



Centro Universitário de Brasília - UNICEUB
Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas - FATECS
Curso: Engenharia Civil

MARIANA MARTINS DE OLIVEIRA

ESTUDO COMPARATIVO DOS CERTIFICADOS VERDES NO ÂMBITO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Brasília
2018

MARIANA MARTINS DE OLIVEIRA

**ESTUDO COMPARATIVO DOS CERTIFICADOS VERDES NO
ÂMBITO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA**

Trabalho de Curso apresentado como um dos requisitos para a conclusão do curso de Engenharia Civil do UniCEUB - Centro Universitário de Brasília.

Orientadora: Prof. Dra. Patrícia Cristina Cunha Nunes de Oliveira Fontoura.

Brasília
2018

MARIANA MARTINS DE OLIVEIRA

**ESTUDO COMPARATIVO DOS CERTIFICADOS VERDES NO
ÂMBITO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA**

Trabalho de Curso apresentado como um dos requisitos para a conclusão do curso de Engenharia Civil do UniCEUB - Centro Universitário de Brasília.

Orientadora: Prof. Dra. Patrícia Cristina Cunha Nunes de Oliveira Fontoura.

Brasília, 06 de agosto 2018.

Banca Examinadora

Profa. Dra. Sc. Patrícia Cristina Cunha Nunes de Oliveira Fontoura
Orientadora

Prof. Msc. Jocinez Nogueira Lima
Examinador Interno

Profa. Msc. Gabriela de Athayde Duboc Bahia
Examinador Interno

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me guiou e iluminou nesta caminhada, dando-me sabedoria me fortalecendo para persistir mesmo perante os obstáculos.

Aos meus pais, Leri e Nilza e ao meu irmão Rafael, por sempre acreditarem em mim, oferecendo-me todo incentivo, cuidado e apoio.

Ao meu namorado Leonardo, que se mostrou presente e compreensivo.

Aos meus colegas de faculdade, André e Eduardo, por todo apoio, companheirismo e aprendizagem durante o curso.

À minha orientadora Patrícia, pela paciência, disposição, atenção e dedicação que tornaram possível a conclusão desta monografia.

E por fim, toda a equipe de professores do Uniceub por todo aprendizado durante a caminhada acadêmica.

“Todas as vitórias ocultam uma abdicação”. (Simone de Beauvoir)

RESUMO

A preocupação com o meio ambiente surgiu na década de 1950 e a palavra sustentabilidade começou a ser propagada a partir da realização da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano – United Nations Conference on the Human Environment (UNCHE), em junho de 1972, em Estocolmo e ganhou força com a crise do petróleo que se iniciou em 1973. Como a construção civil é a atividade humana que mais demanda energia, recursos naturais e também com aumento da degradação do meio ambiente e eventual esgotamento dos combustíveis fósseis, o setor de edificações viu-se diante de um cenário onde há a necessidade de transformação dos métodos de construção, operação e manutenção das edificações visando redução no uso da energia, através de medidas de eficiência. Nesse contexto, tendo como objetivo medidas para minimizar os impactos gerados pelos edifícios, as certificações verdes surgiram como alternativas para qualificar o desempenho sustentável das edificações. No presente trabalho foram analisados os certificados utilizados no Brasil (Procel Edifica e AQUA), nos Estados Unidos (LEED) e Reino Unido (BREEAM) e seus respectivos regulamentos, observando as diferenças, similaridades e os requisitos técnicos de cada processo de certificação a fim de obter uma análise comparativa das necessidades apontadas por cada certificação para obter o melhor desempenho energético possível das edificações. A partir dessa análise é possível verificar que embora cada certificação tenha sido concebida de acordo com o país de sua origem os pré-requisitos na parte de eficiência energética conseguem ser bem semelhantes e os certificados BREEAM e LEED podem ser adaptados as condições do Brasil.

Palavras-chave: Sustentabilidade, Eficiência Energética, Procel Edifica, LEED, BREEAM.

ABSTRACT

Concern for the environment arose in the 1950s and the word sustainability began to be propagated from the United Nations Conference on the Human Environment (UNCHE) in June 1972, in Stockholm and gained momentum with the petroleum crisis that began in 1973. As construction is the human activity that demands more energy, natural resources and with the exponential increase in consumption and power global costs, environmental degradation and eventual depletion of fossil fuels, the building sector was faced with a scenario where there is the need for transformation of methods of construction, operation and maintenance of buildings aiming at reduction in energy use through efficiency measures. In this context, on measures to to minimize the impacts generated by buildings, green certifications emerged as alternatives to qualify the sustainable performance of buildings. In the present work, the certificates used in Brazil (Procel Edifica and AQUA) in the United States (LEED) and the United Kingdom (BREEAM) and their respective regulations were analyzed, observing the differences, similarities and technical requirements of each certification process in order to obtain a comparative analysis of the needs indicated by each certification in order to obtain the best possible energy performance of the buildings. From this analysis it is possible to verify that although each certification was conceived according to the country of its origin the prerequisites in the energy efficiency part can be very similar and the BREEAM and LEED certificates can be adapted to the conditions of Brazil.

Key words: Sustainability, Energy Efficiency, Procel Edifica, LEED, BREEAM, AQUA.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Matriz de energia mundial	17
Figura 2: Consumo final de energia por fonte	18
Figura 3: Grupos nas certificações.....	26
Figura 4: Abrangência internacional das certificações verdes mais conhecidas.....	26
Figura 5: Classificações BREEAM	29
Figura 6: Sede do Centro Sebrae de Sustentabilidade	30
Figura 7: Classificações LEED	32
Figura 8: Categorias e Pontuação.....	33
Figura 9: Desempenho exigido AQUA/HQE.....	37
Figura 10: Etiqueta Padrão para Equipamentos.....	38
Figura 11: Exemplo de Etiqueta PBE Edifica	39
Figura 12: Pré-requisitos condicionamento de ar	41
Figura 13: Equação método do sistema de peso	41
Figura 14: Checklist categoria Energia e Atmosfera	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Oferta Interna de Energia no Brasil e no Mundo	19
Tabela 2 - Envoltória	54
Tabela 3 - Energia renovável e condicionamento de ar	55
Tabela 4 - Sistema de iluminação	56

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Leis, Decretos e Resoluções	22
Quadro 2: Nível de qualificação BREEAM	29
Quadro 3: Categorias do sistema de avaliação LEED	31
Quadro 4: Sítio e Construção	35
Quadro 5: Gestão	35
Quadro 6: Conforto.....	35
Quadro 7: Saúde	36
Quadro 8: Pré-requisitos envoltória	40
Quadro 9: Pré-requisitos sistemas de iluminação	40
Quadro 10: Comparativo Certificações	44

LISTA DE ABREVIATURAS

- AIE** – Agência Internacional de energia
- ABESCO** – Associação Brasileira das Empresas de Serviço da Conservação de Energia
- ANEEL** – Agência Nacional de Energia Elétrica
- ANP** – Agência Nacional do Petróleo
- AQUA** – Alta Qualidade Ambiental
- BEM** – Balanço Energético Nacional
- BREEAM** – *Building Research Establishment Environmental Assessment Method*
- CICE** – Comissão Interna de Conservação de Energia
- CONPET** – Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e Gás Natural
- EPE** – Empresa de Pesquisa Energética
- HQE** – *Haute Qualité Environnement*
- IEA** – *International Energy Agency*
- LabEEE** – Laboratório de Eficiência Energética em Edificações da Universidade Federal de Santa Catarina
- LEED** – *Leadership in Energy and Environmental Design*
- OCDE** – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
- PBE** – Programa Brasileiro de Etiquetagem
- PME** – Programa de Mobilização Energética
- Procel** – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
- RTQ-C** – Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos
- RTQ-R** – Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edificações Residenciais
- USGBC** – *United States Green Building Council*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	15
2.1 <i>Objetivo geral</i>	15
2.2 <i>Objetivos específicos</i>	15
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
3.1 <i>Energia</i>	16
3.1.1 Matriz energética	16
3.1.2 Eficiência energética	19
3.2 <i>Certificações</i>	25
3.2.1 BREEAM – <i>Building Research Establishment Environmental Assessment Method</i>	27
3.2.2 LEED – <i>Leadership in Energy and Environmental Design</i>	30
3.2.3 AQUA - Alta Qualidade Ambiental do Empreendimento	34
3.2.4 Certificação Procel	37
4 METODOLOGIA	43
5 ANÁLISES e Resultados	44
5.1 <i>Parâmetros comparativos das certificações</i>	44
5.1.1 Envoltória	45
5.1.2 Sistema de iluminação	46
5.1.3 Condicionamento de ar	47
6 Conclusão	49
Referências	50
ANEXOS	53

1 INTRODUÇÃO

A partir do momento em que a sociedade começou a evoluir e se tornou mais urbana, o consumo energético a nível mundial vem aumentando. O aumento da demanda de energia elétrica para suprir as necessidades da população tem causado grande degradação do meio ambiente e provocado o esgotamento das matérias primas não renováveis.

Alguns fatores influenciaram uma nova conscientização em relação ao consumo de energia, como impactos visíveis na natureza, crises energéticas cada vez mais frequentes e exaustão dos combustíveis fósseis. Diante desse contexto a questão energética assumiu posição central na agenda ambiental global e foram desenvolvidas novas tecnologias de construção que fornecem informações e alternativas para utilização responsável e eficiente da energia elétrica.

Surgiram então certificados para melhorar o desempenho dos edifícios, incentivando o uso eficaz e eficiente dos recursos naturais, minimizando os desperdícios e os impactos no meio ambiente. Numa ótica da eficiência energética, a certificação representa uma importante ferramenta de informação que tem como objetivo promover a conscientização de todos os envolvidos no processo do desenvolvimento de uma edificação, desde o início do seu projeto até chegar ao usuário final, trazendo soluções que diminuam o consumo energético sem afetar o conforto e qualidade para o usuário.

Diversos países no mundo já adotaram normas e certificações com ações que contribuem para o aumento da eficiência energética nos edifícios. Algumas certificações são mais conhecidas e utilizadas pelo mundo como o BREEAM que tem origem na Inglaterra e o LEED criado nos Estados Unidos.

No Brasil, se destaca o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), tendo a versão voltada para edifícios, PROCEL EDIFICA e destaca-se também o AQUA, versão adaptada do HQE, certificado francês.

A partir de 2014, a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE), que faz parte do PROCEL Edifica se tornou obrigatória em reformas e novas obras de edifícios públicos federais através da publicação no Diário Oficial da União pela

Secretaria de Logística e Tecnologia da normativa IN02/2014, sendo obrigatória à obtenção da ENCE Geral de Projeto Classe A, ou seja, mais eficiente.

Desse modo, este trabalho buscou analisar os princípios significativos a serem considerados em uma construção sustentável que são utilizados para ampliar o uso de energias de baixo impacto, diminuindo o consumo de energia elétrica, e o aumento do desempenho energético das edificações no Brasil. Para isso, propõe-se a comparação entre os requisitos exigidos pelo LEED, BREEAM, AQUA E PROCEL Edifica, com enfoque na dimensão de energia.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é estabelecer um comparativo entre certificações para construções sustentáveis brasileiras (Procel Edifica e Aqua) e de outros países (LEED e BREEAM) na área de eficiência energética.

2.2 Objetivos específicos

- Analisar o contraste entre países desenvolvidos e o Brasil dentro do contexto de eficiência energética.
- Identificar e comparar os critérios e os padrões relacionados à eficiência energética dentro dos aspectos de envoltória, condicionamento de ar e iluminação para a obtenção das quatro certificações citadas.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Energia

A palavra energia originou-se do grego “ergos”, que significa trabalho. Na Física, pode ser descrita como a capacidade de algo de realizar trabalho, ou seja, gerar força em um determinado corpo, substância ou sistema físico (Pinho et al. 2008). A primeira lei da termodinâmica diz que um sistema não pode criar ou consumir energia, mas apenas armazená-la ou transferi-la ao meio onde se encontra, como trabalho. Ela pode assumir várias formas, dentre elas a calorífica, cinética, elétrica, eletromagnética, mecânica, potencial, química e radiante, e em qualquer das suas formas, é um dos vetores básicos de infraestrutura necessário para o desenvolvimento humano seja do ponto de vista global, regional ou de uma comunidade isolada (Reis, Fadigas, & Carvalho, 2012).

As principais fontes de energia primária não limpas são o petróleo, gás natural, carvão, vapor, carvão metalúrgico, urânio e as principais renováveis são energia hidráulica e bioenergia. E as secundárias são produtos resultantes dos diferentes centros de transformação dos recursos primários e que têm como destino setores de consumo (Reis, 2011).

Para o contexto de sustentabilidade Reis e Santos (2014, pág. 8) apresentam que:

O setor energético produz impactos em toda sua cadeia de processamento e transformação, desde a captura de recursos naturais, até seus usos finais por variados tipos de consumidores. Do ponto de vista global, a energia tem participação significativa em importantes problemas ambientais da atualidade.

Diante disso tornou-se necessário um planejamento energético voltado ao desenvolvimento sustentável para diminuir o impacto causado pela produção e consumo de energia, surgindo o conceito de eficiência energética.

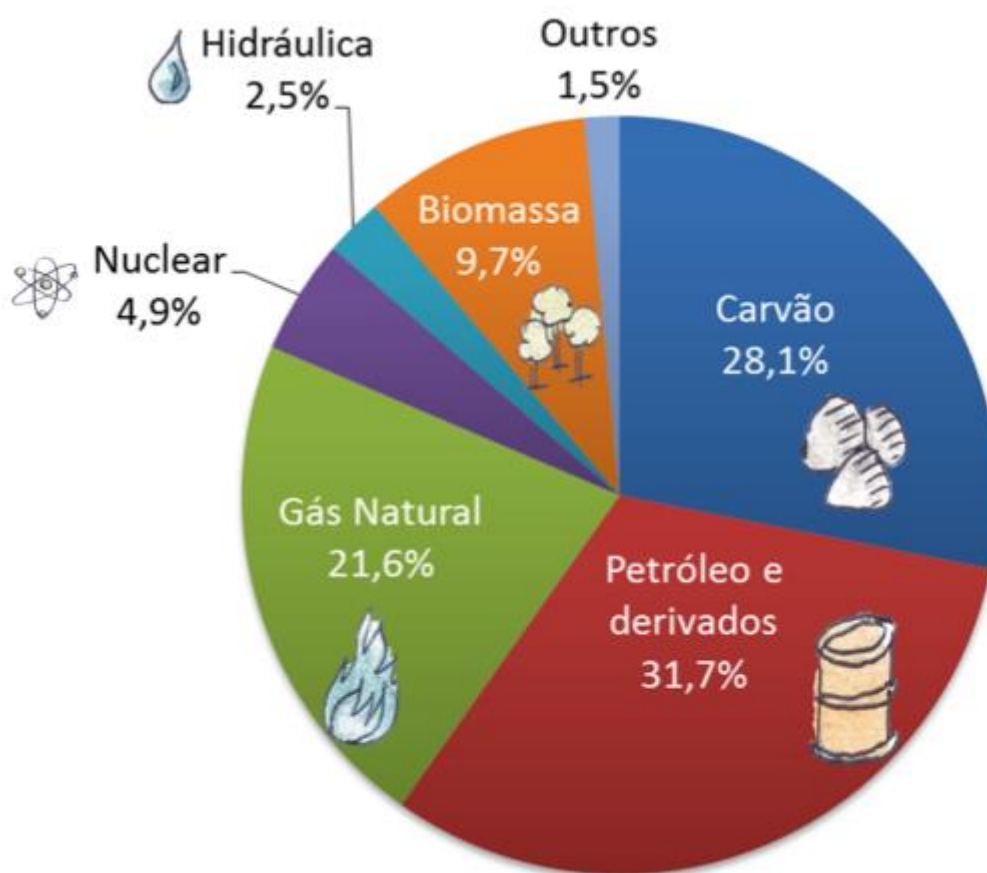
3.1.1 Matriz energética

Segundo a EPE - Empresa de Pesquisa Energética (2004) matriz energética representa o conjunto de fontes disponíveis em um país, estado, ou no mundo, para suprir a demanda de energia.

Para Reis, Fadigas e Oliveira (2012) a matriz energética procura representar, ao longo do tempo, quantitativa e ordenadamente, todas as relações entre os energéticos com sua cadeia energética, desde a utilização dos recursos naturais até os usos finais de energia. O que a torna instrumento fundamental para a execução de um planejamento correto e estabelecimento de políticas públicas.

O mundo utiliza predominantemente no seu fornecimento energético, as fontes energéticas primárias não renováveis, em particular, os combustíveis fósseis – petróleo, carvão mineral e gás natural. Estes combustíveis são grandes emissores de CO₂, um dos gases relacionados com o “efeito estufa”, causador de elevação da temperatura do planeta e de mudanças climáticas. Este tema tem sido amplamente discutido em eventos nacionais e internacionais relacionados com a preservação do meio ambiente e dos recursos naturais do planeta, estando entre as prioridades e as preocupações atuais da comunidade mundial (Filho, 2009). Na figura 1 é mostrada a matriz energética mundial.

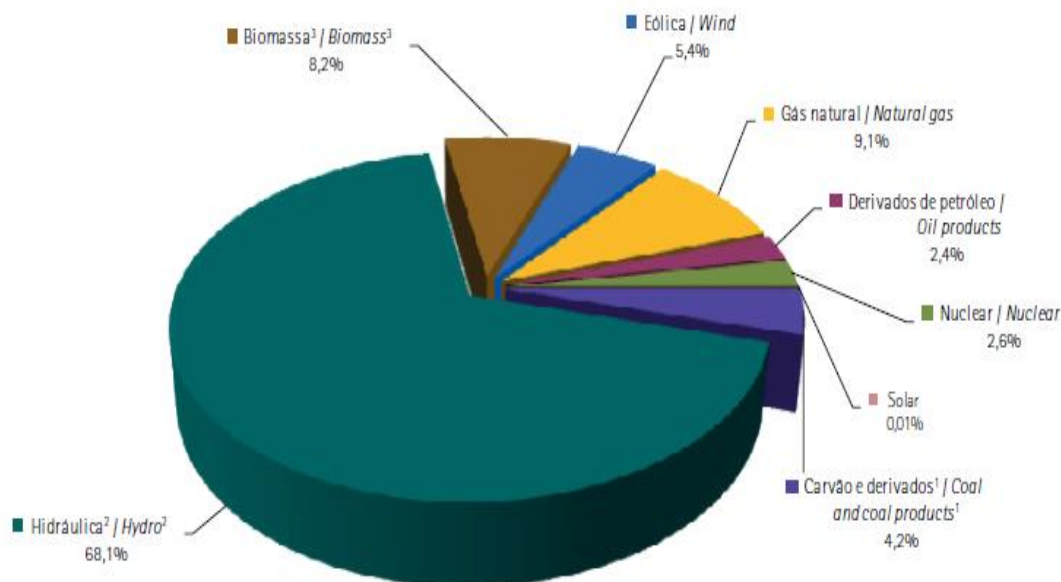
Figura 1: Matriz de energia mundial



Fonte: EPE, 2016.

Já as principais fontes primárias de energia que movimentam a economia brasileira são a hidráulica (68,1 %), seguidas de gás natural (9,1 %) e biomassa (Balanço Nacional Energético, 2017), como mostrado na figura 2.

Figura 2: Consumo final de energia por fonte



Fonte: Balanço Energético Nacional, 2017.

O diagnóstico da matriz energética é importante para que possa ser feito o planejamento do setor energético, nesse segmento são desenvolvidas atividades relacionadas à produção, inovação, transporte, manejo e repasse de produtos energéticos do país ou da região. O principal objetivo de uma análise da matriz energética é coletar informações sobre o quanto de recursos naturais está sendo utilizado e saber se o uso desses recursos está sendo feito de forma apropriada.

Em termos de presença de fontes renováveis na matriz de energia, é notável a vantagem do Brasil, registrando 43,5% de participação em 2016, contra 9,5% da OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico) e 16,9% dos outros países. O mundo fica com um indicador médio de 14,2% (Bandeira, Ribeiro, et al., 2017). A tabela 1 mostra o consumo de energia proveniente de fontes renováveis e não renováveis no Brasil e no mundo.

Tabela 1: Oferta Interna de Energia no Brasil e no Mundo

Tabela 16: Oferta Interna de Energia no Brasil e Mundo (% e tep)

Fonte	Brasil		OCDE		Outros		Mundo	
	1973	2017	1973	2017	1973	2017	1973	2017
Derivados de Petróleo	45,6	36,2	52,6	35,9	29,9	25,8	46,1	32,0
Gás Natural	0,4	12,9	18,9	27,6	12,9	20,4	16,0	22,4
Carvão Mineral	3,2	5,6	22,6	16,5	31,1	35,3	24,6	26,5
Urânio	0	1,4	1,3	9,7	0,2	2,3	0,9	5,0
Hidro	6,1	11,9	2,1	2,3	1,2	2,5	1,8	2,5
Outras não Renováveis	0	0,6	0	0,5	0	0,1	0	0,3
Outras Renováveis	44,8	31,2	2,5	7,7	24,7	13,6	10,6	11,3
Biomassa Sólida	44,3	23,9	2,4	4,2	24,7	12,0	10,5	8,9
Biomassa Líquida	0,5	6,1	0	1,02	0	0,19	0	0,63
Eólica	0	1,24	0	1,12	0	0,41	0	0,69
Solar	0	0,024	0	0,64	0	0,48	0	0,52
Geotérmica	0	0	0,16	0,64	0	0,53	0,1	0,55
Total (%)	100	100	100	100	100	100	100	100
<i>dos quais renováveis</i>	50,8	43,2	4,6	10,0	26,0	16,1	12,5	13,8
Total - Mtep	82,2	293,5	3.741	5.293	2.105	7.850	6.109	13.822
<i>% do mundo</i>	1,3	2,1	61,2	38,3	34,5	56,8		

Fonte: Bandeira et al. 2018.

Percebe-se pela tabela que a matriz energética brasileira é mais renovável do que a mundial. Essa característica da matriz é muito importante pois as fontes não renováveis de energia são as maiores responsáveis pela emissão de gases de efeito estufa (GEE). As fontes alternativas de energia são classificadas como limpas porque emitem menos desses gases que as fontes fósseis e, por isso estão conseguindo uma boa inserção no mercado brasileiro e mundial (EPE, 2016).

São exemplos de fontes renováveis consideradas nas matrizes energéticas: hídrica (energia da água dos rios), solar (energia do sol), eólica (energia do vento) e biomassa (energia da matéria orgânica) e energia geotérmica.

3.1.2 Eficiência energética

Podem-se definir como ações de eficiência energética toda e qualquer ação que possibilite a redução do consumo de energia, mantendo-se o mesmo nível de serviço prestado. Afirma-se que as ações para a melhoria da eficiência energética oferecem crescimentos na razão entre o índice de energia produzida e o índice de energia consumida (Neto et al. 2017).

A EPE define Eficiência Energética (EE) como o conjunto de ações de diversas naturezas que ao mesmo tempo conseguem reduzir o consumo e atender as demandas da sociedade por serviços de energia sob a forma de luz, calor/frio, transportes, uso em processos, etc. Em síntese isto significa atender às necessidades da economia com menor uso de energia primária e, portanto, menor impacto da

natureza. No atual cenário de das discussões internacionais e locais sobre sustentabilidade, este tema de eficiência está entre os prioritários.

Keeler e Burke (2010, pág. 109) citam quatro razões principais por que devemos nos preocupar com a energia que consumimos para operar as edificações primeiramente:

Os combustíveis que usamos para gerar energia são, em sua maioria, não renováveis, e suas reservas não durarão para sempre. Em segundo lugar, os depósitos de gás natural – o combustível fóssil “mais limpo” atualmente em uso generalizado – são limitados e, na maior parte, se encontram em áreas de instabilidade geopolítica. Em terceiro lugar, a demanda por combustível nos mercados globais continua crescendo, mas os níveis de produção podem cair e levar ao aumento dos preços. Em quarto lugar, o carvão mineral (o recurso energético mais abundante nos Estados Unidos, cuja queima é responsável pela maior parte da eletricidade disponível no país) emite gases para a atmosfera, contribuindo para a alteração radical do clima do planeta.

Diante dessa preocupação surgiram ações de conservação de energia elétrica, eficiência energética e uso racional de energia que podem ser realizadas por meio de medidas tanto da oferta, racionalizando a produção e distribuição quanto do lado da demanda atuando nos usos finais. No contexto geral da eficiência energética, entende-se por racionalização uma série de medida que tem em vista a redução do consumo sem haver perda de comodidade do consumidor (Reis, Caselato, & Santos, 2016).

3.1.2.1 Eficiência Energética no Mundo

Na linha do tempo, a discussão global de modelo sustentável de desenvolvimento iniciou-se na Conferência de Estocolmo, realizada em 1972 e o surgimento da preocupação mundial com a questão da eficiência energética tem data precisa: 17 de outubro de 1972, com a primeira crise do petróleo. Até aquela data não havia uma grande preocupação com a questão da eficiência energética (Reis, Caselato, & Santos, 2016).

Com o repentino choque do Petróleo, na década de 70, que ocasionou as principais crises de suprimento de energia, líderes de todo mundo readequaram suas estratégias de gerenciamento e utilização dos recursos energéticos disponíveis.

Para minimizar os efeitos gerados por tal crise, surgiram assim algumas medidas de geração e utilização de energia com mais eficiência (Reis, Caselato, & Santos, 2016).

Depois dessa crise foi criada a *International Energy Agency* (IEA em inglês ou Agência Internacional de energia, AIE em português), em 1974, para tratar questões relacionadas ao petróleo e posteriormente outras fontes de energia. A AIE conta atualmente com 28 países-membros (IEA, 2018). Nos treze anos posteriores à crise do petróleo, a energia era a principal preocupação dos países desenvolvidos ou em desenvolvimento (Roméro & Reis, 2012).

Surgiram então medidas em eficiência energética adotadas em nível mundial e a maioria de caráter voluntário que vêm sendo aplicadas desde a década de setenta, motivadas pelas crises do petróleo (Souza et al. 2009).

Um fator de grande influência nos cenários energéticos é a implementação de controles e ações previstos na Convenção do Clima, relacionada com o problema do aquecimento global. Tendo sua última edição em Paris (2015), onde procurou-se estabelecer compromissos relacionados com tentativas de controlar as emissões dos gases-estufa por determinados períodos, por meio da determinação de metas associadas a essas emissões, este tema da eficiência está entre os prioritários (Roméro & Reis, 2012). Diante deste contexto, consagraram-se legislações estabelecendo níveis mínimos de eficiência obrigatórios para equipamentos, veículos e prédios, por meio de programas de etiquetagem, principalmente nos Estados Unidos, Canadá e Dinamarca.

3.1.2.2 Eficiência Energética no Brasil

O Plano Nacional de Eficiência Energética (2011) apresenta um breve histórico sobre a legislação relacionada a temática de eficiência Energética no Brasil, abrangendo Leis, Decretos e Resoluções, mostrado no quadro 1.

Quadro 1: Leis, Decretos e Resoluções

Data	Leis, Decretos e Resoluções
1981	Programa CONSERVE: visando à promoção da conservação de energia na indústria, desenvolvimento de produtos e processos energeticamente mais eficientes e estímulo de substituição por fontes alternativas.
Abril de 1982	Decreto Nº 87.079: aprovou as diretrizes para o Programa de Mobilização Energética – PME.
1984	Programa de Conservação de Energia Elétrica em Eletrodomésticos: com o objetivo de promover redução do consumo de energia em equipamentos. Em 1992, foi renomeado, sendo denominado Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE).
Dezembro de 1985	Programa Nacional de Conservação de Energia (PROCEL): para integrar ações visando à conservação de energia elétrica no país.
1990	Decreto Nº 99.656, criação da Comissão Interna de Conservação de Energia (CICE).
Julho de 1991	Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e Gás Natural (CONPET).
Dezembro de 1993	Prêmio Nacional de Conservação de Energia e Selo verde de Eficiência Energética: reconhecimento das contribuições em prol da conservação e do uso racional de energia.
Dezembro de 1996	a Lei Nº 9.427 cria a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).
Agosto de 1997	Lei Nº 9.478/1997 (Lei do Petróleo) e criação da ANP (Agência Nacional do Petróleo): políticas nacionais que visam o aproveitamento racional das fontes de energia com o objetivo de proteger o meio ambiente.

Quadro 1: Leis, Decretos e Resoluções

Julho de 2000	Lei Nº 9.991: dispõe sobre a realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética.
Outubro de 2001	Lei Nº 10.295, conhecida como Lei da Eficiência Energética: corresponde ao principal marco regulatório da matéria no Brasil.

A crise do setor elétrico brasileiro e o conseqüente racionamento, em fins de 2001 e início de 2002, trouxeram ao conhecimento e à discussão da população as questões da eficiência energética e da conservação de energia e na época o que se viu foi uma resposta bastante positiva da população. Infelizmente a experiência não foi aproveitada e mantida, e o que se verifica hoje, é praticamente a volta à situação anterior, na qual ações reais configuravam exceções (Reis, Fadigas, & Carvalho, 2012).

Em relação a incentivos e leis sobre eficiência energética o Centro de Pesquisas de Energia Elétrica - CEPEL (2014, pág. 8) apresenta que:

O Plano Nacional de Eficiência Energética para fazer frente ao desafio de economizar 10% de energia no horizonte de 2030, o Plano Nacional Eficiência Energética (PNEf) objetiva alinhar os instrumentos de ação governamental, orientar a captação dos recursos, promover o aperfeiçoamento do marco legal e regulatório afeto ao assunto, constituir um mercado sustentável de Eficiência Energética e mobilizar a Sociedade brasileira no combate ao desperdício de energia, preservando recursos naturais.

No Brasil a Lei 9.991 de 2000 determina a aplicação de 1% da receita operacional líquida de todas as empresas do setor elétrico nessas áreas. No setor de distribuição, o valor é 0,9%, dividido em 0,5% em P&D e 0,4% em eficiência energética.

Mas atualmente, o Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) é o único que financia o setor elétrico brasileiro, com linhas de crédito de até 80% para energia fotovoltaica (solar), por exemplo. Devido a projetos de eficiência energética no Ministério de Minas e Energia e na Aneel, desde o ano passado, a

geração de energia a partir de fontes não renováveis não está mais entre as opções de financiamento para o setor.

Pesquisa realizada pela ABESCO (2016) sobre o potencial de eficiência energética no Brasil entre 2008 e 2016 revelou que nos últimos três anos o Brasil desperdiçou 143.647 GWh, ou seja, um potencial de economia de R\$ 61,71 bilhões, o que mostra o motivo do Brasil ser uma grande potência na produção de energia e mesmo assim não obter boas classificações se comparados a outros países.

3.1.2.3 Eficiência Energética em Edificações

Após a crise de 1973, que repercutiu de fato nos primeiros três meses de 1974, outro passo importante, além da criação da AIE, foi dado no campo específico dos edifícios: o desenvolvimento dos primeiros regulamentos com restrições ao consumo de energia, apoiados por força de lei e conhecidos como regulamentos energéticos. Como apoio técnico e fundamento, vários países já possuíam cadernos técnicos de apoio ao arquiteto nessas áreas. Tais publicações foram desenvolvidas por institutos de tecnologia governamentais ou organizações da sociedade civil (Romero & Reis, 2012).

Podem ser citados como exemplos o *Centre Scientifique et Technique du Bâtiment* (CSTB)¹⁰, na França; o *Building Research Establishment Group* (BRE), no Reino Unido, que em 2006 foi renomeado para BRE Global e incluiu a certificação ambiental de edifícios, conhecida como Breeam.

No caso americano, a *American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers* (Ashrae), cujo objetivo é promover a pesquisa e a divulgação tecnológica nas áreas do aquecimento, da ventilação, do condicionamento ambiental e da refrigeração exerce uma das lideranças internacionais como fonte de informações técnicas e educativas nas suas áreas de atuação e serve de apoio a diversos regulamentos energéticos em todo o mundo e certificações ambientais de edifícios a serem discutidas posteriormente, com destaque no *Leadership in Energy and Environmental Design* (Leed).

As normas da Ashrae foram muito utilizadas no Brasil e serviram de apoio ao desenvolvimento do Programa de Etiquetagem Voluntária de Edifícios existente no país, no âmbito do Procel e do Inmetro (Romero & Reis, 2012). Para obter a classificação geral do edifício, as classificações por sistemas individuais devem ser avalia-

das, resultando em uma classificação final. Os principais sistemas analisados sobre eficiência energética são:

- Envolvória: determinação de um conjunto de índices referentes às características físicas externas do edifício.
- Sistemas de iluminação: determinada calculando-se a densidade de potência instalada para a iluminação interna e análise dos pré-requisitos: divisão de circuitos, contribuição da luz natural e desligamento automático do sistema de iluminação.
- Sistemas condicionamento de ar: depende do nível de eficiência do equipamento e de outros pré-requisitos.

Foram esses os parâmetros de comparação entre as quatro certificações abordadas neste trabalho.

3.2 Certificações

O conceito envolvido em certificar ambientalmente uma edificação parte do mesmo princípio da implantação de uma norma de qualidade, por exemplo, em que o dono do empreendimento desenvolve todo o processo e faz diversas adequações para melhoria da qualidade e para ser certificado, assegurando que tudo foi feito de acordo com os critérios da norma. No caso da certificação ambiental acontece um processo semelhante, sob a perspectiva de observação e entendimento ambiental da construção da edificação (Barros, Borelli, & Gedra, 2015).

Para Keeler e Burke (2010), os sistemas de categorização, certificação ou selo ecológico proporcionam uma escala para se avaliar a incorporação de estratégias sustentáveis a uma edificação em comparação com prédios mais convencionais. Essas estratégias, naturalmente, tem um impacto positivo no desempenho das edificações

As certificações ambientais abordam principalmente cinco grupos de assuntos: local, água, energia, matérias e qualidade do ambiente interior. Essas terminologias variam entre as certificações, mas existe um conteúdo comum a todas elas que está subdividido em cinco grupos, mostrados na figura 3.

Figura 3: Grupos nas certificações

Fonte: (Romero & Reis, 2012).

O surgimento dos sistemas de certificação não é recente, uma vez que alguns deles existem há quase duas décadas. As diferenças entre os sistemas vão de aplicações específicas para determinada região até avaliação de impacto versus desempenho ou consideração de operações e manutenção como parte do sistema (Keeler e Burke, 2010). Existem diversos tipos de certificação ambiental pelo mundo, como mostra a figura 4.

Figura 4: Abrangência internacional das certificações verdes mais conhecidas

Fonte: adaptado de Romero & Reis, 2012

As abordagens e características específicas de cada certificação são abordadas nos tópicos a seguir.

3.2.1 BREEAM – *Building Research Establishment Environmental Assessment Method*

O BREEAM foi criado em 1990, no Reino Unido pela organização *Building Research Establishment* (BRE) e hoje é utilizado em mais de 77 países, ainda é pouco difundido no Brasil. Utiliza um processo de sistema de pontuação simples, transparente e flexível de fácil entendimento, baseados em métodos científicos (BRE Group, 2014). Segundo BREEAM os sistemas de avaliação são:

- *BREEAM Communities*: Usado para avaliar e certificar o desempenho de empreendimentos de médio a grande porte, incluindo novas comunidades e projetos de regeneração.
- *BREEAM New Construction*: Fase de projeto e obra de novas edificações, abrangendo edifícios comerciais, públicos, multifamiliares e outros edifícios.
- *EcoHomes*: Aplicáveis à habitação privada, flats / apartamentos, e residências.
- *BREEAM In-Use*: Edifícios não residenciais existentes.
- *BREEAM Refurbishment*: Remodelação e renovação de edificações existentes residenciais, e não residenciais.

Já as categorias dos cinco sistemas de avaliação são divididas em nove, apresentadas a seguir:

- *Gerenciamento*: Comportamento socioambiental, monitoramento, de impactos ambientais, manual para usuários, consulta ao entorno, facilidades compartilhadas, informações do projeto, componentes e cálculo do custo de ciclo de vida.
- *Consumo de energia*: Eficiência energética, medição por uso final, tecnologias de baixa emissão de CO₂, infiltração de ar, transporte vertical inteligente e iluminação/eletroeletrônicos eficientes, desempenho da envoltória e áreas para secagem de roupa.
- *Consumo de água*: Consumo nas instalações hidrossanitárias, gerenciamento do consumo, identificação e controle de vazamentos, suprimento automático

para sanitários, reuso de águas servidas/pluviais, lavagem automática de veículos, e sistema de tratamento da água.

- Poluição: Fluidos refrigerantes, neutralização do risco de inundação, minimização de poluição de recursos hídricos, redução da poluição luminosa noturna e/ou sonora, e ausência de componentes com potencial de destruição do ozônio.
- Materiais: Reuso de estruturas e/ou fachadas, materiais de baixo impacto ambiental, área vegetada, uso de materiais de fontes responsáveis, isolamento, especificação para resistência e durabilidade, madeira 100% certificada, material regional.
- Saúde e bem-estar: Acesso à luz natural/vistas, controle de ofuscamento/iluminação/zoneamento, parâmetros/controle, ventilação, qualidade do ar interno, COV, conforto térmico, prevenção de contaminação, desempenho acústico, espaço externo, água gelada, proibição de fumo, e projeto acessível.
- Transporte: Proximidade com transportes públicos e comércio básico, modos alternativos de transporte, segurança para pedestres e ciclistas, plano de mobilidade, dimensão de estacionamento, áreas de docas/manobras, e espaço destinado a *homeoffice*.
- Gerenciamento: Uso de agregados reciclados, armazenamento/compactação, compostagem, revestimentos de piso, gerenciamento de resíduos gerados na construção.
- Uso do terreno e ecologia: Escolha/descontaminação, impacto ecológico, biodiversidade, pegada ecológica, parceria com grupo local, e aproveitamento eficiente da área de implantação.

Cada categoria possui uma ponderação do impacto que produz e isso define a pontuação que pode ser alcançada, a soma de todos os pontos atingidos em cada categoria determina a nota final do projeto, exemplificadas no quadro 2 e na figura 5.

Quadro 2: Nível de qualificação BREEAM

Nível de certificação	Pontuação
Suficiente	30 a 44 pontos
Bom	45 a 54 pontos
Muito Bom	55a 69 pontos
Excelente	70 a 84 pontos
Espetacular	85 a 100 pontos

Fonte: BREEAM (2017).

Figura 5: Classificações BREEAM

Fonte: BREEAM, 2014.

O processo decorre da avaliação do edifício de forma independente por avaliadores formados e indicados pelo BRE, que, por sua vez, são responsáveis por especificar os critérios e métodos de avaliação e pela garantia da qualidade de todo o processo. Para se tornar um avaliador é necessário fazer cursos oferecidos pela BRE *Academy* ou entrar em contato com o operador do esquema de certificação em seu país (BREEAM, 2017).

A categoria de energia pode atingir até 31 créditos e é dividida em nove esferas chamadas de ENE. Envoltória, iluminação e condicionamento de ar então inseridas nas Ene 01 (Eficiência energética), Ene 02 (Monitoramento de energia), Ene 03 (Iluminação externa com eficiência energética), Ene 04 (Tecnologias de baixo ou

zero carbono) e Ene 05 (Sistemas de armazenamento a frio com eficiência energética) (BREEAM, 2017).

O BREEAM diferencia-se dos outros certificados pois tem um maior compromisso com a redução de emissões de CO₂ do que os outros, a Ene 4 por exemplo alcança 15 créditos enquanto a Ene 03 apenas 1.

Em 2016, o Centro Sebrae de Sustentabilidade (CSS) recebeu a certificação BREAM In-Use (em Operação), no nível Excellent (Excelente), o mais alto já concedida na América Latina (Sebrae, 2018), a construção é mostrada na figura 6.

Figura 6: Sede do Centro Sebrae de Sustentabilidade



Fonte: Sebrae (2018).

Muito popular no Reino Unido e nos países europeus, o BREEAM chegou ao Brasil em 2011, e ainda hoje é pouco difundido no Brasil, em 2015 contava apenas com seis empreendimentos já certificados com o selo Breeam (Ecodesenvolvimento, 2016).

3.2.2 LEED – *Leadership in Energy and Environmental Design*

Segundo a GBC Brasil (2016), a certificação LEED foi criada nos Estados Unidos em 1993, pela organização não governamental *United States Green Building Council* (USGBC), é utilizada em mais de 155 países e no Brasil é representada pela *Green Building Council Brazil* (GBC Brasil). A certificação internacional LEED possui

7 dimensões a serem avaliadas nas edificações. No quadro 3 são apresentadas as categorias e descrição:

Quadro 3: Categorias do sistema de avaliação LEED

Categoria	Descrição
Sítios sustentáveis	Prevenção da poluição nas atividades de construção, seleção do sítio, densidade e conectividade da comunidade, áreas contaminadas, transportes alternativos, proteção do habitat, espaços livres, controle quali-quantitativo das águas pluviais, efeito ilhas de calor, poluição luminosa, e orientações de projeto e obra para locatários.
Uso racional da água	Redução do uso de água potável, uso racional da água para irrigação, e inovações tecnológicas aplicadas às águas residuais.
Energia e Atmosfera	Comissionamento básico e avançado, desempenho energético, gerenciamento básico e avançado de fluidos refrigerantes, energia renovável local, medição e verificação do edifício base e submedição de locatários, e energia verde.
Materiais e Recursos	Armazenamento de recicláveis, paredes e tetos, gerenciamento de resíduos sólidos de obra, reuso de materiais, conteúdo reciclável, materiais regionais, e madeira certificada.
Qualidade	Desempenho da qualidade do ar interno, controle ambiental da fumaça do tabaco, monitoramento das tomadas de ar externo, materiais de baixa emissão, controle de poluentes e químicos no interior, conforto térmico: controlabilidade dos sistemas e projeto, luz do dia e vistas.
Inovação em Projeto	Desempenho exemplar, critérios ambientais extras, e profissional acreditado LEED.
Prioridade Regional	Uso consciente dos recursos naturais locais.

Fonte: GBC Brazil, 2016.

A Certificação LEED reconhece que cada empreendimento tem suas necessidades e por isso criou diferentes tipologias:

- LEED Projeto e Construção de Edifícios (BD+C): Novas Construções; Sistemas e Envoltória; Escolas; Varejo; *Data Centers*; Armazéns e Centros de Dis-

tribuição; Hotéis; Hospitais; Homes e Pequenos Edifícios Residenciais; Edifícios residenciais.

- LEED (ID+C): Espaços internos comerciais; Varejo e Hotéis.
- LEED Operação e Manutenção: Prédios Existentes; Varejo; Escolas; Hotéis; Data Centers; Armazéns e Centros de Distribuição.
- Desenvolvimento de Bairros: Plano e Projeto.

Todas elas possuem pré-requisitos (práticas obrigatórias) e créditos, recomendações que quando atendidas garantem pontos a edificação. O nível da certificação é definido conforme a quantidade de pontos e pode variar de 40 pontos, nível certificado a 110 pontos, nível platina (GBC Brasil, 2016). As classificações LEED estão demonstradas na figura 7.

Figura 7: Classificações LEED



Fonte: USGBC, 2016.

Os pré-requisitos são itens que devem ser obrigatoriamente preenchidos para obtenção do certificado. É importante notar que existe a obrigatoriedade de cumprimento de no mínimo, um pré-requisito por categoria. Os créditos por outro lado têm cumprimento opcional, o usuário tem a possibilidade de decidir em quais créditos pretende trabalhar para atingir a pontuação final mínima, visto que não há um mínimo de créditos que devam ser cumpridos por categoria.

Dentre todas as categorias a de Energia e Atmosfera é a que mais pontua, sendo seguida por sítios sustentáveis como mostra a figura 8.

Figura 8: Categorias e Pontuação



Fonte: KNX, 2015.

Há uma subdivisão em três pré-requisitos e seis créditos. São eles:

- Pré-requisito 1 – Comissionamento dos sistemas de energia

Objetiva verificar se os sistemas prediais de energia (climatização, iluminação, água quente e energia limpa) estão instalados, calibrados e desempenhando conforme a demanda do cliente e do projeto. Para isso, é necessário a elaboração de um plano de manutenção preventiva, nomeando um profissional responsável para tal, bem como a definição dos critérios a serem inspecionados, com emissão de relatório final.

 - Pré-requisito 2 – Performance mínima de energia

Estabelece um nível mínimo de eficiência energética para os sistemas prediais propostos, atendendo às previsões obrigatórias da norma ASHRAE/IESNA Standard 90.1- 2004.
 - Pré-requisito 3 – Gestão dos gases refrigerantes

Não permite que sejam usados fluidos refrigerantes à base de CFC, nos sistemas de base de aquecimento, ventilação, ar-condicionado e refrigerantes de projeto. No Brasil, isso não é permitido desde a assinatura do Protocolo de Montreal.
- Crédito 1 – Otimização do desempenho no uso de energia

É necessária uma simulação computacional de energia, para demonstrar que o edifício projetado tem desempenho superior à referência dada pela ASHRAE/IESNA Std. 90.1-2004.

- Crédito 2 – Geração local de energias renováveis

Projetar métodos de geração de energia locais.

- Crédito 3 – Melhoria no comissionamento

Nomeação de um profissional responsável por melhorar o comissionamento do empreendimento após o início de sua utilização, bem como efetuar as revisões e manutenções necessárias.

- Crédito 4 – Melhoria no uso de gases refrigerantes

- Crédito 5.1 – Medições e verificações

Adotar um plano de medições e verificações dos sistemas de medição.

- Crédito 5.2 – Medições e verificações: medição individual

Medidores individuais de água e esgoto, energia e gás para cada unidade.

- Crédito 6 – Energia verde, mínimo 35% do consumo

Adotar formas de geração de energia verde¹, como eólica ou fotovoltaica.

É possível verificar no “ANEXO A” deste trabalho o checklist utilizado na categoria Energia e Atmosfera onde são mostrados os pré-requisitos e créditos do LEED.

3.2.3 AQUA - Alta Qualidade Ambiental do Empreendimento

A certificação AQUA foi criada no Brasil em 2007, é adaptada da francesa HQE (*Haute Qualité Environnement*) pela Fundação Vanzolini. No caráter de classificação de empreendimentos brasileiros, o referencial técnico é adaptado ao clima da região em que será implantado exigindo resultados de desempenho.

A Qualidade Ambiental do Edifício estrutura-se em 14 categorias (conjuntos de preocupações ambientais) que podem ser reunir em 4 famílias apresentadas nos quadros 4, 5, 7 e 8.

¹ Energia Verde é uma energia proveniente de recursos renováveis, isto é, aqueles que são reabastecidos naturalmente (como a luz do sol, o vento, as marés, o calor geotérmico e as chuvas).

Quadro 4: Sítio e Construção

Categoria	Descrição
Relação do edifício com o seu entorno	Desenvolvimento urbano sustentável, qualidade dos espaços exteriores e impactos do edifício sobre a vizinhança.
Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos	Escolhas construtivas para durabilidade e adaptabilidade, facilidade de conservação, limitação dos impactos socioambientais e saúde humana.
Canteiro de obras com baixo impacto ambiental	Gestão de resíduos do canteiro de obras, e redução dos incômodos, poluição e consumo de recursos causados pelo canteiro de obras.

Fonte: Fundação Vanzolini (2013).

Quadro 5: Gestão

Categoria	Descrição
Gestão da energia	Redução do consumo de energia por meio da concepção arquitetônica, e redução do consumo de energia primária e dos poluentes associados.
Gestão da água	Redução do consumo de água potável, e gestão de águas pluviais.
Gestão dos resíduos de uso e operação do edifício	Otimização da valorização dos resíduos, e qualidade do sistema de gestão dos resíduos de uso e operação.
Manutenção - Permanência do desempenho ambiental	Permanência do desempenho dos sistemas de aquecimento e resfriamento, ventilação, iluminação, e gestão da água.

Fonte: Fundação Vanzolini (2013).

Quadro 6: Conforto

Categoria	Descrição
Conforto higrotérmico	Condições de conforto, ambientes climatizados natural e artificialmente.
Conforto acústico	Proteção dos usuários contra incômodos acústicos, e criação de uma qualidade do meio acústico adaptado aos diferentes ambientes.
Conforto visual	Garantia de iluminância natural ótima e iluminação artificial confortável.

Conforto olfativo	Garantia de uma ventilação eficaz, e controle das fontes de odores.
-------------------	---

Fonte: Fundação Vanzolini (2013).

Quadro 7: Saúde

Categoria	Descrição
Qualidade sanitária dos ambientes	Controle da exposição eletromagnética, e criação de condições de higiene.
Qualidade sanitária do ar	Garantia de uma ventilação eficaz, e controle das fontes de poluição.
Qualidade sanitária da água	Características da rede, e tratamentos anticorrosivo e anti-incrustação.

Fonte: Fundação Vanzolini (2013).

O grande diferencial desse sistema é que ele baseia em desempenho, portanto não há uma pontuação onde após a definição das categorias priorizadas, é classificado em um nível que se divide em três possíveis desempenhos.

A obtenção do desempenho ambiental tem como fundamento o conceito de que um dos métodos mais confiáveis de obter tal desempenho passa pela gestão eficaz e rigorosa do empreendimento (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2013). Desta forma o referencial técnico de certificação estrutura-se em dois elementos:

- SGE (Sistema de Gestão do Empreendimento), avalia o sistema de gestão ambiental implementado.
- QAE (Qualidade Ambiental do Edifício), avalia o desempenho arquitetônico e técnico do edifício.

Essa estrutura permite que haja a gestão necessária para se atingir a qualidade ambiental desejada. O SGE define a qualidade ambiental, organiza e controla os processos operacionais em todas as fases, do programa, passando pela concepção (projeto), realização (obra) e Operação ou Uso (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2014).

Segundo a Fundação Vanzolini (2013), o desempenho associado às categorias de QAE se expressa segundo 3 níveis:

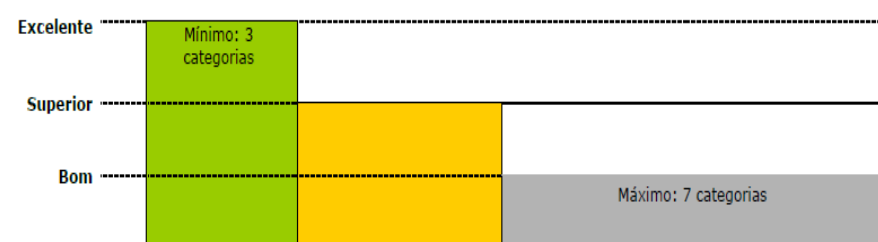
BOM: nível correspondendo ao desempenho mínimo aceitável para um empreendimento de Alta Qualidade Ambiental. Isso pode corresponder à regulamentação, se esta é suficientemente exigente quanto aos desempenhos de um empreendimento, ou, na ausência desta, à prática corrente.

SUPERIOR: nível correspondendo ao das boas práticas.

EXCELENTE: nível calibrado em função dos desempenhos máximos constatados em empreendimentos de Alta Qualidade Ambiental, mas se assegurando que estes possam ser atingíveis.

Na figura 9, é apresentado o desempenho mínimo para atingir cada nível de certificação.

Figura 9: Desempenho exigido AQUA/HQE



Fonte: Fundação Vanzolini, 2013.

Ao fim de cada fase do empreendimento, são realizadas auditorias presenciais da Fundação Vanzolini para avaliar a conformidade do empreendimento às exigências de gestão e desempenho que constam nos referenciais técnicos. Após constatados o atendimento aos critérios destes referenciais e o alcance do perfil mínimo, o empreendimento será certificado. Assim, a partir do processo AQUA, o empreendedor recebe um certificado da Fundação Vanzolini Processo AQUA (Fundação Vanzolini, 2013).

No “ANEXO B” deste trabalho encontra-se a tabela com todos os pré-requisitos da categoria gestão de energia na parte de envoltória, sistemas de iluminação e condicionamento de ar para atingir os desempenhos bom, superior e excelente no AQUA.

3.2.4 Certificação Procel

O Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE existe desde 1984, avaliando a eficiência de diversos produtos e classificando-os em uma escala de A a E por meio da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia – ENCE. Em 2009 as edificações também passaram a integrar o escopo de etiquetagem de forma voluntária (Barros, Borelli, & Gedra, 2015).

Fazem parte do PBE programas de Avaliação da Conformidade que utilizam a Etiqueta Nacional de Conservação da Energia para prestar informações sobre o desempenho dos produtos no que diz respeito à sua eficiência energética. Atualmente, o PBE é composto por 38 Programas de Avaliação da Conformidade em diferentes fases de implementação, que contemplam desde a etiquetagem de produtos da linha branca, como fogões, refrigeradores e condicionadores de ar até os veículos e as edificações (Procel, 2016). A figura 10 mostra um modelo de etiqueta para aparelhos do PBE.

Figura 10: Etiqueta Padrão para Equipamentos



Fonte: Procel Info (2016).

A Etiqueta PBE Edifica faz parte do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) e foi desenvolvida em parceria entre o Inmetro e a Eletrobras/PROCEL Edifica. Desde sua criação, três tipos de edificações foram contemplados nas diretrizes para que possam receber a etiqueta do Procel. São eles:

- Edificações comerciais e de serviços;
- Edificações públicas;
- Edificações residenciais.

nicos específicos e baseiam-se no Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C) e no Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edificações Residenciais (RTQ-R) do Programa Brasileiro de Edificações – PBE Edifica.

Para o selo Procel Edifica, segundo o manual RTQ-R os pré-requisitos para envoltória são as características transmitância térmica da cobertura e paredes exteriores, cores e absorvância de superfícies e iluminação zenital e são apresentados no quadro 8. Os requisitos da iluminação zenital devem ser atendidos de acordo com a zona bioclimática em que a edificação se localiza.

Quadro 8: Pré-requisitos envoltória

Nível de eficiência	Transmitância térmica da cobertura e paredes exteriores	Cores e absorvância de superfícies	Iluminação Zenital
A	X	X	X
B	X		
C e D	X		

Fonte: Manual RTQ-C (2013)

Para classificação do sistema de iluminação, além dos limites de potência instalada, deverão ser respeitados os critérios de controle do sistema de iluminação, de acordo com o nível de eficiência pretendido, conforme os requisitos do quadro 9:

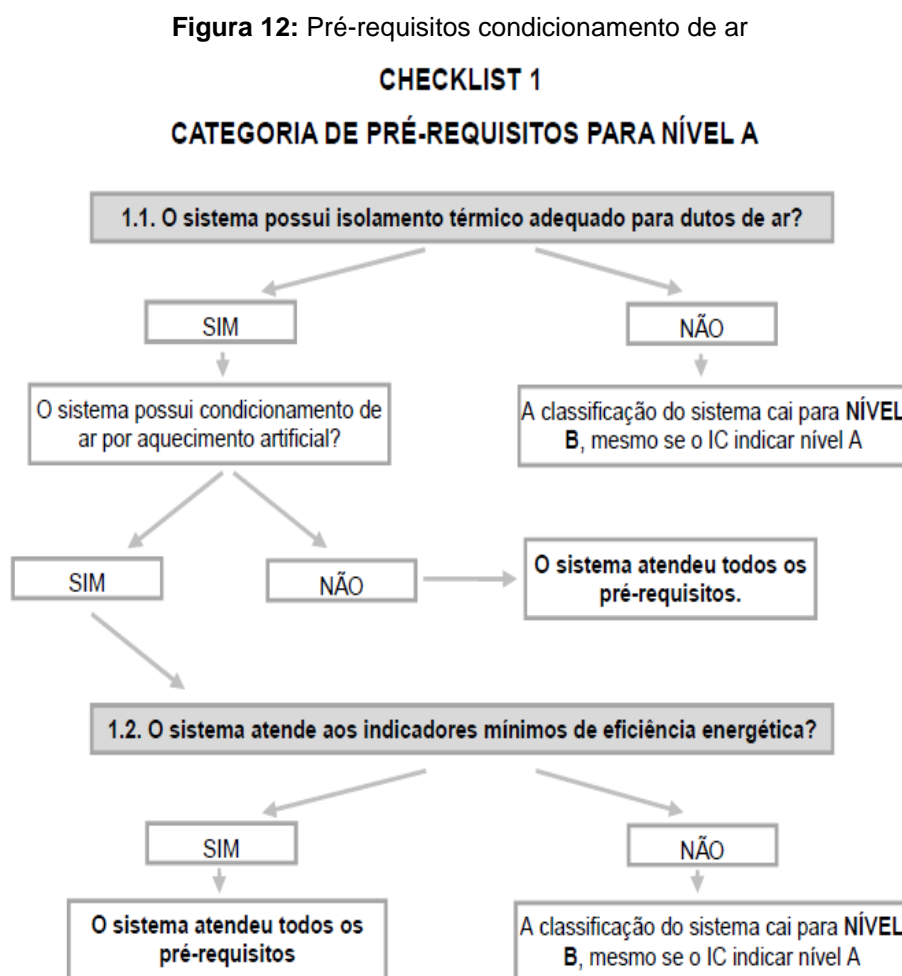
Quadro 9: Pré-requisitos sistemas de iluminação

Pré-requisito	Nível A	Nível B	Nível c
Divisão dos circuitos	Sim	Sim	Sim
Contribuição da luz natural	Sim	Sim	
Desligamento automático do sistema de iluminação	Sim		

Fonte: Manual RTQ-C (2013)

A determinação do nível de eficiência de um sistema de condicionamento de ar depende além do nível de eficiência do equipamento, também do cumprimento

dos pré-requisitos. Os sistemas de condicionamento de ar possuem pré-requisito apenas para nível de eficiência A, caso o pré-requisito não seja atendido o nível de eficiência do sistema de ar condicionado não poderá ser A, como é mostrado na figura 12.



Fonte: Manual RTQ-C (2013).

É feita a análise dos três sistemas e atribuído para cada sistema um peso: envoltória com peso de 30%, iluminação com peso de 30% e o condicionamento de ar com peso de 40%, acrescido das bonificações se houver, utilizando a equação mostrada na figura 13 e com isso chegando a uma pontuação final.

Figura 13: Equação método do sistema de peso

$$PT = 0,30 \cdot \left\{ \left(\text{EqNumEnv.} \frac{AC}{AU} \right) + \left(\frac{APT}{AU} \cdot 5 + \frac{ANC}{AU} \cdot \text{EqNumV} \right) \right\} + 0,30 \cdot (\text{EqNumDPI}) + 0,40 \cdot \left\{ \left(\text{EqNumCA.} \frac{AC}{AU} \right) + \left(\frac{APT}{AU} \cdot 5 + \frac{ANC}{AU} \cdot \text{EqNumV} \right) \right\} + b_0^1$$

Envoltória
Iluminação
Condicionamento de Ar

Fonte: Manual RTQ-C (2013).

Onde:

- EqNumEnv: equivalente numérico da envoltória;
- EqNumDPI: equivalente numérico do sistema de iluminação, identificado pela sigla DPI, de Densidade de Potência de Iluminação;
- EqNumCA: equivalente numérico do sistema de condicionamento de ar;
- EqNumV: equivalente numérico de ambientes não condicionados e/ou ventilados naturalmente;
- APT: área útil dos ambientes de permanência transitória, desde que não condicionados;
- ANC: área útil dos ambientes não condicionados de permanência prolongada, com comprovação de percentual de horas ocupadas de conforto por ventilação natural (POC) através do método da simulação;
- AC: área útil dos ambientes condicionados;
- AU: área útil;
- b: pontuação obtida pelas bonificações, que varia de zero a 1.

4 METODOLOGIA

Aplicou-se o método qualitativo, com base em dados pré-existentes e o trabalho foi desenvolvido a partir de revisão bibliográfica dos assuntos abordados (livros, artigos científicos, dissertações, teses e periódicos);

Foi feito levantamento da legislação nacional acerca do assunto e um breve histórico sobre eficiência energética.

Elaboração de um estudo comparativo sobre a categoria de eficiência energética nos certificados verdes BREEAM (Inglaterra), LEED (EUA), Procel Edifica e AQUA – HQE (ambos, Brasil).

Em uma pesquisa dos selos no contexto nacional, a seleção de alguns processos semelhantes entre eles, torna possível uma comparação, mesmo que haja diferenças entre os critérios analisados, sendo o principal deles o sistema de classificação que se dá por meio de sistema de pontos ou análise de desempenho. Desta forma, foram utilizados os seguintes parâmetros comparativos: agente regularizador, tipos de classificação, número de créditos e categoria de energia.

5 ANÁLISES E RESULTADOS

5.1 Parâmetros comparativos das certificações

A seguir apresenta-se o quadro 10 com o comparativo das certificações realizado com base nos parâmetros agente regularizador, tipos de classificação, número de créditos e categoria de energia.

Quadro 10: Comparativo Certificações

	BREEAM	LEED	AQUA	PROCEL Edifica
Agente Regularizador	BRE Global Ltd.	US Green Building Council	Fundação Vanzolini	ELETROBRAS/Procel
Classificação	Suficiente, Bom, Muito Bom, Excelente, Espetacular	Certificada, Prata, Ouro e Platina	Bom, Superior, Excelente	Mais Eficiente (A) a Menos Eficiente (F)
Número de créditos	Até 150 créditos	49 créditos	Até 14 desempenhos Excelente	Desempenho nas três categorias
Categoria de energia	31 créditos	35 créditos	1 desempenho	3 categorias

Para atingir pontuações mínimas em todas as certificações é necessário preencher pré-requisitos em cada categoria, a principal diferença entre as internacionais e nacionais é a forma utilizada para atingir a classificação.

O BREEAM e o LEED utilizam um sistema de pontuação onde o empreendimento pode ser certificado em vários níveis, já o AQUA e Procel Edifica são por avaliação de desempenho. No AQUA o edifício é certificado ou não e no Procel ele pode adquirir etiquetas parciais em envoltória, iluminação ou condicionamento de ar.

No que diz respeito a categoria de eficiência energética elas se assemelham pois possuem praticamente os mesmos objetivos e pré-requisitos, o LEED e o BREEAM têm grande apelo a pontuação de energia pelo consumo elevado em seus países de origem e no cenário nacional essa parte entra em conflito devido as fontes

energéticas serem consideradas renováveis, porém essa realidade está mudando principalmente com a criação do Procel Edifica.

Comparando os pré-requisitos necessários para atender a categoria de eficiência energética das quatro certificações temos:

5.1.1 Envoltória

Dentro das nove esferas, chamada de ENE, envoltória se encaixa na ENE 1 (Eficiência Energética) onde práticas voltadas para concepção arquitetônica são incentivadas, podendo acumular pontos, podendo ser utilizadas as mesmas medidas adotadas no LEED.

Já no LEED faz parte do pré-requisito 1 e 2, onde são necessárias utilização de materiais com isolamento térmico nas fachadas, iluminação zenital, modelagem tridimensional com marcação dos vãos, telhados, especificação de materiais e acompanhamento do comportamento térmico das fachadas.

No AQUA para atingir o nível BOM em gestão de energia é considerada apenas a transmitância térmica de cobertura e paredes, para atingir níveis superior e excelente é necessária atingir nível A no RTQ-R, investir em iluminação natural e otimização arquitetônica para redução total do consumo energético.

No Procel Edifica, para adquirir classificação A é necessária transmitância térmica de cobertura e paredes, cores e absorvância de superfícies e iluminação zenital.

É possível perceber que os regulamentos de todas as certificações para a classificação da envoltória são influenciados pela divisão dos países em zonas climáticas onde se encontram as edificações. Apesar das diferenças nítidas entre o bioclima de cada país e seu zoneamento particular, os requisitos mínimos considerados para a análise de eficiência da envoltória partem do mesmo preceito de utilização de materiais com características térmicas eficientes que possuam transmissão térmica baixa para que não haja uma expressiva troca de calor entre o interior e exterior do edifício, com taxas baixas de absorção de radiação solar e com fatores solares máximos admissíveis.

5.1.2 Sistema de iluminação

Se encaixa no ENE 3 do BREEAM e abrange principalmente áreas externas garantindo eficiente iluminação e na ENE 1 encontra-se a parte voltada para iluminação interna. Para alcançar os créditos deve-se instalar sensores de luz, controlar o índice de reprodução das cores, eficácia luminosa de lâmpadas e o desligamento programado.

No LEED se encaixa nos pré-requisitos 1 e 2 com medidas para consumir menos energia, podendo ser adotadas as mesmas utilizadas no BREEAM.

A certificação AQUA para atingir os níveis superior e excelente exige o uso de lâmpadas fluorescentes e de LED, temporizador e cálculo do coeficiente de energia primária.

O Procel Edifica exige três condições para atingir nível A: divisão dos circuitos, contribuição da luz natural e desligamento automático do sistema de iluminação.

A eficiência dos sistemas de iluminação admitidos nos regulamentos, do Brasil, no BREEAM e LEED, para edifícios comerciais depende dos requisitos estabelecidos de concepção, instalação e utilização, com objetivo de prover iluminação necessária de acordo com as normas técnicas de cada país onde referenciam os limites mínimos e máximos tendo como objetivo a economia energética das edificações.

As semelhanças são perceptíveis quanto a linha de avaliação que é adotada pelos regulamentos. Os requisitos considerados para a classificação do edifício partem de segmentos parecidos, utilizando a densidade de potência de iluminação como ponto de partida para determinação de eficiência energética do sistema de iluminação, sendo definidas potências limites de acordo com as atividades de cada ambiente do edifício, visando utilizar a menor potência possível para garantir maior eficiência do sistema.

Além disso, são determinadas pelas certificações soluções que devem ser implantadas para que a iluminação da edificação tenha um rendimento elevado e eficiente, como: divisão dos circuitos para cada finalidade, aproveitamento de luz natural e controle da iluminação por dispositivos.

5.1.3 Condicionamento de ar

No BREEAM está incluído na sub categoria ENE 5 (uso racional de refrigeradores) e exige que o sistema de refrigeração, seus controles e componentes sejam projetados, instalados e comissionados da seguinte maneira: de acordo com o Código de Conduta para Redução de Emissões de Carbono da Refrigeração Comercial e que use sistemas e componentes de refrigeração robustos e testados, normalmente definidos na Lista de Produtos de Tecnologia de Energia de Repartição de Capital Reforçada ou em uma lista equivalente.

O pré-requisito 3 do LEED aborda a gestão de gases refrigerantes e proíbe o uso de fluidos refrigerantes a base de clorofluorcarbonetos e o crédito 4 para melhoria do uso desses gases.

O AQUA exige o uso de equipamentos eficiente e que tenham a etiquetagem PBE nível A. Já o Procel Edifica precisa do isolamento térmico para dutos de ar, atender indicadores mínimos de eficiência energética e etiquetagem também do aparelho utilizado ou não se consegue a etiqueta de condicionamento de ar.

Os regulamentos focam nos requisitos mais influentes na climatização. E apesar das necessidades divergentes das populações devido ao clima dos países, as condições limites dos sistemas de climatização determinam nos quatro certificados que sejam instalados equipamentos eficientes e regulamentados. Os equipamentos de condicionamento de ar devem respeitar as classificações exigidas pelas entidades de cada país, obedecendo aos coeficientes mínimos de performance e os coeficientes mínimos de eficiência energética dos aparelhos.

Comparando todos os pré-requisitos para que as classificações nas certificações sejam alcançadas é perceptível que todas elas têm o mesmo objetivo e diferenciam-se em alguns pontos como lugar de origem, sistema utilizado para obtenção da certificação e normas técnicas utilizadas como referencial. O LEED e BREEAM tem maior reconhecimento internacional, porém o BREEAM não é muito difundido no Brasil, enquanto o AQUA e o Procel são adaptados à realidade brasileira. Cada certificação tem bonificações e créditos extras com o uso e produção de energia verde, aquecimento de água.

O Selo Procel Edificações pode ser utilizado como caminho alternativo para a comprovação do atendimento ao pré-requisito de desempenho energético mínimo no processo de obtenção da certificação LEED. O critério de equivalência é válido para edificações comerciais, públicas e de serviços localizadas em todo o território nacional, exceto as destinadas à assistência médica, data centers, instalações industriais, armazéns e laboratórios.

A Etiquetagem de Edificações - PBE Edifica - é utilizada como referência, pela Certificação AQUA, para avaliação das edificações residenciais e não residenciais, onde é possível utilizar critérios do PBE Edifica para avaliação AQUA. Os regulamentos RTQ-R e RTQ-C são utilizados como parâmetro para alguns requisitos a serem atendidos para os níveis de eficiência energética de edificações do AQUA conforme cada tipologia avaliada.

6 CONCLUSÃO

Foram apontadas e analisadas as certificações ambientais para edificações no contexto nacional – AQUA (brasileiro, adaptado do referencial francês) e PROCEL Edifica e internacional – LEED (Norte-americano) e BREEAM (britânico). Também foi feita uma análise de eficiência energética no Brasil e no mundo onde percebe-se a relevância da introdução de medidas favoráveis na gestão do consumo de energia nas edificações.

Cada certificação tem a categoria de energia e o PROCEL Edifica é voltado apenas para etiquetagem de eficiência energética, embora cada uma delas tenha suas particularidades pois são de países diferentes e adaptadas para as condições do lugar onde foram criadas o LEED e o BREEAM podem ser adequados aos padrões brasileiros. Dentro da gestão de energia é comum entre elas a avaliação da envoltória, sistemas de iluminação e sistemas de condicionamento de ar.

As certificações diferenciam-se quanto ao modo de obtenção do selo, enquanto as internacionais são por sistema de pontuação, o AQUA e PROCEL são por avaliação de desempenho. É possível perceber que a parte voltada para energia é muito importante em todas as certificações mostradas. No BREEAM entre as nove categorias representa 19%, no LEED é a categoria que mais pontua, chegando a 35 pontos. Dentre as quatro, LEED e BREEAM tem como vantagem maior reconhecimento no cenário internacional, porém AQUA e PROCEL Edifica são mais adaptadas à realidade brasileira.

Finalmente, o objetivo da pesquisa foi indicar os requisitos adotados de cada certificação para adequação de um edifício ao nível máximo de eficiência energética. Foi mostrado também que o Brasil possui grande potencial na produção de alternativas limpas, porém no campo da eficiência energética ainda deixa a desejar em questão do desperdício dessa mesma energia produzida o que deixa o país atrás de várias outras economias mundiais.

REFERÊNCIAS

ABESCO. Potencial de Eficiência Energética no Brasil 2008 – 2016. Disponível em: <http://www.abesco.com.br/pt/novidade/potencial-de-eficiencia-energetica-no-brasil-2008-2016/>. Acesso em junho, 2018.

Alberto Hernandez Neto ... [et al.]. Energias Renováveis, Geração Distribuída e Eficiência Energética. Rio de Janeiro, LTC, 2017.

ANEEL, Programa de Eficiência Energética – Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/> Acesso em abril, 2018.

BANDEIRA, ... [et al.]. Resenha Energética Brasileira. Ministério de Minas e Energia, Brasília, 2018.

BARROS, B. F., BORELLI, R., & GEDRA, R. L. (2015). Eficiência Energética: técnicas de aproveitamento, gestão de recursos e fundamentos. São Paulo, Érica, 2015.

BRASIL. Lei n 9.991 de 24 de julho de 2000. Lei do Desenvolvimento Setor Elétrico. Brasília, 2000. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2000/lei-9991-24-julho-2000-359823-norma-actualizada-pl.html>. Acesso em maio, 2018.

BRE Group Products. Disponível em: <https://bregroup.com/products/breeam/>. Acesso em maio, 2018.

BREEAM. How BREEAM Certification Works. Disponível em: <https://www.breeam.com/discover/how-breeam-certification-works/>. Acesso em maio, 2018.

Centro de Pesquisas de Energia Elétrica – CEPEL. Guia para efficientização energética nas edificações públicas. Rio de Janeiro, Ministério de Minas e Energia – MME, 2014.

ECODESENVOLVIMENTO. Selo Breeam de construção sustentável pode acumular pontos de outras certificações. Disponível em: <http://www.ecodesenvolvimento.org/posts/2015/agosto/selo-breeam-de-construcao-sustentavel-pode#ixzz5NpivftHp>. Acesso em junho, 2018.

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. ABCDEnergia. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia>. Acesso em junho, 2018.

FILHO, A. V. O brasil no contexto energético mundial. São Paulo, NAIPPE/USP, 2009.

FUNDAÇÃO VANZOLINI. Processo AQUA. Disponível em: <http://www.vanzolini.org.br/processoaqua>. Acesso em maio, 2018.

GBC BRASIL. Compreenda o LEED. Disponível em: <http://www.gbcbrazil.org.br/>. Acesso em maio, 2018.

International Energy Agency (IEA). Statistics. Disponível em: <https://www.iea.org/statistics/>. Acesso em maio, 2018.

KEELER M., BURKE B. Fundamento de Projetos de Edificações Sustentáveis. São Paulo, Bookman. 2010.

KNX Training. Technology and Leed Certification. Disponível em: <http://www.training-knx.com/knx-technology-and-leed-certification/>. Acesso em maio, 2018.

Manual para Aplicação do RTQ-C 4.1. Centro Brasileiro de Eficiência Energética em Edificações – UFSC. 2013.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Plano Nacional de Eficiência Energética. Brasília, 2011.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Plano Nacional de Eficiência Energética. Brasília, 2015.

PINHO ... [et al.]. Sistemas Híbridos: Soluções Energéticas para a Amazônia. Brasília, Ministério de Minas e Energia, 2008.

PROCEL INFO CENTRO BRASILEIRO DE INFORMAÇÃO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA. Selo Procel em edificações. Disponível em: <http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View={8E03DCDE-FAE6-470C-90CB-922E4DD0542C}>. Acesso em maio, 2018.

REIS, L. B. Matrizes energéticas: conceitos e usos em gestão e planejamento. Barueri, Manole, 2011.

REIS, L. B., & SANTOS, E. C. Energia elétrica e sustentabilidade: aspectos tecnológicos, socioambientais e legais. Barueri, Manole, 2014.

REIS, L. B., CASELATO, D., & SANTOS, E. C. Energia e sustentabilidade. Barueri, Manole, 2016.

REIS, L. B., FADIGAS, E. A., & CARVALHO, C. E. Energia, recursos naturais e a prática do desenvolvimento sustentável. Barueri, Manole, 2012.

Resenha Energética Brasileira. Brasília, Ministério de Minas e Energia – MME, 2018. Disponível em: <http://www.eletronuclear.gov.br/Imprensa-e-Midias/Documents/Resenha%20Energ%C3%A9tica%202018%20-MME.pdf>. Acesso em junho, 2018.

ROMÉRO, M. D., & REIS, L. B. Eficiência energética em Edifícios. Barueri, Manole, 2012.

Sebrae. Centro Sebrae de Sustentabilidade é o prédio em uso mais sustentável da América Latina. Disponível em: <http://sustentabilidade.sebrae.com.br/sites/Sustentabilidade/Acontece/Noticias/RECONHECIMENTO>. Acesso em maio, 2018.

USGBC. LEED. Disponível em: <http://www.usgbc.org/>. Acesso em maio, 2018.

ANEXOS

Anexo A – Checklist categoria Energia e Atmosfera (LEED)

Figura 14: Checklist categoria Energia e Atmosfera

Energia e Atmosfera			37 Pontos
<input type="checkbox"/>	Pré-requisito 1	Comissionamento dos sistemas de energia	Requisito
<input type="checkbox"/>	Pré-requisito 2	Performance Mínima de Energia, 10% novas construções e 5% edifícios existentes	Requisito
<input type="checkbox"/>	Pré-requisito 3	Gestão Fundamental de Gases Refrigerantes	Requisito
<input type="checkbox"/>	Crédito 1	Otimização da performance energética	3 a 21
<input type="checkbox"/>		12% Prédios Novos ou 8% Prédios Reformados	3
<input type="checkbox"/>		14% Prédios Novos ou 10% Prédios Reformados	4
<input type="checkbox"/>		16% Prédios Novos ou 12% Prédios Reformados	5
<input type="checkbox"/>		18% Prédios Novos ou 14% Prédios Reformados	6
<input type="checkbox"/>		20% Prédios Novos ou 16% Prédios Reformados	7
<input type="checkbox"/>		22% Prédios Novos ou 18% Prédios Reformados	8
<input type="checkbox"/>		24% Prédios Novos ou 20% Prédios Reformados	9
<input type="checkbox"/>		26% Prédios Novos ou 22% Prédios Reformados	10
<input type="checkbox"/>		28% Prédios Novos ou 24% Prédios Reformados	11
<input type="checkbox"/>		30% Prédios Novos ou 26% Prédios Reformados	12
<input type="checkbox"/>		32% Prédios Novos ou 28% Prédios Reformados	13
<input type="checkbox"/>		34% Prédios Novos ou 30% Prédios Reformados	14
<input type="checkbox"/>		36% Prédios Novos ou 32% Prédios Reformados	15
<input type="checkbox"/>		38% Prédios Novos ou 34% Prédios Reformados	16
<input type="checkbox"/>		40% Prédios Novos ou 36% Prédios Reformados	17
<input type="checkbox"/>		42% Prédios Novos ou 38% Prédios Reformados	18
<input type="checkbox"/>		44% Prédios Novos ou 40% Prédios Reformados	19
<input type="checkbox"/>		46% Prédios Novos ou 42% Prédios Reformados	20
<input type="checkbox"/>		48% Prédios Novos ou 44% Prédios Reformados	21
<input type="checkbox"/>	Crédito 2	Energia Renovável no local	4
<input type="checkbox"/>	Crédito 3	Melhoria no comissionamento	2
<input type="checkbox"/>	Crédito 4	Melhoria na gestão de gases refrigerantes	2
<input type="checkbox"/>	Crédito 5.1	Medições & Verificações: Base do Edifício	3
<input type="checkbox"/>	Crédito 5.2	Medições & Verificações: Sub-medição de inquilinos	3
<input type="checkbox"/>	Crédito 6	Energia Verde	2

Fonte: GBC Brazil (2018)

Anexo B – Pré-requisitos categoria Energia (AQUA)

Tabela 2 - Envoltória

Preocupações	Comentários – Exigências	Nível		
		B	S	E
4.1 Redução do consumo de energia por meio da concepção arquitetônica	<p>4.1.1 Melhoria da aptidão da envoltória para limitar desperdícios de energia demonstrada por uma das três seguintes maneiras:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Transmitância Térmica ponderada da envoltória $U_{edif} < U_{ref}^{(1)}$ (W/m².K) - Valores de transmitância térmica (U) e de capacidade térmica (CT) das paredes externas e da cobertura que garantam os índices mínimos descritos no requisito 8.2.1 da categoria 8 deste referencial técnico - Atendimento do nível C nos equivalentes numéricos da envoltória, conforme regulamento RTQ-R para o nível de eficiência energética de edificações residenciais publicado pelo Inmetro/Procel. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Atendimento do nível B nos equivalentes numéricos da envoltória, conforme regulamento RTQ-R para o nível de eficiência energética de edificações residenciais publicado pelo Inmetro/Procel. ▪ Atendimento do nível A nos equivalentes numéricos da envoltória, conforme regulamento RTQ-R para o nível de eficiência energética de edificações residenciais publicado pelo Inmetro/Procel. ▪ Atendimento do nível A nos equivalentes numéricos da envoltória, conforme regulamento RTQ-R para o nível de eficiência energética de edificações residenciais publicado pelo Inmetro/Procel, demonstrado pelo método de simulação. 	●		
	<p>4.1.2 Iluminação natural</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Acesso à iluminação natural nos dormitórios e salas garantido por uma ou mais aberturas para o exterior. ▪ Acesso à iluminação natural nos dormitórios e salas garantido por uma ou mais aberturas para o exterior, de modo que a soma das áreas destas aberturas de cada ambiente corresponda a, no mínimo, 12,5% da área útil do ambiente. <i>Para dormitórios com área superior a 15 m², deve-se efetuar o cálculo para o limite de 15 m²</i> <p>4.1.3 Melhoria da aptidão do edifício para reduzir suas necessidades energéticas (demanda instalada):</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Otimização do partido arquitetônico visando à redução do total do consumo energético e considerando o contexto e os objetivos ambientais do empreendedor ⁽²⁾ 	●	●	●

	(3)			
--	-----	--	--	--

Fonte: Fundação Vanzolini (2013).

Tabela 3 - Energia renovável e condicionamento de ar

Preocupações	Comentários – Exigências	Nível		
		B	S	E
4.2 Uso de energias renováveis locais	<p>4.2.1 Análise da viabilidade técnica e econômica do uso de energias renováveis e, caso viável, indicação do percentual de cobertura das necessidades energéticas por meio desta energia local de origem renovável (detalhada por uso final da energia nos sistemas de resfriamento, aquecimento, iluminação e aquecimento de água) e justificativa da pertinência da(s) modalidade(s) escolhida(s) para o sistema e local de consumo (áreas comuns e/ou unidade habitacionais) ⁽⁴⁾</p> <p>Para considerar este percentual coberto, os sistemas devem ser entregues instalados e operando.</p> <p>- Uso de energia solar para aquecimento de água</p> <p>- Uso de energia renovável para outros sistemas</p>	●	●	●
4.3 Redução do consumo de energia para os sistemas de condicionamento de ar, ventilação e exaustão	<p>4.3.1 O empreendedor deve utilizar a etiquetagem de eficiência energética do Inmetro ⁽⁵⁾ ENCE como referência na escolha dos equipamentos para resfriamento, aquecimento, ventilação e exaustão de ambientes, sendo necessário também calcular o valor absoluto do coeficiente Cep ⁽⁶⁾ (kWh-ep/ano.m²área útil ⁽⁷⁾) de forma detalhada por uso final destes sistemas.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Recomendações nos Manuais orientando os usuários e gestores prediais na escolha de equipamentos de condicionamento de ar e ventilação mais eficientes. ▪ Avaliação das necessidades de conforto específicas dos ambientes de área comum e, caso haja necessidade, instalação de equipamentos ENCE no mínimo nível B. ▪ Avaliação das necessidades de conforto específicas dos ambientes de área comum e, caso haja necessidade, instalação de equipamentos ENCE nível A <p>OBSERVAÇÕES:</p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>Para atender as exigências de nível Superior e Excelente, os equipamentos devem ser entregues instalados e operando.</i> – <i>Condicionadores de ar do tipo central ou condicionadores não regulamentados pelo Inmetro devem atender aos parâmetros de nível correspondente aos acima conforme definições do RTQ-C (regulamento para o nível de eficiência energética de edifícios comerciais, de serviços e públicos), publicado pelo Inmetro</i> 	●	●	●

Fonte: Fundação Vanzolini (2013).

Tabela 4 - Sistema de iluminação

Preocupações	Comentários – Exigências	Nível		
		B	S	E
4.4 Redução do consumo de energia para os sistemas de iluminação (continua)	4.4.1 Para os dispositivos entregues instalados nas áreas comuns e nas unidades habitacionais:			
	LAMPADAS FLUORESCENTES TUBULARES:		●	●
	Eficiência luminosa ≥ 60 lm/W	●	●	●
	Eficiência luminosa ≥ 70 lm/W			○
	Eficiência luminosa ≥ 75 lm/W		●	●
	Eficiência luminosa ≥ 84 lm/W			●
	REATORES PARA FLUORESCENTES TUBULARES			○
	Fator de potência < 0,95			
	Fator de potência ≥ 0,95			
	Reatores eletrônicos com Selo Procel			
	LÂMPADAS FLUORESCENTES COMPACTAS			
	ENCE nível D	●	●	●
	ENCE nível C		●	●
ENCE nível B			●	
Selo PROCEL			○	
LED				
Eficiência luminosa ≥ 30 lm/W		●	●	
Eficiência luminosa ≥ 50 lm/W			○	
Eficiência luminosa ≥ 75 lm/W				
LÂMPADAS DE VAPOR DE SÓDIO				
ENCE nível D	●	●	●	
ENCE nível C		●	●	
ENCE nível B			○	
Selo PROCEL				
REATORES PARA LÂMPADAS DE VAPOR DE SÓDIO				
Fator de potência < 0,90				
Fator de potência ≥ 0,90		●	●	
Reatores eletromagnéticos com Selo Procel Excelente			○	
Obs: Para sistemas de iluminação intermitente com automação (sensor de presença, minuteria) podem ser utilizadas outras fontes que não as descritas acima.				

Fonte: Fundação Vanzolini (2013).

Tabela 4 - Sistema de iluminação

<p>4.4 Redução do consumo de energia para os sistemas de iluminação</p>	<p>4.4.2 Controle do consumo de energia nas áreas comuns</p> <p>ILUMINAÇÃO DAS ÁREAS COMUNS As áreas comuns devem ser classificadas quanto ao uso (permanente ou intermitente) e adotar lâmpadas e sistemas compatíveis com tais usos. Nos espaços com ocupação intermitente, a opção pela temporização deve considerar aspectos como o consumo de energia, a vida útil, tarifas e geração de resíduos. Uma justificativa deve ser apresentada. O circuito elétrico de iluminação do hall deve ser independente do das outras circulações (escada, corredores)</p> <p>ILUMINAÇÃO DOS ESTACIONAMENTOS COBERTOS</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ As áreas de estacionamento devem ser iluminadas de acordo com sua função e uso, a opção pela temporização deve considerar duração mínima da ordem de 5 minutos. ▪ Presença de iluminação permanente limitada a uma luminária a cada três. ▪ No caso da presença de iluminação natural (área de estacionamento semi-enterrada, poço de iluminação) ⁽⁸⁾, as luminárias situadas próximas às aberturas devem ser comandadas por detectores de presença ⁽⁹⁾ associados a sensor fotoelétrico dia/noite. <p>ILUMINAÇÃO DE VIAS E CAMINHOS INTERNOS AO EMPREENDIMENTO E DE ÁREAS JUNTO A DIVISAS</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Instalar detectores crepusculares para controlar o acionamento e o desligamento da iluminação ▪ As luminárias devem conter refletores orientados para o solo ▪ As luminárias devem ser dispostas de maneira a não serem encobertas pela vegetação ▪ Não iluminar as fachadas indiretamente <p>ILUMINAÇÃO DAS ÁREAS COMUNS</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Presença de iluminação natural nas escadas e nas circulações horizontais <p>ILUMINAÇÃO DE VIAS E CAMINHOS INTERNOS AO EMPREENDIMENTO E DE ÁREAS JUNTO A DIVISAS</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Instalar dispositivos de programação permitindo reduzir o nível de iluminância permanente à noite de 30 a 50% nos pontos de iluminação instalados ou no nível de iluminância total nestes locais, eventualmente complementados por um ou vários detectores de presença para comandar o acionamento dos pontos de iluminação nas zonas envolvidas. <p>A iluminação artificial de áreas comuns externas como jardins, estacionamentos externos, acessos de veículos e pedestres que não for projetada para funcionar durante todo o dia de possuir programação de controle por horário ou um fotossensor capaz de desligar automaticamente o sistema de iluminação quando houver luz natural suficiente ou quando a iluminação externa não for necessária. Exceto em locais que exijam segurança ou vigilância.</p> <p>4.4.3 Calcular o coeficiente C_{ep} ⁽⁶⁾ ($kWh\text{-}ep\text{/ano.m}^2_{\text{área útil}}\text{ (7)}$) para o sistema de iluminação da área comum.</p>	<p>●</p> <p>●</p> <p>●</p> <p>●</p> <p>●</p> <p>●</p> <p>●</p> <p>●</p> <p>●</p> <p>●</p> <p>●</p>	<p>●</p> <p>●</p> <p>●</p> <p>●</p> <p>●</p> <p>●</p> <p>●</p> <p>●</p> <p>●</p> <p>●</p>	<p>●</p> <p>●</p> <p>●</p> <p>●</p> <p>●</p> <p>●</p> <p>●</p> <p>●</p> <p>●</p> <p>●</p>
--	--	--	---	---

Fonte: Fundação Vanzolini (2013).