XVIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído

Futuro da Tecnologia do Ambiente Construído e os Desafios Globais

Porto Alegre, 4 a 6 de novembro de 2020

ANÁLISE CRÍTICA ENTRE DESEMPENHO DAS EDIFICAÇÕES E O SISTEMA LEED FOR SCHOOLS – THE CRITICAL ANALYSIS BETWEEN BUILDING PERFOMANCE AND THE LEED FOR SCHOOLS

CARVALHO, Aldo Ribeiro (1); BARBOSA, Maria Teresa Gomes (2)

(1) Universidade Federal de Juiz de Fora, aldo.carvalho@engenharia.ufjf.br
(2) Universidade Federal de Juiz de Fora, teresa.barbosa@engenharia.ufjf.br

RESUMO

Materiais e componentes que constituem os empreendimentos da construção civil devem apresentar um desempenho adequado, bem como satisfazer os principais requisitos que constituem o desenvolvimento sustentável (ambientais, sociais e econômicos). Nesse contexto, para os diferentes projetos as exigências dos usuários que assegurem segurança, habitabilidade e sustentabilidade são parâmetros fundamentais, visto que o desempenho das construções está correlacionado diretamente com a durabilidade e vida útil dos seus sistemas. Nesse sentido, a NBR 15575/2013 (Norma de Desempenho) e, paralelamente, os sistemas de certificação (mais especificadamente o LEED) são ferramentas que auxiliam os profissionais envolvidos em prol da construção sustentável. O presente trabalho objetiva efetuar uma análise acerca dessas ferramentas nas obras destinadas a implantação de ensino fundamental observando critérios relativos à manutenção, durabilidade e ciclo de vida útil; sendo efetuado um estudo de caso, no Instituto Maria, localizado na cidade de Juiz de Fora (MG). Através da análise dos principais fatores que norteiam a norma de desempenho e o sistema de certificação LEED for Schools constatou-se que essas ferramentas subestimam os serviços de manutenção e, consequentemente, tendem a comprometer a vida útil.

Palavras-chave: *Norma de Desempenho. LEED for Schools. Manutenção. Durabilidade. Sustentabilidade.*

ABSTRACT

Building materials and components must present an adequate performance, as well as satisfy the main requirements of the sustainable development (environmental, social and economic). In this context, for the different projects, the requirements of users that ensure safety, habitability and sustainability are fundamental parameters, since the performance of the buildings is directly correlated with the durability and lifespan of their systems. In this sense, NBR 15575/2013 (Performance Standard) and assessment tools (more specifically LEED) assist professionals involved in favor of sustainable building. The present reserach aims to carry out an analysis about these tools in the basic education building where it correlated criteria related to the maintenance, durability and useful Life cycle ; a case study was carried out at Instituto Maria, located in the city of Juiz de Fora (MG). Through the analysis of the main factors that guide the performance standard and the LEED for Schools tool, it was concluded that these tools underestimate maintenance services and, consequently, tend to compromise the useful life.

[1] CARVALHO, Aldo Ribeiro de; BARBOSA, Maria Teresa Gomes. Análise crítica entre desempenho das edificações e o sistema LEED for Schools. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2020, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2020.

***Keywords**: Performance Standard. LEED for Schools. Maintenance. Durability. Sustainability.*

1 INTRODUÇÃO

Edificações com maior desempenho de seus sistemas proporcionam uma melhor gestão dos recursos naturais e econômicos, além de promover conforto para os usuários. Nesse contexto, a Norma de Desempenho (NBR 15575/ 2013) reflete as exigências dos usuários através de critérios e requisitos capazes de promover a sustentabilidade, melhor custo benefício, incremento da vida útil, além de assegurar às habitações um ambiente seguro e com alta qualidade.

Concatenado a esses parâmetros, as ferramentas de avaliação para os diferentes tipos construções, potencializam o desempenho das construções e possibilitam adequá-las ao conceito de green building, cita-se Leadership in Energy and Environmental Design (LEED). Esta ferramenta, em resumo, avalia através de um check list composto por 8 grandes áreas, que são subdivididas em práticas obrigatórias e pré-requisitos não obrigatórios (GBC, 2020) sendo passível de ser aplicada em diversos tipos de empreendimentos, incluindo os ambientes escolares, através de sua versão LEED *for Schools*, que analisa aspectos ambientais, ideias inovadoras e a estrutura da escola como ferramenta de ensino (USGBC, 2013).

Neste contexto, o objetivo deste trabalho é estabelecer um panorama entre a NBR 15575 e a certificação LEED *for Schools*, analisando os critérios relativo à manutenção, durabilidade e vida útil de forma que atestem o desempenho do empreendimento e o conforto e a segurança para os usuários. Para isso, utilizou-se de uma análise crítica da literatura em conjunto com um estudo de caso realizado em uma Instituição de ensino fundamental. Assim, espera-se contribuir de forma a identificar pontos de melhorias em ambas as ferramentas.

2 A VIDA ÚTIL DE EDIFICAÇÕES E AS EXIGÊNCIAS DOS USUÁRIOS

A Norma de Desempenho define vida útil de uma edificação como sendo "... período em que um edifício e/ou seus sistemas exercem às atividades para quais foram projetados e construídos considerando a periodicidade e correta execução dos processos de manutenção especificados no Manual de Uso, Operação e Manutenção..."; a durabilidade, por sua vez, consiste na capacidade de manter sua funcionalidade ao longo do tempo, perante condições de uso e manutenção especializadas (ABNT, 2013a). Ao associar desempenho a vida útil e durabilidade, a norma trata não apenas do nível de qualidade da edificação, mas, também, de quanto tempo a edificação é capaz de manter esse nível de qualidade, sendo fundamental para retardar o surgimento de manifestações patológicas e outras anomalias (BENTO *et al*, 2016).

Nesse sentido, a norma prevê e define manutenção como o conjunto de atividades a serem realizadas ao longo da vida total da construção para conservar ou recuperar sua capacidade funcional e de seus sistemas constituintes para atender as necessidades e seguranças dos seus usuários, destacando, a importância da manutenibilidade, conforme apresentado no quadro 1.

Quadro 1 – Subdivisões da NBR 15575 e diretrizes de manutenção e vida útil

Partes da Norma	Diretrizes quanto a Manutenção e Vida Útil
Requisitos Gerais (ABNT, 2013a)	O projeto deve atender aos parâmetros mínimos de Vida Útil do Projeto estabelecidos na norma. Os sistemas do edifício precisar ser detalhados e específicos em projetos, de modo a possibilitar a avaliação da Vida Útil do Projeto. A gestão da manutenção deve atender à NBR 5674:2012.
Sistema Estrutural (ABNT, 2013b)	A estrutura principal e os elementos que fazem parte do sistema estrutural devem ser projetados e construídos de modo que atenda as condições ambientais e de uso previstas no projeto, sejam efetuadas as intervenções periódicas de manutenção/ conservação (preditivas e preventivas), segundo instruções contidas no manual de operação, uso e manutenção.
Sistema de Pisos (ABNT, 2013c)	As camadas de acabamento devem seguir normas de aplicação e manutenção orientadas pela fabricante visando garantir a vida útil do material.
Sistemas de Vedações Vertical Internas e Externas – SVVIE (ABNT, 2013d)	Os SVVIE devem ser submetidos a manutenções preventivas (sistemáticas) e, sempre que necessário, a manutenções corretivas e de conservação previstas no manual de operação, uso e manutenção.
Sistema de Cobertura (ABNT, 2013e)	O projeto deve permitir o acesso à cobertura para a realização de manutenções, e este sistema, por sua vez, deve suportar cargas de pessoas e objetos durante essas operações.
Sistema Hidrossanitário (ABNT, 2013f)	Possibilidade de inspeção visual tem todas as partes dos sistemas. Possibilitando a realização periódica de manutenção e conservação, a fim de garantir a VUP.

Fonte: Os autores

A fim de garantir a vida útil dos elementos dos sistemas abordados deve-se elaborar o manual de operação, uso e manutenção do empreendimento de acordo com a ABNT NBR 5674 e ABNT NBR 14037, bem o atendimento a parâmetros mínimos de Vida Útil (Vide Quadro 2).

Quadro 2 – Resumo das prescrições acerca da Vida Útil de Projeto dos Sistemas.

Sistemas	VUP mínima em anos
Estrutural	≥ 50 (ABNT NBR 8681-2003)
Pisos Internos	≥ 13
Vedação Vertical Externa	≥ 40
Vedação Vertical Interna	≥ 20
Cobertura	≥ 20
Hidrossanitário	≥ 20

Fonte: Requisitos Gerais (ABNT, 2013a)

3 SISTEMA LEED FOR SCHOOLS

O LEED como ferramenta de avaliação ambiental incentiva construtoras a

executarem empreendimentos "sustentáveis" proporcionando edificações com maior conforto, elevado desempenho lumínico (seja natural ou artificial) e viabiliza melhores condições de saúde ao usuário (LEE, 2019). É notório que essa ferramenta está direcionada ao aumento da performance do edifício, à redução dos custos de operação, ao uso eficiente de recursos naturais e à mitigação dos impactos ambientais, tanto da obra quanto seu entorno (OLIVEIRA; RUPPENTHAL; VERGARA, 2018; LACERDA; CARSALADE; ASSIS, 2018). Salienta-se ainda que projetos de construções não certificadas geralmente apresentam uma incongruência entre a performance do edifício, sua vida útil e o ciclo de vida dos materiais empregados em seus sistemas (FREITAS; SCHMID; SILVA, 2016).

O LEED é baseado em um sistema de classificação de edificações fundamentado em critérios de sustentabilidade para diferentes categorias; também envolve pré-requisitos obrigatórios e possui um sistema de pontuação cumulativa que permite às edificações obterem diferentes classificações, conforme a pontuação alcançada. Em resumo, toda a metodologia LEED baseia-se em um checklist sendo este adaptável para cada modalidade da certificação. No caso do LEED *for Schools*, objeto de estudo desse trabalho, trata-se de uma modalidade específica a ser aplicada em escolas, tendo 8 áreas de análise, sendo elas apresentadas, resumidamente, no quadro 3.

Quadro 3 – Áreas de Análise da certificação LEED *for Schools*.

Áreas de Análise	**Critérios observados**
Localização e Transporte	*Seleção do terreno que o empreendimento foi ou será implantado*: avalia a proximidade com transporte público, existência de bicicletários, estacionamentos e a viabilidade do uso de veículos de baixa emissão de gases.
Espaço Sustentável	*Espaço físico da escola e o seu entorno*: proteção e restauração do habitat que foi inserido o empreendimento; projeto para água pluviais; redução de ilhas de calor e de poluição luminosa.
Eficiência do uso da água	*Projeto Hidráulico*: sistema de água dos banheiros, cozinhas e uso em geral e redução do consumo de água em atividades como paisagismo e serviços gerais.
Energia e Atmosfera	*Projeto elétrico*: eficiência energética visando o tipo de luminária usada, equipamentos utilizados e a classificação dos mesmos em critério de consumo de energia, bem como o emprego de energia renovável.
Materiais e Recursos	*Materiais de construção*: reuso e reciclagem de materiais ou emprego de materiais regionais e de rápida renovação no ambiente, bem como o destino dado para os materiais recicláveis produzidos no ambiente escolar.
Qualidade Ambiental Interna	*Conforto ao usuário*: circulação de ar interna, desempenho acústico, uso de materiais de baixa emissão como adesivos e selantes, tintas e vernizes, entre outros; controle interno de poluentes e produtos químicos, dos sistemas de iluminação e de conforto térmico, o uso ou não de iluminação natural e a prevenção ao mofo.
Inovação e Processos	Materiais e componentes inovadores e/ou alta performance.
Créditos de Prioridade Regional	Define as prioridades regionais podendo ser aspectos ambientais e/ou sociais e/ou econômicos.

Fonte: adaptado de SILVA (2016)

4 MATERIAIS E MÉTODOS

A presente proposta é desenvolvida no Instituto Maria (vide Figura 1) uma entidade filantrópica que oferece formação educacional e cultural para crianças desprovidas socialmente; possui cerca de 140 alunos com idade compreendida entre 11 meses a 5 anos de idade e foi fundado em 1944 por Orvile Derby Dutra e sua esposa Aracy Oliveira Dutra, localizado na região central da cidade de Juiz de Fora (MG) e que possui uma área construída de aproximadamente 3000 m^2 inserida em um terreno de 5000 m^2, distribuído em vários ambientes diferenciados, que geram conforto, tranquilidade e segurança para os usuários da edificação, possibilitando uma boa formação educacional e cultural.

Figura 1 – Fachada Principal do Instituto Maria



Fonte: Os autores.

Salienta-se que o perfil da escola foi fator preponderante na sua escolha onde efetuou-se um minucioso levantamento de suas manifestações patológicas que permitiu a elaboração de estratégias de intervenção com auxílio da ferramenta GUT (CARVALHO *et al*, 2020). Tal estudo foi efetuado devido a demanda da instituição em adequação das suas instalações em prol da qualidade de vida dos usuários, que muitas vezes, são prejudicados pelos malefícios oriundos da presença de microrganismos (mofos, bolores, etc.) em suas dependências.

Cabe destacar que no diagnóstico das anomalias foi necessário o emprego de diversos equipamentos, como: esclerômetro, fissurômetros, câmara termográfica, medidor de umidade e temperatura do ambiente, dentre outros; além de das análises visuais e táteis associando suas causas aos fatores intrínsecos e/ ou extrínsecos (SOUZA; RIPPER, 1998).

O emprego do sistema LEED se justifica como uma ferramenta de avaliação ambiental, muito empregado e acessível no Brasil, bem como possui uma categoria específica para avaliação de empreendimentos educacionais, o LEED *for Schools*. Assim, avalia-se as características locais da escola (situada em uma região densamente povoada e central da cidade de Juiz de Fora); acesso a meios diversos de transporte (mobilidade), dentre outras apresentadas no Quadro 3. Dessa forma, é possível efetuar uma análise mais consistente em prol dos usuários e eliminação das anomalias garantindo o bem-estar dos usuários.

5 RESULTADOS E ANÁLISES

O quadro 4 apresenta um resumo das manifestações patológicas detectadas, no estudo de caso, onde verifica-se que as falhas estão associadas às incompatibilidades expostas tanto na NBR 15575 quanto no *LEED for Schools*, ou seja, erros construtivos e/ou contexto ambiental que propicia essas mazelas. Assim, uma vez que os serviços de manutenções são negligenciados, há ameaça a durabilidade e ao ciclo de vida útil dos sistemas do empreendimento, contrapondo, portanto, as diretrizes propostas.

O objeto de estudo, Instituto Maria, atende o requisito de "Locomoção e Transporte" do LEED *for Schools*, já que há disponibilidade de recursos de locomoção urbanos próximos de sua locação. Sabe-se ainda que esse requisito soma pontos para a obtenção da certificação *LEED for Schools*, entretanto, observa-se não ser suficiente, bem como não deve ser considerado essencial, para certificar adequadamente uma edificação.

Quadro 4 – Manifestações Patológicas no Instituto Maria.

Manifestações Patológicas	**% incidência**	**Fator Preponderante**	**Localização**
Fissuras	26,3	Intrínseco: erros executivos.	Paredes internas e externas, lajes.
Revestimento de alvenaria	24,6	Extrínseco: ação ambiental e biológica.	Paredes internas e externas.
Infiltração	24,6	Extrínseco: erros de projetos.	Paredes internas e externas, lajes.
Ladrilhos Hidráulicos	10,5	Intrínseco: erros executivos Extrínseco: intempéries.	Pisos e paredes
Peças Cerâmicas	12,3	Extrínseco: erros de projetos.	Piso
Rodapés	1,7	Extrínseco: umidade e ações de insetos	Paredes Internas

Fonte: Os autores.

A presença de manifestações patológicas em diversos componentes de uma edificação resulta em prejuízos aos demais requisitos, em especial, aos de qualidade do ambiente interno e espaço sustentável. Uma vez que, elas ocasionam desconforto aos usuários, promovendo condições insalubres e criando ambientes favoráveis para colonização de fungos e bactérias, que são agentes patogênicos para os seres humanos.

Tratando-se da análise das manifestações patológicas e o atendimento junto a NBR 15575, nota-se que há incompatibilidade entre a edificação e suas diretrizes decorrente da falha de desempenho dos sistemas da edificação ao apresentar anomalias que reduzem o conforto e a segurança do usuário. Além disso, deve-se considerar a precariedade dos serviços de manutenção do empreendimento, assegurado pela NBR 15575.

Deve-se destacar a singularidade da ferramenta LEED e a NBR 15575, pois ambas expressam a preocupação com desempenho da edificação e conforto dos usuários. No que se refere a manutenibilidade, a Norma de Desempenho se baseia apenas na elaboração e no uso adequado do manual de operação, uso e manutenção do empreendimento, sem adotar prerrogativas práticas para cada um dos sistemas de uma edificação; enquanto que o LEED *for Schools* pauta-se fortemente em aspectos

ambientais da construção visando uma edificação sustentável, estando em segundo plano os quesitos sociais e econômicas que beneficiam tanto o edifício quanto aos usuários.

Em estudos recentes apresentados por SARAIVA et al (2018) constatou-se a importância dos indicadores de conforto (térmico, acústico, lumínico, ergonômico) nos ambientes escolares, sendo destacado sua interferência na saúde, concentração e aprendizagem dos alunos. Nesse contexto, sugere-se sua inclusão nas ferramentas de avaliação e evidencia-se a necessidade de adaptações a localidade de estudo, considerando as condições climáticas e sociais da região em estudo.

Deve-se considerar, inclusive, que o emprego do sistema de certificação é voluntário, ao passo que os preceitos normativos devem ser atendidos. Sendo assim, ao se correlacionar a localização da edificação e as causas das manifestações patológicas, observa-se que o objeto do estudo possui incoerências com a norma de desempenho, já que trata de uma região central de baixa agressividade ambiental.

6 CONCLUSÃO

Uma boa ferramenta de avaliação de sustentabilidade para edificações contribui para o bem-estar dos usuários e melhora a sua qualidade de vida. Além disso, há uma tendência em adotar, mesmo que de forma empírica, os requisitos das ferramentas de certificação para avaliar a sustentabilidade em edifícios escolares, em prol dos benefícios aos usuários.

Tanto a certificação LEED, quanto a norma de desempenho abordam manutenção de empreendimentos, tornando-se mais eficazes para a promoção de construções que atendam às exigências ambientais, econômicas. Salienta-se que a NBR 15575 abrange critérios diversos de exigências dos usuários enquanto a ferramenta LEED *for Schools* direciona-se mais como avaliação ambiental e sustentável da edificação, negligenciando critérios específicos que garantam a durabilidade do sistema e o prolongamento do ciclo de vida da edificação, bem como o bem estar dos usuários no que se refere aos itens mais amplos de conforto.

Logo, deve-se considerar que o ganho econômico e no conforto dos usuários, é pouco significativo, o que ocasiona o desinteresse por parte de Instituições de Ensino em obter o selo LEED *for School* ou mesmo atender requisitos mínimos que garantam desempenho de edificações.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF).

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15575:** Edificações Habitacionais - Desempenho. Parte 1- Requisitos Gerais. Rio de Janeiro, 2013a.

_____. **NBR 15575:** Edificações Habitacionais - Desempenho. Parte 2- Sistema Estrutural. Rio de Janeiro, 2013b.

_____. **NBR 15575:** Edificações Habitacionais - Desempenho. Parte 3- Sistema de Pisos. Rio de Janeiro, 2013c.

_____. **NBR 15575:** Edificações Habitacionais - Desempenho. Parte 4- Sistemas de Vedações Vertical Internas e Externas. Rio de Janeiro, 2013d.

_____. **NBR 15575:** Edificações Habitacionais - Desempenho. Parte 5- Sistema de Cobertura. Rio de Janeiro, 2013e.

_____. **NBR 15575:** Edificações Habitacionais - Desempenho. Parte 6- Sistema Hidrossanitário. Rio de Janeiro, 2013f.

CARVALHO, A.; SILVA, I.; ROSSE, V.; BARBOSA, M. T. O emprego do método GUT na priorização da solução de manifestações patológicas. Estudo de caso: Instituto Maria. In: CONGRESSO INTERNACIONAL NA RECUPERAÇÃO, MANUTENÇÃO E RESTAURAÇÃO DE EDIFÍCIOS, 5., 2020, Rio de Janeiro. **Anais [...]** Rio de Janeiro: 2020.

BENTO, A.; NEVES, D.; PIRES, J.; OLIVEIRA, M.; SILVA, D. A INFLUÊNCIA DA NBR 15575 (2013) NA DURABILIDADE E VIDA ÚTIL DAS EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS. In: SEMINÁRIO DE PATOLOGIA E RECUPERAÇÃO ESTRUTURAL, 1, 2016, Recife. **Anais [...]** Recife: 2016.

FREITAS, L. S.; SCHMID, A. L.; SILVA, R. C. A tomada de decisão na previsão da vida útil de projeto para edificações mais sustentáveis. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais[...]** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

GREEN BUILDING COUNCIL (GBC Brasil) – **Conheça a Certificação LEED**. 2020. Disponível em < https://www.gbcbrasil.org.br/certificacao/certificacao-leed/> acesso em 24 de abril 2020

GREEN BUILDING COUNCIL (USGBC) – **LEED v4 for School**. 2013. Disponível em <https://www.usgbc.org/> acesso em 24 abril de 2020.

INSTITUTO MARIA – **História**. 2020. Disponível em: <www.institutomaria.org.br.> acesso em 28 de agosto de 2020.

LACERDA, C. S.; CARSALADE, F. L.; ASSIS, E. S. As certificações LEED e AQUA-HQE em edifícios comerciais no Brasil e a agregação de valor. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais[...]** Porto Alegre: ANTAC, 2018.

LEE, E. Indoor environmental quality (IEQ) of LEED-certified home: Importance-performance analysis (IPA). **Building and Environment**, v. 149, p.571-581, 2019.

OLIVEIRA, M. L.; RUPPENTHAL, J. E.; VERGARA, L. G. L. Indústria da construção sustentável: uma análise da certificação Leed no mercado brasileiro. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais[...]** Porto Alegre: ANTAC, 2018.

SARAIVA, T.S.; ALMEIDA, M.; BRAGANÇA, L; BARBOSA, M. T. Environmental confort indicators for school buildings in sustainability assessment tools. **Sustainability**., v.10, p1849, 2018. DOI: 10.3390/su10061849

SILVA, Tiago Bitelo. **Diretrizes para certificação LEED: estudo de caso da Escola SESI de Ensino Médio.** 2016. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2016.

SOUZA, Vicente Custodio Moreira; RIPPER, Thomaz. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto.** Pini, 1998.