no ambiente edificado, e sempre que possível deve ser atingido com o uso de elementos passivos ou bioclimáticos, adequando os elementos arquitetônicos às condições locais de implantação do edifício no terreno [9] [11].

Os níveis de temperatura, humidade do ar e de velocidade do vento devem ser adequados à ocupação e às atividades. Preferencialmente devem ser planeados para garantir conforto térmico durante os períodos de inverno e verão. Quando houver a ocorrência de situações extremas (frio ou calor) as estratégias mecânicas (ar condicionado, caldeiras) devem ser associadas às estratégias passivas, visando reduzir os consumos energéticos da habitação [7] [9].

O controlo da temperatura interna deve ser realizado através do estudo aprofundado da forma do edifício, do uso de materiais com maior ou menor inércia térmica, da implantação da edificação no terreno de acordo com a trajetória solar, entre outras estratégias bioclimáticas. Já a humidade do ar deve ser corrigida através do incentivo à ventilação natural, evitando níveis de humidade elevados ou muito baixos, permitindo a salubridade em todos os ambientes [6] [10].

f. *Desempenho Visual e Lumínico*

Os níveis de iluminação ideais para um edifício devem considerar as atividades que serão desenvolvidas em cada área, bem como as características dos ocupantes. Deve ser proposto o fornecimento suficiente e ininterrupto de luz natural e artificial em todas as áreas. Quando a iluminação natural não for suficiente para fornecer a luminância necessária à atividade, a iluminação artificial deve ser utilizada.

O conforto visual representa outro aspecto essencial do bem-estar geral e do trabalho eficiente e produtivo. A luz natural tem um efeito positivo sobre a saúde mental e física dos seres humanos. Além disso, o incentivo à utilização da luz do dia nos espaços internos fornece uma grande quantidade de economia de energia em termos de iluminação artificial [7].

As estratégias indicadas pelas ferramentas de certificação para garantir desempenho visual coerente e adequado são: incentivo à iluminação natural nos ambientes internos e nos locais de utilização e trabalho, contato visual com o exterior, controlo da luz solar direta (evitar o brilho excessivo), planeamento e controlo da iluminação artificial (brilho, cor, temperatura, posição dos pontos de luz) evitando que pontos desnecessários

sejam inseridos, contribuindo para o desperdício de energia [6] [12].

g. Qualidade dos Espaços Internos e Externos

Fornecer aos utilizadores de determinado edifício espaços internos e externos de qualidade, que acomodem ampla variedade de usos recreativos e funcionais, aumenta a sustentabilidade do produto e o conforto de todos. Devem ser previstos sempre que possível espaços internos para convívio e comunicação e áreas externas de lazer, como terraços, varandas, jardins. A integração do homem com a natureza, e de obras de arte com o empreendimento, são práticas aconselháveis em todos tipos de edificações [7].

Em relação aos ambientes internos, é indispensável que o dimensionamento dos espaços seja adequado com as atividades e mobiliários requeridos. Os elementos de decoração devem ser compatíveis com o uso, como as cores das paredes, piso e teto. Além disso, durante a etapa de utilização, devem ser previstos protocolos periódicos de limpeza [12] [10].

h. Qualidade Interna do Ar

Para afirmar com precisão se as condições internas do ar são adequadas ao uso, torna-se necessária uma avaliação dos vários elementos que possam influenciar nessa qualidade. Nos espaços internos devem ser observados fenômenos como a ventilação natural, a emissão de COVs (Compostos Orgânicos Voláteis) além de possíveis microcontaminações. Ao nível do espaço externo devem ser analisadas as condições de vento e a existência de vegetação, o que pode contribuir para melhorar a qualidade do ar exterior [9].

O ar que os ocupantes do edifício respiram é fornecido através dos sistemas de ventilação, sejam eles naturais ou mecânicos. A qualidade deste ar pode ser comprometida por contaminantes, por esse motivo é importante que um número suficiente de trocas de ar nos períodos de maior uso seja obtido. Trocas de ar em excesso são consideradas desperdício em termos de energia (pois comprometem as questões térmicas e de humidade do ar), assim como poucas trocas podem contribuir para ambientes internos de baixa qualidade [11].

Em casos onde a ventilação natural não seja suficiente ou em ambientes sem acesso ao exterior, deve ser utilizada a ventilação mecânica ou os sistemas que trabalhem em conjunto (como sistemas de exaustão) para garantir as trocas de ar necessárias [11].

i. Segurança dos Ocupantes

Os parâmetros de segurança dos utilizadores podem envolver fatores humanos e naturais. O design dos edifícios deve ser concebido de forma a evitar situações perigosas no próprio edifícios e em sua vizinhança imediata, sempre que possível.

É primordial que os edifícios apresentem medidas de segurança contra roubos ou invasões. Além disso, é considerada uma boa prática a avaliação de riscos para os perigos naturais que podem afetar a construção, e medidas para mitigar esses riscos devem ser implementadas (riscos de terremotos, inundações, entre outros). A fim de evitar problemas relacionados à segurança ao longo da vida útil da edificação, também deve ser avaliada a necessidade de manutenção periódica dos sistemas, realizando intervenções sempre que necessário [6] [7] [12].

* ANÁLISE COMPARATIVA

Faz-se importante destacar que nem todas as avaliações abrangem a totalidade das nove diretrizes consideradas. Cada avaliação segue as necessidades apresentadas pelas características do seu país de aplicação, como o clima, condições geográficas, legislações e o mercado imobiliário local. Há também as avaliações que considerem itens semelhantes às apresentadas em outras categorias, excluindo-as do grupo Qualidade do Ambiente Interno.

A Fig. 2 apresenta um quadro comparativo, identificando quais itens fazem parte do grupo de pontuação em cada ferramenta de certificação.

| | BREAM | CASBEE | DGNB | GBC Brasil CASA | HQE | LEED | LiderA |
|---|-------|--------|------|-----------------|-----|------|--------|
| Acessibilidade | ● | | ● | ● | ● | | ● |
| Automação dos sistemas | | | ● | | | | |
| Conforto Olfativo | | | | | ● | | |
| Desempenho acústico | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| Desempenho Térmico | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| Desempenho Visual / Lumínico | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| Qualidade dos Espaços Internos e Externos | ● | | ● | | ● | | |
| Qualidade Interna do Ar | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| Segurança dos Ocupantes | ● | ● | ● | | ● | | |

Quadro comparativo entre os itens avaliados no indicador de Qualidade do Ambiente Interno.

A acessibilidade, apesar de ser considerada uma boa prática que deve ser aplicada a qualquer tipo de projeto (edifícios verdes ou não), é tratada na maioria dos casos como qualidade do ambiente interno. Pode também estar

vinculada às análises de qualidade dos espaços internos e externos.

O item automação dos sistemas é apresentado apenas na certificação alemã DGNB. Por se tratar de uma tecnologia em expansão, os elementos que permitem a adaptabilidade do ambiente às condições externas de forma mecânica e automática não são fundamentais para as restantes certificações. Também há uma certa controvérsia neste item, pois a automatização dos sistemas implica em consumo extra de energia elétrica, enquanto todos os demais parâmetros visam à redução do consumo e à eficiência energética.

O conforto olfativo é apresentado como item específico pela certificação francesa HQE, porém em outros casos pode ser apresentado juntamente com a qualidade interna do ar.

Os fatores de maior relevância para o conforto, bem-estar e aumento da produtividade humana são englobados por todas as ferramentas. A qualidade interna do ar e os desempenhos visual, térmico e acústico representam um papel fundamental na sustentabilidade dos ambientes construídos, e esse fato é unânime dentre as ferramentas de certificação analisadas.

*CONCLUSÕES

Edifícios que possuam ambientes salubres e que atendam aos requisitos de conforto para o ser humano, melhoram significativamente o rendimento e aumentam o desempenho na realização de tarefas em qualquer área. A integração dos espaços de trabalho com o ambiente natural também proporciona maior bem-estar a todos. Já a redução no uso de soluções mecânicas para as adequações térmicas, ventilação ou iluminação artificial, fazem com que a edificação obtenha maiores níveis de eficiência energética, reduzindo o consumo de energia elétrica na etapa de operação bem como a manutenção desses elementos.

A utilização das ferramentas de certificação ambiental para edifícios é uma forma de garantir que o ambiente construído ande em conformidade com os pilares da sustentabilidade, harmonizando as questões ambientais, humanas e econômicas em um mesmo produto. Cada certificação possui suas particularidades, e a avaliação do nível de sustentabilidade através dessas certificações é uma forma de garantir a qualidade aos futuros utilizadores, e ao mesmo tempo respeitar as condicionantes ambientais de cada localidade.

REFERÊNCIAS

- H. M. I. do E. Santo, Procedimentos para uma certificação da construção sustentável. Lisboa: Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, 2010.
- M. Pinheiro, Ambiente e construção sustentável. Amadora, Portugal: Instituto do Ambiente, 2006.
- M. Bauer, P. Mösle e M. Schwatz, Green Building: Guidebook for sustainable architecture. Stuttgart, Germany: Springer, 2007.
- A. Sender e K. Delchet-Cochet, "Green building assessment methods, the importance of the context: a comparison between Brasil and France," 4 congrès TRANSFORMARE, pp. 1-17, 2014.
- BREEAM, BREEAM International New Construction 2016: Technical Manual. London: BRE, 2016.
- DGNB System, DGNB System: criteria set new construction building.: DGNB GmbH, 2018.
- HQE, HQE echeme: environmental performance of residential building. Paris: Cerway, 2014.
- Manuel Duarte Pinheiro, LiderA: Sistema voluntário para a sustentabilidade dos ambientes construídos. Lisboa: Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa, 2011.
- GBC Brasil, Certificação Green Building Council Brasil - CASA, 2019.
- USGBC, LEED Green Associate Study Guide.: U.S. Green Building Council, 2009.
- IBEC, CASBEE for building (New Constructions): Technical Manual.: Japan Sustainable Building Consortium, 2014.
- R. Rogers, Cities for a small planet. Philip Gumuchdjian, London: Ed Gustavo Gil, 1998.