

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL
NÍVEL MESTRADO**

CAMILA COPELLO CANAZARO

**ANÁLISE DE SISTEMA DE CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL DE PRÉDIO AO
LONGO DO TEMPO A PARTIR DOS CONCEITOS ECO-EFICIÊNCIA E ECO-
EFICÁCIA**

SÃO LEOPOLDO

2017

Camila Copello Canazaro

ANÁLISE DE SISTEMA DE CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL DE PRÉDIO AO LONGO
DO TEMPO A PARTIR DOS CONCEITOS ECO-EFICIÊNCIA E ECO-EFICÁCIA

Dissertação apresentada como requisito
parcial para obtenção do título de Mestre
em Engenharia Civil, pelo Programa de
Pós-Graduação em Engenharia Civil da
Universidade do Vale do Rio dos Sinos -
UNISINOS

Orientadora: Prof(a). Dra. Andrea Parisi Kern

São Leopoldo

2017

C212a Canazaro, Camila Copello
Análise de sistema de certificação ambiental de prédio ao longo do tempo a partir dos conceitos eco-eficiência e eco-eficácia / por Camila Copello Canazaro. – 2017.
107 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) — Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, São Leopoldo, RS, 2017.

“Orientadora: Dra. Andrea Parisi Kern.”

1. Eco-eficiência. 2 .Eco-eficácia. 3. Certificação ambiental.
4. Leadership in energy and environmental design (LEED).
5. Desenvolvimento sustentável. I. Título.

CDU: 69.01

Camila Copello Canazaro

ANÁLISE DE SISTEMA DE CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL DE PRÉDIO AO LONGO
DO TEMPO A PARTIR DOS CONCEITOS ECO-EFICIÊNCIA E ECO-EFICÁCIA

Dissertação apresentada como requisito
parcial para a obtenção do título de Mestre,
pelo Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Civil da Universidade do Vale
do Rio dos Sinos - UNISINOS

Aprovado em (dia) (mês) (ano)

BANCA EXAMINADORA

Prof(a). Dra. Luciana Londero Brandli – Universidade de Passo Fundo

Prof. Dr. Mauricio Mancio – Universidade do vale do Rio dos Sinos

À Gilca, Ilca, Darci, Adriano, Carlos e Hilda.

AGRADECIMENTOS

Agradeço às famílias Copello, Canazaro e Pilger que me possibilitaram realizar essa pesquisa e continuar meu caminho em busca de quem sabe um dia, um mundo melhor.

A querida orientadora Andrea Parisi Kern, pela generosa dedicação, parceria e envolvimento.

Ao Adriano e Jerônimo, meus dois maiores companheiros de pesquisas e noites em claro. Obrigada pelo amor e pela paciência.

Aos professores do PPGEC da Unisinos, que tão bem me acolheram e proporcionaram novas descobertas.

Às amigas que a Unisinos me deu, Ana Cláudia e Júlia, agradeço o companheirismo. Transformaram uma árdua tarefa em dias alegres e de enorme aprendizado.

RESUMO

O uso racional de materiais na construção civil e a responsabilidade deste setor com o meio ambiente têm sido objetos de pesquisa no meio acadêmico. As certificações ambientais surgiram neste cenário para orientar os envolvidos no processo afim de reduzir os impactos ambientais causados pelo setor. Neste contexto, a eco-eficiência e a eco-eficácia apresentam diferentes abordagens a este tema e fundamentam as análises da certificação LEED realizada neste trabalho. O trabalho tem como objetivo geral analisar a atualização dos critérios ao longo das versões de um programa de certificação ambiental de prédios (LEED) a partir dos conceitos de eco-eficiência e eco-eficácia. Como objetivos específicos, esta pesquisa analisa: (i) a atualização dos critérios do programa de certificação para as fases de projeto e de uso ao longo do tempo; (ii) a pontuação de um prédio certificado, considerando os critérios na versão atual da certificação; (iii) o prédio certificado a partir dos conceitos de eco-eficiência e eco-eficácia. Para avaliar a atualização dos critérios da certificação ao longo do tempo foram realizadas análises de cada requisito das certificações de projeto e operação das versões v3 (2009) e v4 (2016). Esta etapa resultou em macro alterações na certificação, como o surgimento de novas tipologias, do Processo de Projeto Integrado e a criação de uma categoria exclusiva para Localização e Transportes. A avaliação do prédio na versão mais atual da certificação v4 (2016), foi realizada através de visitas à edificação e entrevistas com os operadores da mesma. Esta etapa resultou no decréscimo da pontuação da edificação para a certificação de projeto na v4 (2016). Porém, a certificação de operação atingiu classificação máxima (Platina), com 82 pontos, pelo fato de os operadores já praticarem diversas ações que a certificação exige, independente da certificação de projeto. Por fim, foram avaliados como a certificação e o prédio certificado atendem aos conceitos de eco-eficiência e eco-eficácia, afim de verificar se produzem impactos positivos no meio ambiente ou apenas os reduzem. O estudo revelou que a certificação está em busca da produção de impactos positivos no meio ambiente e de inovações tecnológicas, apesar de ainda estarem presentes em um pequeno número de créditos.

Palavras-chave: Eco-eficiência. Eco-eficácia. Certificações ambientais. LEED. Desenvolvimento sustentável.

ABSTRACT

The rational use of materials in the construction industry and the responsibility this sector has towards the environment has been object of research in the academia over the past few decades. In this context, the environmental certifications have arisen to guide the involved in the processes, seeking to reduce the environmental impacts caused by this sector. The analysis conducted in this study is based on the different approaches the concepts of eco-efficiency and eco-effectiveness brought on the subject. The main goal of this essay is to analyze, at the light of eco-efficiency and eco-effectiveness, the criteria evolution of an environmental certification program designed for buildings (LEED) over the course of time. As specific objectives, this study evaluates: (i) the updates of the certification program criteria for the design stage and operations and maintenance stage from version v3 (2009) to version v4 (2016); (ii) the comparison between the score achieved by a certificated building, taking in consideration the criteria of the certification program's current version and its previous version; (iii) the aspects of eco-efficiency and eco-effectiveness of the certificated building. Each of the conditions of versions v3 (2009) and v4 (2016) of both the design certification and operations and maintenance certification has been analyzed in order to evaluate the updates over the course of time. This analysis showed significant changes in the certification, with the inclusion of new typologies and important concerns, such as the Integrative Process and the establishment of a new category exclusively for Location and Transportation. The evaluation of the building under the conditions of the latest version of the program was performed through visits and interviews with its operators. A comparison between the building scores obtained in versions v3 (2009) and v4 (2016) showed a decrease in the latter. The building achieved a total of 82 points on the operations and maintenance certification, reaching the Platinum category, despite the lower score on the design certification, due to the practices required by the program already being performed by its operators. Finally, the certification and certified building were evaluated against the aspects of eco-efficiency and eco-effectiveness in order to verify if the generation of good impacts on the environment are taken into consideration or if they rely solely on the reduction of bad impacts. The study revealed that the certification analyzed is seeking the generation of good impacts and technology innovation, although these concepts are still verified in a just few credits.

Key-words: Eco-efficiency. Eco-effectiveness. Environmental certifications. LEED. Sustainable Development.

LISTA DE QUADROS

Figura 1– Tripé da sustentabilidade	23
Figura 2- Categorias do sistema de certificação LEED	30
Figura 3- Nível de certificação.....	30
Figura 4- Tipologias e Categorias da Certificação LEED v4 (2016)	31
Figura 5- Registros de projetos certificados por versão no Brasil	32
Figura 6- Registros de projetos certificados na v4 (2016) no Brasil	33
Figura 7– Eco-eficiência x Eco-eficácia.....	36
Figura 8– Planta-chave	38
Figura 9– Corte transversal.....	39
Figura 10– Elevação	39
Figura 11– Vista externa da edificação	40
Figura 12– Vista externa da edificação	40
Figura 13– Vista entre os blocos	40
Figura 14– Delineamento da pesquisa	41
Figura 15– Versões da certificação avaliadas no estudo	42
Figura 16 – Tipologias consideradas na v3 (2009) e v4 (2016) do sistema LEED....	46
Figura 17– Alterações da categoria MR – Materiais e Recursos na v4 (2016).....	52
Figura 18– Análise geral de novos créditos na v4 (2016)	54
Figura 19– Comparação de créditos NC v3 (2009) e EBOM v4 (2016)	61
Figura 20– Transportes utilizados pelos respondentes da pesquisa de Kern et al. no ano de 2015	72
Figura 21– Resultado do cálculo de redução do consumo de água em relação ao <i>baseline</i>	75
Figura 22– Redução da média anual de consumo energético	76
Figura 23- Consumo energético mensal em comparação ao número de usuários da edificação	77
Figura 24– Porcentagem de classificação dos créditos para certificação EBOM v4 (2016).....	80
Figura 25– Porcentagem de classificação dos créditos eco-eficientes e eco-eficazes para certificação NC v4 (2016).....	89
Figura 26– Porcentagem de classificação dos créditos eco-eficientes e eco-eficazes para certificação EBOM	98

Figura 27– Porcentagem de classificação dos créditos eco-eficientes e eco-eficazes avaliados na edificação para LEED NC v4 (2016)	99
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comparativo de sistemas de certificação.....	27
Tabela 2 - Conceitos de Eco-eficiência x Eco-eficácia.....	35
Tabela 3 - Relação de créditos novos da categoria LT – Localização e Transportes v4 (2016).....	48
Tabela 4– Pontuação para serviço de transporte diário mínimo para projetos com diversos tipos de transporte	49
Tabela 5– Relação de créditos novos da categoria SS – Terrenos Sustentáveis v4 (2016).....	49
Tabela 6– Valores mínimos do índice de refletância solar, por inclinação do telhado	50
Tabela 7- Relação de créditos novos da categoria WE – Eficiência no Uso da Água v4 (2016).....	50
Tabela 8 - Relação de créditos novos da categoria EA – Energia e Atmosfera v4 (2016).....	51
Tabela 9 - Relação de créditos novos da categoria MR – Materiais e Recursos v4 (2016).....	52
Tabela 10 - Relação de créditos novos da categoria IEQ – Qualidade Ambiental Interna v4 (2016).....	53
Tabela 11– Análise geral de novos créditos na v4 (2016).....	54
Tabela 12– Comparação da categoria SS – Terrenos Sustentáveis LEED NC v3 (2009) x LEED EBOM v4 (2016)	56
Tabela 13– Comparação da categoria WE – Eficiência no Uso da Água LEED NC v3 (2009) x LEED EBOM v4 (2016)	56
Tabela 14 – Comparação da categoria EA – Energia e Atmosfera LEED NC v3 (2009) x LEED EBOM v4 (2016)	57
Tabela 15– Comparação da categoria MR – Materiais e Recursos LEED NC v3 (2009) x LEED EBOM v4 (2016)	58
Tabela 16– Comparação da categoria IEQ – Qualidade do Ar Interior LEED NC v3 (2009) x LEED EBOM v4 (2016)	59
Tabela 17– Comparação da categoria ID – Inovação e Design LEED NC v3 (2009) x LEED EBOM v4 (2016)	60

Tabela 18– Comparação da categoria RP -Prioridades Regionais LEED NC v3 (2009) x LEED EBOM v4 (2016)	60
Tabela 19– Pré-requisitos da certificação EBOM.....	61
Tabela 20– Análise da pontuação NC v4 (2016) na categoria LT – Localização e Transportes	62
Tabela 21– Pontuação para serviço de transporte diário mínimo para projetos com diversos tipos de transporte	63
Tabela 22– Análise da pontuação NC v4 (2016) na categoria SS – Terrenos Sustentáveis.....	64
Tabela 23– Valor mínimo para o índice de refletância solar, por inclinação do telhado	64
Tabela 24– Análise da pontuação da NC v4 (2016) na categoria WE – Eficiência no Uso da Água.....	65
Tabela 25 - Calculadora hidráulica dos créditos Redução do Uso de Água do Interior NC v4 (2016).....	66
Tabela 26- Pontos por reduzir uso de água no interior da edificação	66
Tabela 27– Análise da pontuação da NC v4 (2016) na categoria EA – Energia e Atmosfera.....	67
Tabela 28– Análise da pontuação da NC v4 (2016) na categoria MR – Materiais e Recursos	68
Tabela 29– Análise da pontuação da NC v4 (2016) na categoria IEQ – Qualidade Ambiental Interna	69
Tabela 30– Formulário IEQc8.1 – Iluminação Natural – Fase 2 NC v3 (2009).....	69
Tabela 31– Pontos para área de piso com luz natural da NC v4 (2016)	70
Tabela 32– Formulário crédito IEQc8.2 – Vistas de qualidade – Fase 2 NC v3 (2009)	70
Tabela 33– Análise da pontuação da v4 (2016) na categoria RP – Prioridades Regionais	70
Tabela 34– Análise da pontuação da v4 (2016) na categoria ID – Inovação e Design	71
Tabela 35– Pontuação da edificação na v3 (2009) e v4 (2016)	71
Tabela 36– Classificação de diagnóstico para certificação EBOM.....	72
Tabela 37– Diagnóstico certificação EBOM v4 (2016) – Categoria Localização e Transportes	72

Tabela 38– Pontos para transporte alternativo EBOM v4 (2016).....	73
Tabela 39– Diagnóstico certificação EBOM v4 (2016) – Categoria Terrenos Sustentáveis.....	73
Tabela 40– Diagnóstico certificação EBOM – Categoria Eficiência no Uso da Água	74
Tabela 41– Diagnóstico certificação EBOM v4 (2016) – Categoria Energia e Atmosfera.....	75
Tabela 42– Diagnóstico certificação EBOM v4 (2016) – Categoria Materiais e Recursos.....	77
Tabela 43– Diagnóstico certificação EBOM v4 (2016) – Categoria Qualidade Ambiental Interna.....	78
Tabela 44– Diagnóstico certificação EBOM v4 (2016) – Categoria Inovação e Design	79
Tabela 45– Diagnóstico certificação EBOM v4 (2016) – Categoria Prioridades Regionais.....	79
Tabela 46 – Pontuação da edificação NC v3 (2009) na EBOM v4 (2016).....	79
Tabela 47– Eco-eficiência e eco-eficácia na categoria LT – Localização e Transportes NC v4 (2016).....	81
Tabela 48 – Eco-eficiência e eco-eficácia na categoria SS – Terrenos Sustentáveis NC v4 (2016).....	82
Tabela 49– Eco-eficiência e eco-eficácia na categoria WE – Eficiência no Uso da Água NC v4 (2016).....	83
Tabela 50– Eco-eficiência e eco-eficácia na categoria EA – Energia e Atmosfera NC v4 (2016).....	84
Tabela 51– Eco-eficiência e eco-eficácia na categoria MR – Materiais e Recursos NC v4 (2016).....	86
Tabela 52– Eco-eficiência e eco-eficácia na categoria IEQ – Qualidade do Ar Interior NC v4 (2016).....	87
Tabela 53– Pontuação do prédio com a classificação dos créditos segundo eco- eficiência e eco-eficácia.....	89
Tabela 54– Eco-eficiência e eco-eficácia na categoria LT – Localização e Transportes EBOM v4 (2016).....	90
Tabela 55– Eco-eficiência e eco-eficácia na categoria SS – Terrenos Sustentáveis EBOM v4 (2016).....	91

Tabela 56– Eco-eficiência e eco-eficácia na categoria WE – Eficiência no Uso da Água EBOM v4 (2016)	92
Tabela 57– Eco-eficiência e eco-eficácia na categoria EA – Energia e Atmosfera EBOM v4 (2016).....	93
Tabela 58– Eco-eficiência e eco-eficácia na categoria MR – Materiais e Recursos EBOM v4 (2016).....	95
Tabela 59– Eco-eficiência e eco-eficácia na categoria IEQ – Qualidade do Ar Interior EBOM v4 (2016).....	96
Tabela 60– Pontuação do prédio com a classificação dos créditos segundo eco-eficiência e eco-eficácia	98

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACV	Análise do Ciclo de Vida
ASHRAE	American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers
CASBEE	Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency
CO ₂	Dióxido de Carbono
DAP	Declaração Ambiental de Produto
EA	Energy and Atmosphere
EBOM	Existing Building Operation and Maintenance (Edificações Existentes Operação e Manutenção)
GBTOOL	Green Building Tool
HQE	Haute Qualité Environnementale
ID	Inovation & Design
IEQ	Indoor Environmental Quality
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
LEED AP	LEED Accredited Professional
LT	Location and Transportation
MR	Materials and Resources
NBR	Norma Brasileira aprovada pela ABNT
NC	New Construction (Novas Construções)
PPI	Processo de Projeto Integrado
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
RP	Regional Priorities
SS	Sustainable Sites
SF	Square Feet
V3	Versão 3
V4	Versão 4
WE	Water Efficiency

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
1.1 Objetivos	19
1.1.1 Objetivo Geral	19
1.1.2 Objetivos Específicos	20
1.2 Justificativa	20
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	22
2.1 Desenvolvimento Sustentável e a Construção Civil	22
2.2 Certificações Ambientais na Construção Civil	25
2.3 Certificação LEED	29
2.4 Eco-eficiência x Eco-eficácia	34
3 METODOLOGIA	38
3.1 Descrição do Objeto de Estudo	38
3.2 Delineamento da Pesquisa	41
3.3 Etapa 1: Atualização dos Critérios LEED ao Longo do Tempo	42
3.4 Etapa 2: Avaliação do Prédio Certificado na Versão Atual da Certificação .	43
3.5 Etapa 3: Avaliação do Prédio Certificado nos Conceitos de Eco-eficiência e Eco-eficácia	43
4 ANÁLISE DOS RESULTADOS	45
4.1 Etapa 1: Atualização dos Critérios LEED ao Longo do Tempo	45
4.1.1 Tipologias Certificadas	45
4.1.2 Categorias de Requisitos	47
4.1.3 Pré-requisitos e Créditos	47
4.1.4 Comparação entre a Certificação NC v3 (2009) e EBOM v4 (2016)	55
4.2 Etapa 2: Avaliação do Prédio Certificado na Versão Atual da Certificação .	62
4.2.1 Certificação do Prédio na LEED NC v4 (2016).....	62
4.2.2 Certificação do Prédio na LEED EBOM v4 (2016)	71
4.3 Etapa 3: Avaliação do Prédio Certificado nos Conceitos de Eco-eficiência e Eco-eficácia	80
4.3.1 Avaliação do Prédio Certificado no Sistema de Certificação LEED NC v4 (2016) a partir dos conceitos de Eco-eficiência e Eco-eficácia.....	80
4.3.2 Avaliação do Prédio Certificado no Sistema de Certificação LEED EBOM v4 (2016) a partir dos conceitos de Eco-eficiência e Eco-eficácia	90

5 CONCLUSÃO	100
REFERÊNCIAS.....	102

1 INTRODUÇÃO

A construção civil possui um papel importante na preservação do meio ambiente pois sua escala de produção é responsável pelo consumo de grande quantidade de recursos naturais e eleva o impacto no meio ambiente. O Conselho Internacional da Construção adverte que o setor da construção civil é responsável pelo maior consumo de recursos naturais, intensa utilização de energia e geração de resíduos sólidos (MMA, 2018).

A proposta de edificações sustentáveis surge nessa perspectiva, e inclui desde o uso mais racional dos recursos naturais, passando pelo emprego de materiais ecologicamente corretos até a mínima modificação possível do meio ambiente no qual estão implantadas (LAMBERTS et al., 2008). Para Yudelson (2013), edificações sustentáveis são as que utilizam práticas de projeto e construção que reduzem significativamente ou eliminam o impacto negativo dos prédios no meio ambiente e em seus usuários.

Neste cenário, as certificações ambientais despontaram no setor da construção civil para direcionar projetistas, construtores e fornecedores a propriedades ambientais na fase de projeto, construção e operação das edificações, com a expectativa de reduzir os impactos gerados pelos mesmos (YUDELSON, 2013). Segundo Suzer (2015), as certificações ambientais podem ser entendidas como sistemas que buscam avaliar as questões que influenciam o desempenho do edifício e os impactos no seu entorno.

Este trabalho estuda o sistema de certificação ambiental norte americano LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*), que, assim como outros, baseia-se num esquema de pontuação que atribui créditos à fase de projeto em diferentes sistemas, considerando quatro tipos de edificação: construções novas, comerciais, envoltórias e pré-existentes. Dentre as diretrizes propostas pelo sistema tem-se a redução do consumo energético, o uso racional da água, a melhora da qualidade interna dos ambientes, o consumo de materiais legalizados e a redução do volume de resíduos sólidos em aterros (SCOFIELD, 2009).

De acordo com Yudelso (2013, p. 19),

Uma edificação sustentável é aquela que considera seu impacto sobre a saúde ambiental e humana e, então, o diminui. Ela consome uma quantidade consideravelmente menor de energia e água em relação a uma edificação convencional, tem menos impactos sobre o terreno e, em geral, níveis mais altos de qualidade do ar no interior.

A redução dos impactos causados no meio ambiente, ou a não geração dos mesmos, é discutida neste trabalho através dos conceitos de eco-eficiência e eco-eficácia. A importância destes dois conceitos no desenvolvimento sustentável motivou esta pesquisa a analisar a atualização de um programa de certificação ambiental de edificações a partir dos conceitos de eco-eficiência e eco-eficácia.

Segundo Braungart et al. (2007), a mudança de eficiência para eficácia requer uma alteração no ciclo de produtos e sistemas de materiais. Ambos conceitos afetam o meio ambiente de maneiras distintas e a aplicabilidade dos conceitos na certificação ambiental de prédios foi avaliada neste estudo. A eco-eficiência é caracterizada por processos menos poluentes, menos danosos ao meio ambiente, ou que atinjam índices estipulados pelas legislações. Já a eco-eficácia objetiva não apenas amenizar processos errôneos e sim produzir efeitos benéficos ao meio ambiente (JACQUES, 2011).

Este trabalho possui uma questão principal de pesquisa que consiste em analisar a atualização dos critérios e versões do programa de certificação LEED, conforme os conceitos de eco-eficácia e eco-eficiência. Para tal, a pesquisa foi dividida em 3 questões específicas que consistem em: (i) analisar a atualização dos critérios da certificação; (ii) avaliar a pontuação de um prédio certificado na versão atual; (iii) analisar o prédio certificado conforme os conceitos de eco-eficiência e eco-eficácia.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral desta pesquisa consiste em analisar a atualização dos critérios e versões de um programa de certificação ambiental de prédios (LEED) a partir dos conceitos de eco-eficiência e eco-eficácia.

1.1.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos desta pesquisa são:

- a) Analisar a atualização dos critérios do programa de certificação para as fases de projeto e de uso ao longo do tempo;
- b) Avaliar a pontuação de um prédio certificado, considerando os critérios na versão atual da certificação;
- c) Analisar o prédio certificado a partir dos conceitos de eco-eficiência e eco-eficácia.

1.2 Justificativa

Dada a crescente popularização da certificação LEED em muitos países, diversos estudos têm sido realizados sobre créditos obtidos pelos projetos certificados de modo a refinar as práticas e orientar o desenvolvimento futuro (WU et al., 2017). Através destes estudos foi identificada uma série de problemas, que justifica a importância de discutir a eficiência de sistemas de certificação, tal como a utilização de energia por edificações certificadas em níveis superiores aos níveis observados em edificações comuns (Aliança de Política Ambiental, 2016).

Outras críticas realizadas aos sistemas de certificação são a obtenção de pontuação para fatores que não contribuem para a sustentabilidade da edificação. Muitos dos pontos mais acessíveis de se conquistarem, como consumo de energia e emissões de gases de efeito estufa dos edifícios, não contribuem para a redução de impactos ambientais. A Aliança de Política Ambiental (2016) ainda critica que muitos sistemas de certificação não utilizam ponderação na pontuação. Essa característica incentiva projetistas e construtores a atingir os pontos mais acessíveis, buscando rotas mais simples de obter a certificação de suas edificações.

Neste sentido, Wu et al. (2017) colocam que um dos principais problemas da certificação LEED é justamente o foco dado mais à pontuação do que ao desempenho da edificação, colocando a intenção do esforço da certificação em dúvida. Outra crítica realizada pelos autores é quanto à falta de consideração dos fatores locais, visto que a certificação, originalmente americana, é aplicada em diversos países.

A preocupação com a redução dos impactos ambientais nas empresas vem aumentando nos últimos anos. Diversas empresas de diferentes setores vêm buscado

alternativas para reduzir ou eliminar os seus impactos no meio ambiente, como é o caso dos sistemas de certificação ambiental de prédios na construção civil. Neste contexto, eco-eficiência e eco-eficácia (também denominado eco efetividade) são dois conceitos que apresentam diferentes abordagens a este tema, e fundamentam as análises da certificação LEED realizada neste trabalho.

Estes argumentos justificam a realização do presente trabalho, visto a crescente importância que as certificações ambientais possuem no setor da construção civil.

Assim, o estudo visa investigar a atualização dos critérios ao longo das versões do programa de certificação ambiental de prédios (LEED) com base nos conceitos de eco-eficiência e eco-eficácia, com objetivo de contribuir na discussão sobre a importância ambiental das edificações durante sua fase de operação e manutenção.

O prédio objeto de pesquisa já fez parte dos estudos de Piccoli (2009), Piccoli et al. (2010), Antonioli (2015) e Kern et al. (2016), que investigaram sua fase de projeto e execução do prédio certificado e os primeiros anos de pós-ocupação, analisando o papel do usuário perante a edificação certificada e o consumo de água e energia após dois anos de uso.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Desenvolvimento Sustentável e a Construção Civil

Os primeiros questionamentos relacionados ao meio ambiente e ao desenvolvimento sustentável tiveram início na década de 60. O lançamento do livro *Primavera Silenciosa*, de Rachel Carson, em 1962, apresentou pesquisas sobre toxicologia, epidemiologia e ecologia. A autora relata a preocupação das consequências do uso de inseticidas no organismo humano e a contribuição para o envenenamento do meio ambiente, contrariando as opiniões de que o meio ambiente tinha capacidade infinita de tolerar poluentes (IISD, 1997).

O ano de 1968 foi marcado pela primeira conceituação de desenvolvimento sustentável, no Clube de Roma, que discutiu a preocupação ambiental no desenvolvimento econômico e se opôs ao modelo econômico dos países industrializados (WINES, 2000). Como consequência, o Clube de Roma lançou o livro “Os Limites do Crescimento” e deu início às discussões sobre desenvolvimento sustentável com a apresentação das limitações ambientais que o planeta possui (MEADOWS et al., 1972).

As discussões sobre desenvolvimento sustentável seguiram através de conferências e elaboração de propostas de metas na Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano (Estocolmo, 1972); Convenção de Viena para Proteção da Camada de Ozônio (Viena, 1985); Protocolo de Montreal (Montreal, 1987); Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento – ECO 92 (Rio de Janeiro, 1992) e Protocolo de Kyoto (1997) (HAMU, 2016).

Após vinte anos, a Cúpula da Terra reafirma a participação da sociedade na Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável, com a Rio+20 em 2012, elaborando o documento “O Futuro que Queremos”, o qual destaca o papel da sociedade na busca da sustentabilidade para gerações futuras (HAMU, 2016). Segundo a United Nations (2012), o documento reforça as três dimensões do desenvolvimento sustentável: ambiental, social e econômico. A declaração destaca também os acordos intergovernamentais para o sucesso do desenvolvimento sustentável. O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) é citado para fortalecimento e modernização do seu papel como autoridade ambiental mundial. O PNUMA tem como objetivos definir a agenda ambiental global, promover a

aplicação coerente da dimensão ambiental do desenvolvimento sustentável no âmbito da ONU e servir como um defensor autorizado do meio ambiente mundial (UNITED NATIONS, 2012).

A conferência Rio+20 resultou na criação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), através de um processo de negociação mundial entre líderes de 70 estados-membros, com início em 2013, onde foram determinados 17 objetivos, 169 metas e 231 indicadores, dos quais um terço estão diretamente relacionados ao meio ambiente (HAMU, 2016).

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2017), na 21ª Conferência das Partes, a COP21, realizada no ano de 2015, foi estabelecido o Acordo de Paris. Este acordo foi aprovado por 195 países com objetivo de reforçar a resposta global à ameaça das mudanças climáticas e de fortalecer a capacidade dos envolvidos para lidar com os impactos decorrentes dessas mudanças.

A definição de desenvolvimento sustentável é muito discutida no meio acadêmico. Segundo Elkington (2004), o termo “*triple bottom line*” teve grande importância para a conceituação do desenvolvimento sustentável. Popularizado em 1997, e também conhecido como “tripé da sustentabilidade”, o desenvolvimento sustentável pode ser obtido com a sinergia de 3 componentes: social, ambiental e econômico. Segundo o autor, essas 3 partes devem ser consideradas como partes inseparáveis de um todo.

Figura 1– Tripé da sustentabilidade



Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

O desenvolvimento sustentável baseia-se em aperfeiçoar, melhorar o crescimento e harmonizar o desenvolvimento econômico utilizando o conceito de

sustentabilidade para conter a destruição do meio. Os termos desenvolvimento sustentável e sustentabilidade não são sinônimos. O primeiro refere-se ao processo e o segundo é ao resultado desse processo (CAMPOS; MATOS; BERTIN, 2009).

Segundo Gomes, Barbosa e Bragança (2016) o escopo do desenvolvimento sustentável é corrigir o rumo do desenvolvimento atual com a integração de questões ligadas ao meio ambiente para as gerações futuras.

Na construção civil, o conceito de desenvolvimento sustentável pode ser entendido como um processo que leva a mudanças na exploração de recursos, na orientação do desenvolvimento tecnológico e nas instituições, considerando as aspirações e necessidades humanas do presente e das gerações futuras. Destaca-se a visão sistêmica que esse conceito implica, envolvendo diversos setores para seu êxito (ÂNGULO, ZORDAN e JOHN, 2001).

Segundo a Organização das Nações Unidas (2014), as áreas urbanizadas vêm aumentando e estima-se 70% de crescimento da população mundial até 2050. Esse crescimento conduz ao aumento da densidade urbana, influenciando a ocupação de edifícios e as características que dependem de sistemas artificiais para operar (RUPP; VÁSQUEZ; LAMBERTS, 2015). Segundo o WBCSD (2017), até 2030, cerca de 70% da população mundial viverá nas cidades, elevando 80% da demanda total de energia e 70% das emissões globais dos gases de efeito estufa. A melhoria no conforto ambiental dos usuários torna-se, cada vez mais, um fator de extrema importância na maneira de projetar dos arquitetos e engenheiros, pois estima-se que os usuários utilizem as edificações cerca de 80% a 90% do dia (RUPP; VÁSQUEZ; LAMBERTS, 2015).

A construção civil já é responsável por cerca de 50% da taxa de consumo de recursos naturais do planeta, sendo, por este motivo, objeto de pesquisas em um ritmo crescente. Considerando a escassez de recursos naturais que se observa atualmente, é incerto afirmar até quando esta alta demanda poderá ser suprida. Ao longo de todo o seu ciclo de vida, as atividades de construção estão conectadas a problemas que afetam o meio ambiente, como aquecimento global, mudanças climáticas, erosão do solo, desertificação, desmatamento, eutrofização, acidificação, perda de diversidade, poluição e consumo de recursos valiosos (AHN HAN et. al., 2016).

A partir desta perspectiva, as edificações sustentáveis possuem papel importante, pois são concebidas para fazer o uso racional de recursos naturais, utilizar materiais ecologicamente corretos e alterar o mínimo possível o ambiente no qual

estão inseridas. O primeiro ponto a se considerar na busca por esse tipo de edificação é que a busca pela sustentabilidade deve começar desde a concepção do projeto, prosseguir durante a construção e participar da etapa de uso, ou pós-ocupação. O projeto (concepção) da edificação, é uma etapa fundamental, quando já devem ser considerados aspectos ambientais, o entorno e a gestão dos recursos. De forma semelhante, a especificação dos materiais também constitui uma etapa importante, onde deve-se privilegiar a escolha de materiais naturais e/ou pró meio ambiente e recicláveis em geral (YUDELSON, 2013).

Forster et al. (1999) definem projetos sustentáveis como a criação de edificações eficientes energeticamente, saudáveis, confortáveis e que aspirem uma longa vida útil. Segundo Edwards (2005), o projeto sustentável envolve a redução do aquecimento global através da análise do ciclo de vida dos materiais utilizados, de inovações tecnológicas, da economia energética através da criação de espaços saudáveis, economicamente viáveis e conectados com as necessidades do meio social.

Yudelson (2013) indica determinados benefícios das edificações sustentáveis, tais como redução do impacto ambiental, influência na saúde humana, menor consumo de energia e água e melhor qualidade do ar interior.

A arquitetura sustentável é definida como um conjunto de atividades que minimizam os danos causados ao meio ambiente e buscam o equilíbrio ecológico e a proteção da saúde e o conforto dos seus usuários. (AIGBAVBOA et al., 2017).

Algumas ferramentas ambientais podem ser aplicadas para auxiliar no desenvolvimento de edificações sustentáveis, como a “Avaliação do Ciclo de Vida” e o “Princípio da Economia de Recursos”. O Princípio da Economia de Recursos, elaborado por Kim & Ridgon em 1998, busca uma visão de reduzir a utilização de energia, água e materiais, utilizando estratégias de redução, reutilização e conscientização urbana (AIGBAVBOA et al., 2017).

2.2 Certificações Ambientais na Construção Civil

Segundo Lamberts et al. (2008), a introdução de ferramentas para gestão de requisitos ambientais ao longo do processo de projeto se apresenta como uma alternativa para suprir carências nestes aspectos na etapa de projeto, obra e ao longo da vida útil do empreendimento. Mudanças no modo de lidar com questões ambientais

aparecem como importantes oportunidades para o desenvolvimento de vários setores na cadeia produtiva. Na construção, este cenário tem sido demarcado pela utilização de soluções que resultem em menor impacto ao meio ambiente ao longo do ciclo de vida da edificação.

De acordo com Yanarella et al. (2009), as certificações ambientais provêm orientações para reduzir impactos ambientais. Horvat e Fazio (2005) descrevem as certificações como métodos para avaliar questões que influenciam o desempenho da edificação e o impacto no seu entorno. A expectativa é que o processo de certificação reduza o custo de produção, eleve o potencial de atingir novos mercados e reverta o custo inicial durante a operação da edificação (LEITE, 2011).

Suzer (2015) analisou, em sua pesquisa, diversos sistemas de certificação ambientais para construção civil. Dentre eles, descreve o sistema BREEAM como primeiro método de avaliação ambiental amplamente utilizado a nível global. Desenvolvido no Reino Unido, pela *Building Research Establishment Global Limited* (BRE global Ltda), o sistema fornece vários métodos de avaliação, incluindo “esquemas específicos de cada país”. São incluídos nesses esquemas países como Alemanha, Reino Unido, Noruega, Espanha Suécia e Áustria. Os demais países são avaliados de maneira mais genérica, como categorias internacionais. A metodologia de cálculo da pontuação avalia as prioridades ambientais do projeto. A classificação final da certificação resulta em Bom, Muito Bom, Excelente ou Exemplar e o sistema possui uma tabela com as ponderações de cada categoria. Segundo Nesteby et al (2016) objetivos principais objetivos do BREEAM é mitigar os impactos de edificações no meio ambiente, fornecer reconhecimento de mercado e garantir melhores práticas ambientais aos edifícios. Apesar de ser dirigido primariamente à fase de projeto, o sistema BREEAM confere a esta etapa uma certificação temporária, que somente é validade como permanente após a ocupação da edificação.

Outro sistema de certificação avaliado por Suzer (2015) é o CASBEE, desenvolvido pelo *Japan Sustainable Building Construction* (JSBC) em 2004. O sistema avalia 3 aspectos: efeitos no interior da edificação e seus ocupantes; impactos ambientais causados pela edificação; efeitos positivos e negativos da edificação tanto no ambiente interno quanto externo. O CASBEE possui quatro categorias de avaliação: Eficiência Energética, Eficiência de Recursos, Ambiente Local e Ambiente Interno.

Em contrapartida, o *Green Star*, selo australiano desenvolvido pelo *Green Building Council of Australia*, possui um sistema de customização da avaliação de acordo com cada projeto. É composto por nove categorias: Gerenciamento; Qualidade do Ambiente Interno; Energia; Transporte; Água; Materiais; Uso da Terra e Ecologia; Emissões; Inovações. A pontuação permite a omissão de determinados créditos que não seriam aplicáveis a projetos, de acordo com sua especificidade. O cálculo da pontuação final possui um fator de ponderação ambiental para cada categoria (GBCA, 2014).

O Sistema SBTOOL é um método de avaliação de sustentabilidade do edifício, que teve suas atividades iniciadas em 1996, promovido pela *Initiative International for a Sustainable Built Environment* (iiSBE). A metodologia do sistema consiste em avaliar três parâmetros principais: ambiental, social e econômico. Barbosa, Mateus e Bragança (2016) relatam que a ferramenta SBTool permite a avaliação da sustentabilidade de projetos de planejamento urbano e de regeneração urbana, mas também serve como guia para aplicação de boas práticas, auxiliando no desenvolvimento de cidades mais sustentáveis. A ferramenta abrange 12 categorias e 41 indicadores sob o escopo das três principais dimensões de sustentabilidade.

A Tabela 1 compara categorias contempladas pelos diferentes sistemas de certificação ambiental de prédios, previamente descritas.

Tabela 1 - Comparativo de sistemas de certificação

	BREEAM	LEED	GREEN STAR	CASBEE	HQE	GBTOOL
CONFORTO/QUALIDADE AMBIENTAL	x	x	x	x	x	x
MATERIAIS / RECURSOS	x	x	x	x	x	x
ENERGIA	x	x	x	x		
ÁGUA	x	x	x			
USO DO SOLO/TERRENOS	x	x	x			
IMPACTOS NO MEIO AMBIENTE / EMISSÕES			x		x	x
TRANSPORTE		x	x			x
SAÚDE	x				x	
INOVAÇÃO		x	x			
ASPECTOS REGIONAIS		x				
GERENCIAMENTO			x			
POLUIÇÃO	x					
ECOLOGIA			x			
ASPECTOS ECONÔMICOS						x

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

O comparativo de categorias avaliadas em cada certificação revela a preocupação quanto aos critérios de conforto, materiais e recursos em todas as certificações avaliadas. Já a preocupação com a eficiência energética é considerada em 4 das 6 certificações avaliadas. A preocupação com água, terrenos impactados, emissões e transportes é considerada em 3 das 6 certificações avaliadas.

No Brasil, o Selo PROCEL de Economia de Energia foi instituído no ano de 1993 através do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, coordenado pelo Ministério de Minas e Energia e executado pela Eletrobrás. Posteriormente, no ano de 2014 foi instituído o Selo PROCEL de Economia de Energia para Edificações. Na época, a etiquetagem de edificações no Brasil era um processo pioneiro, de iniciativa governamental. O objetivo do programa é promover a eficiência energética nas edificações através de projetos de pesquisa e estímulo à aplicação dos conceitos de eficiência energética nas edificações, incluindo dispositivos legais complementares à Lei de Eficiência Energética para classificação dos níveis destas edificações (PROCELINFO, 2015).

O sistema de certificação pioneiro na construção civil do país, o Processo Alta Qualidade Ambiental (AQUA), foi criado em 2007 pela Fundação Vanzolini. Segundo a Fundação Vanzolini (2008), apesar do sistema ser baseado na certificação francesa *Haute Qualité Environnementale* (HQE), seus referenciais técnicos consideram o clima, as normas técnicas e a regulamentação do Brasil.

O sistema de certificação concedido pela Caixa Econômica Federal, o Selo Casa Azul, entrou em operação em 2011 e contempla diversos aspectos das regiões brasileiras. Seu processo vêm ao encontro das normas técnicas, condições climáticas e tipologias usuais do país e considera três etapas do ciclo de vida das edificações: projeto, execução, uso e manutenção (CHIARELLO et al., 2015).

Outra ferramenta recente no país, o Referencial GBC Brasil Casa, foi criada pelo GBC Brasil – *Green Building Council Brasil* - no ano de 2013. Esse sistema de certificação avalia oito categorias de projeto, dentre elas: Implantação; Uso Racional da Água; Energia; Materiais e Recursos; Qualidade Ambiental Interna; Requisitos Sociais; Inovação e Projeto e Créditos Regionais. O sistema é voltado a edificações residenciais unifamiliares e multifamiliares e possui apoio de um comitê técnico composto por diversos profissionais do país. O Referencial GBC Brasil Casa avalia apenas a fase de projeto das edificações e foi elaborado com base no sistema internacional LEED para Novas Construções (GBC Brasil, 2016).

Diversos países desenvolveram programas destinados à promoção de edificações mais sustentáveis. Um desses programas, criado originalmente na América do Norte, é o LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) administrado pelo USGBC e CaGBC. Esse sistema de avaliação incentiva uma abordagem de projeto integrado, com esquema de pontos atribuídos a créditos determinados. Características de projeto consideradas favoráveis ao meio ambiente, como redução do consumo energético e de água e melhorias na qualidade do ambiente interno, formam o escopo da lista de créditos (SCOFIELD, 2009). Por ser o sistema de certificação estudado neste trabalho, é descrito mais detalhadamente a seguir.

2.3 Certificação LEED

Segundo Campos e Santos (2014), o LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) é o sistema internacional de certificação e orientação ambiental direcionado para edificações mais reconhecido atualmente. O objetivo do mesmo consiste em incentivar a transformação do projeto, obra e operação das edificações, com foco na sustentabilidade.

Considerando seu foco na construção sustentável, o sistema de certificação LEED avalia oito categorias nas edificações: localização e transportes, espaço sustentável, eficiência no uso da água, energia e atmosfera, materiais e recursos, qualidade ambiental, inovação e prioridades regionais (CAMPOS; CAMPOS, 2014).

O LEED possui 4 tipologias, que consideram diferentes atributos do empreendimento:

- BD+C – Novas Construções: projeto e construção;
- ID+C – Projeto de Interiores: projeto e construção;
- O+M – Edifícios Existentes: operação e manutenção;
- ND – Desenvolvimento de Bairros: projeto e construção.

As 4 tipologias avaliam 8 categorias, conforme a figura 2. Todas elas possuem pré-requisitos (práticas obrigatórias) e créditos a escolher. Cada pré-requisito e crédito atendido garante pontos para a certificação. A categoria obtida por cada empreendimento é definida conforme a quantidade de pontos adquiridos, podendo variar de 40 pontos, nível certificado, a 110 pontos, nível platina (GBC Brasil, 2016).

Através de cada crédito, o sistema avalia o desempenho e concede os pontos se os requisitos foram atingidos (WU et al., 2017).

Figura 2- Categorias do sistema de certificação LEED



Fonte: GBC Brasil (2016).

Cada categoria possui pré-requisitos e créditos. Enquanto os pré-requisitos constituem ações obrigatórias para qualquer empreendimento que busque a certificação. Os créditos podem ser considerados como diretrizes que o sistema de certificação sugere, com foco no desempenho do edifício (ou bairro) a ser certificado (GBC Brasil, 2016).

Figura 3- Nível de certificação



Fonte: GBC Brasil (2016).

O selo LEED teve origem nos Estados Unidos, proposto pelo conselho *U.S. Green Building Council* (USGBC) com a v1.0 lançada no ano de 1998. Com a necessidade de revisão da sua base, o USGBC, em parceria com profissionais envolvidos, lançou, no ano 2000, a v2.0. Posteriormente, nos anos 2002 e 2005, foram lançadas as v2.1 e v2.2 com algumas alterações burocráticas da certificação e atualizações de normas (HERNANDES; DUARTE, 2005). No ano de 2009 foi lançada

a v3 (2009) com a inserção de medidas e cuidados nas instalações dos canteiros de obras, até então pouco consideradas nas versões anteriores (MATIAS; CRUZ, 2013).

A versão mais atual é a v4 (2016), lançada no ano de 2016 e introduz um novo conjunto de categorias focadas no impacto das questões sociais. O LEED v4 (2016) propõe uma nova ferramenta online que permite a análise estatística dos resultados de cada crédito no sistema (OWENS, B. et al., 2015).

A nova abordagem da v4 (2016) é baseada nas categorias da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos e aumenta o foco no desempenho das edificações e nas avaliações de ciclo de vida. Por serem diretrizes voltadas para materiais e produtos, as categorias foram reavaliadas para uma visão mais abrangente de edificações (OWENS, B. et al., 2015).

Outra alteração percebida é a reorganização das tipologias da v3 (2009) para a v4 (2016), mostrada na figura 4, onde observa-se a adição de 3 classificações de edificações na tipologia NC: Depósitos e Centros de Distribuição, Edificações da Saúde, Centros de Servidores”.

Figura 4- Tipologias e Categorias da Certificação LEED v4 (2016)

	NOVAS CONSTRUÇÕES E REFORMAS	NOVAS CONSTRUÇÕES E REFORMAS	OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO	BAIRROS
TIPOLOGIA	 PROJETO E CONSTRUÇÃO	 DESIGN E CONSTRUÇÃO DE INTERIORES	 OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO	 DESENVOLVIMEN- TO DE BAIRROS
Classificação	<ul style="list-style-type: none"> • Novas Construções • Envolvória e Interiores • Escolas • Varejo • Saúde • Central de Servidores • Hospitais • Depósitos e Centros de Distribuição 	<ul style="list-style-type: none"> • Interiores Comerciais • Varejo • Hospitais 	<ul style="list-style-type: none"> • Edificações Existentes • Central de Servidores • Depósitos e Centros de Distribuição • Hospitais • Escolas • Varejo 	<ul style="list-style-type: none"> • Planejamento • Projeto Construído

Fonte: Elaborada pela autora (2016).

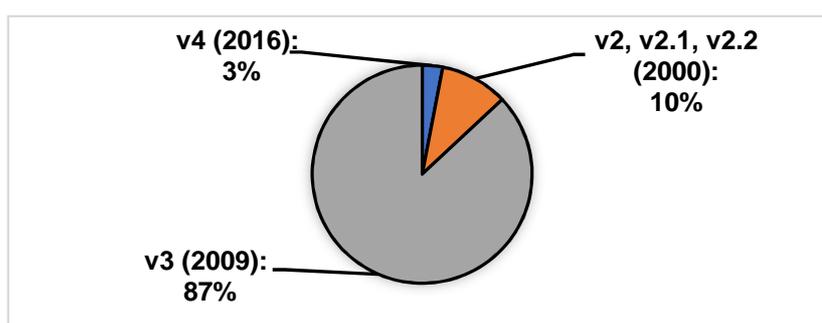
A certificação LEED para Operações e Manutenção de Edificações Preexistentes (LEED EB-OM) consiste em um sistema de parâmetros, para avaliação e certificação de operações em progresso (YUDELSON, 2013).

Os projetos certificados em LEED EB-OM já superam os certificados em projeto, desde 2011. Além disso, o número de edifícios existentes é significativamente maior que o de novos edifícios. Por este motivo, é importante estudar os processos de adaptação da certificação LEED dos edifícios em operação. O LEED EB-OM passou por quatro versões desde sua criação em 2000: Piloto LEED EB (2000), LEED EB v2 (2004), LEED EB-O&M v3 (2009) e LEED EB-O&M v4 (2016) (CHENG, 2013).

A forma como a edificação será operada ao longo de sua vida útil é frequentemente negligenciada. Dentre os procedimentos para o sucesso da certificação LEED EB-OM, destacam-se: a orientação aos usuários e funcionários em relação aos sistemas ao ocuparem a edificação; a importância da elaboração de um manual de uso; o levantamento periódico da satisfação dos usuários com o conforto térmico durante os primeiros 6 a 18 meses de ocupação e a inserção de programas de inspeção predial (YUDELSON, 2013).

No Brasil, o sistema de certificação LEED tem sido utilizado para certificação de prédios nas diferentes tipologias. A versão que possui maior número de registros é a v3 (2009), conforme mostra a figura 5.

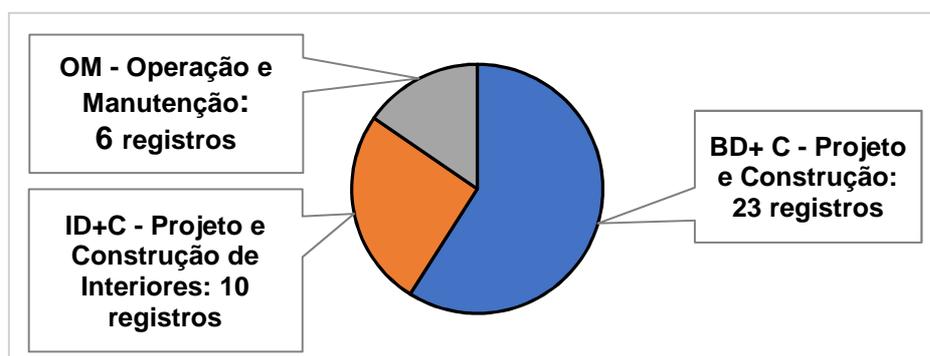
Figura 5- Registros de projetos certificados por versão no Brasil



Fonte: Elaborada pela autora (2016).

Observa-se que a v4 (2016) ainda detém a minoria dos registros em comparação com as versões anteriores. Considerando seu ano de lançamento, no entanto, a v4 (2016) já possui 39 projetos certificados, que representa uma quantidade expressiva. A figura 6 mostra o número de projetos registrados por tipologia da v4 (2016).

Figura 6- Registros de projetos certificados na v4 (2016) no Brasil



Fonte: Elaborada pela autora (2016).

Percebe-se que a tipologia BD+C – Projeto e Construções possui o maior número de certificações, sendo voltada, na maior parte, para edificações corporativas. Na segunda posição está a tipologia ID+C – Projeto e Construção de Interiores.

De uma forma geral, o objetivo das edificações certificadas pelo sistema LEED é apresentar um desempenho superior em termos ambientais, com a redução do consumo de energia, das emissões de carbono e do custo de operação, pois são projetadas mediante análise e avaliação do desempenho de todo seu ciclo de vida (WU et al., 2017). Os autores Ribeiro Campos e Santos (2014), em pesquisa realizada com usuários de uma edificação com selo LEED, concluíram que a certificação aumenta a saúde dos ocupantes, promove a inclusão social e aumenta o senso de comunidade. O estudo de Gouveia, Burratino e Ferreira (2009), o qual avaliou duas edificações com certificação LEED, concluiu que o valor agregado, principal ponto de vista do incorporador, é o marketing que gera venda, porém, o impacto no custo de operação é o que realmente garante o retorno do investimento em um processo de certificação LEED (GOUVEIA; BURRATTINO; FERREIRA, 2009).

Contudo, Donghwan et al. (2015), questionam a relação entre os edifícios certificados e os impactos ambientais para a sociedade e o meio ambiente. Em suas análises, concluíram, por exemplo, que as edificações certificadas não apresentaram influência na temperatura externa dos ambientes, não apresentando influência significativa no clima regional. Antonioli (2015) e Kern et al. (2016) apontam que alguns créditos pontuados na fase de projeto acabam não reduzindo impactos ambientais na fase de ocupação, especialmente os que dependem do papel do usuário.

2.4 Eco-eficiência x Eco-eficácia

A consciência a respeito da redução dos impactos ambientais no setor da construção civil tem aumentado nos últimos anos. A discussão dos conceitos de eco-eficiência e eco-eficácia contribui para este estudo. Para tal foram coletadas diferentes abordagens dos conceitos, os quais são apresentados a seguir.

Os autores McDonough e Braungart (2002) já avaliavam em suas pesquisas os conceitos bases para eco-eficiência e eco-eficácia, como o “*triple bottom line*” e “*triple top line*”. Para os autores, o conceito de “*triple bottom line*” representa uma importante ferramenta para integrar a sustentabilidade com economia, equilibrando objetivos econômicos, sociais e ambientais. Porém, os autores já relatam que uma estratégia focada apenas no “*triple bottom line*” pode ocultar a inovação no processo. Uma nova perspectiva de projeto aborda o conceito de “*triple top line*” o qual neste sistema, os materiais tornam-se alimento para o solo ou retornam para a indústria para sempre. Valor e qualidade são incorporados nos produtos, processos e instalações ecologicamente inteligentes, de maneira que deixem impactos positivos no meio ambiente.

Jacques (2011) analisa em seu estudo os conceitos de berço ao berço e berço ao túmulo. Para autora, o fato de os produtos seguirem uma lógica linear na produção e no consumo, gera muitos resíduos tanto industriais quanto urbanos. O desenvolvimento de produtos no conceito de berço ao túmulo, possui foco nos usuários finais e a sociedade acaba arcando com a responsabilidade de manejo e descarte seguro dos resíduos gerados individualmente. Já no conceito de berço ao berço existe a necessidade de se fechar o ciclo através de duas opções: materiais e componentes retornam à indústria como matérias primas ou são decompostos com segurança na natureza, pode-se chamar de metabolismo biológico ou metabolismo tecnológico.

Segundo o *The World Business Council for Sustainable* (2017), a eco-eficiência reduz progressivamente os impactos ambientais de um dado produto ao longo do seu ciclo de vida. O conceito de eco-eficiência define-se por buscar mais produto ou valor de serviço com menos desperdício. Abrange conceitos de desmaterialização, aumento de produtividade, redução da toxicidade, aumento da reciclagem, tempo de vida prolongado (BRAUNGART et al., 2007).

A eco-eficiência prevê um fluxo unidirecional de matérias: matérias-primas são extraídas do meio ambiente, transformadas em produtos e eventualmente eliminadas. Nesse sistema, técnicas com eco-eficiência procuram apenas minimizar o volume, a velocidade e a toxicidade do sistema de fluxo de material, porém não alteram sua progressão linear. Alguns materiais podem ser reciclados, mas, geralmente, como uma solução de fim de tubo, uma vez que os materiais não foram projetados para serem reciclados (SIMON et al., 2017). Nesse contexto, a eco-eficiência caracteriza-se pela capacidade de produzir mais e melhores produtos usando menos recursos e minimizando o desperdício (SIMON et al., 2017).

Em contrapartida ao conceito de minimização e desmaterialização, o conceito de eco-eficácia propõe a transformação dos produtos e seus materiais associados. O objetivo principal não é minimizar o fluxo de materiais do “berço ao túmulo”, mas gerar um processo cíclico, de “berço ao berço”, que permite que os materiais se mantenham como recursos e acumulem inteligência ao longo do tempo (BRAUNGART et al. 2007).

O conceito de “berço-ao-berço” define uma estrutura para projetar produtos e processos industriais que transforma materiais em nutrientes, permite que o seu fluxo seja perpétuo dentro da cadeia, não havendo resíduos descartados no meio ambiente. Estratégias como design de berço-ao-berço e uso de materiais inteligentes fazem parte do conceito de eco-eficácia, pois tratam diretamente da questão da manutenção ou da qualidade e produtividade do uso dos recursos materiais. A eco-eficácia não exige a minimização do uso do material (BRAUNGART et al. 2007).

A tabela 2 mostra a comparação entre os conceitos de eco-eficiência e eco-eficácia.

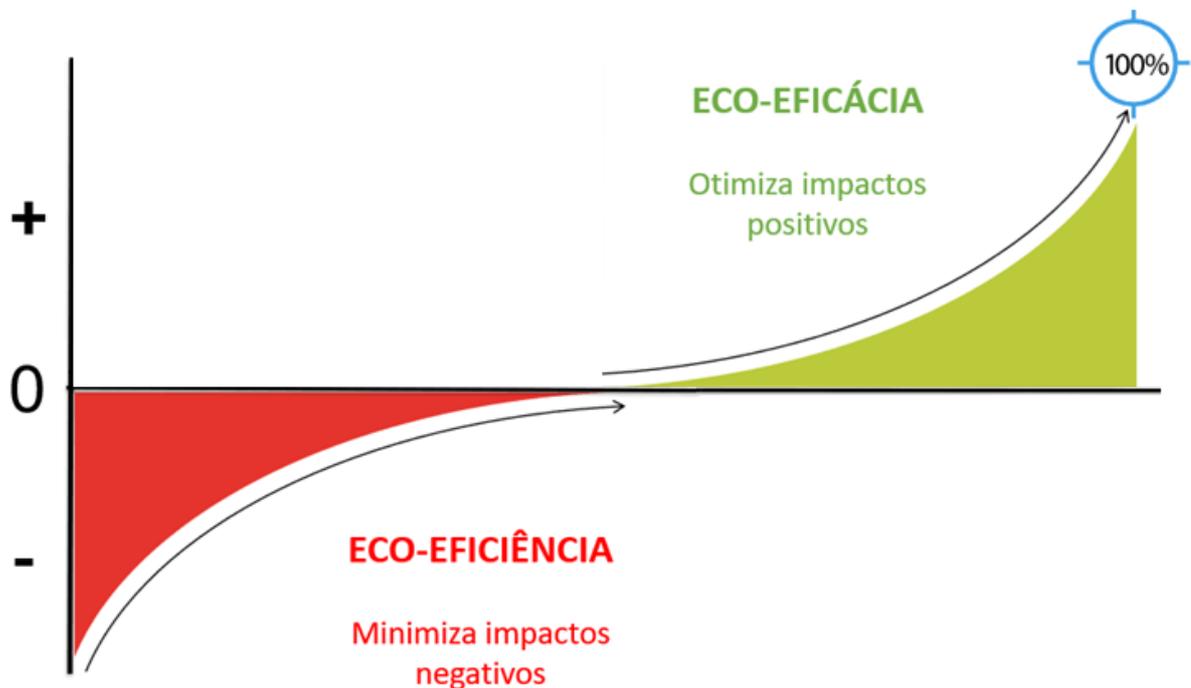
Tabela 2 - Conceitos de Eco-eficiência x Eco-eficácia

ECO-EFICIÊNCIA	ECO-EFICÁCIA
Minimização da toxicidade dos produtos químicos utilizados	Saúde para as pessoas e planetas
Diminuição da geração de resíduos	Todo desperdício é nutriente para a indústria ou natureza
Redução da pegada de carbono	Sem emissões, sequestro de carbono, ar limpo
Redução da água utilizada e emissões	Filtros e recuperação dos sistemas de água
Prevenção da violação de direitos humanos	Comunidades prósperas

Fonte: Mc Donough e Braungart (2002).

Segundo os autores Mc Donough e Braungart (2002), a eco-eficácia é conquistada através da produção e do consumo de bens e serviços que vão além da redução de consequências negativas implicadas na eco-eficiência. A eco-eficácia engloba um conjunto de estratégias ambientais positivas. Já a eco-eficiência almeja o desperdício zero e a redução do uso de recursos ambientais. A figura 7 revela a comparação dos objetivos dos dois conceitos.

Figura 7– Eco-eficiência x Eco-eficácia



Fonte: Adaptado de Mc Donough e Braungart (2002).

A eco-eficácia ultrapassa as abordagens de emissão zero, concentrando-se no desenvolvimento de produtos e sistemas industriais que mantenham ou melhorem a qualidade e a produtividade dos materiais através de ciclos de vida subsequentes.

O conceito de eco-eficácia transcende a principal falha da eco-eficiência: sua incapacidade de abordar a necessidade de redesenho fundamental dos fluxos de materiais, seus inerentes antagonismos em relação ao crescimento econômico a longo prazo e à inovação, e sua insuficiência no tratamento de toxicidade. (BRAUNGART et al. 2007).

A definição de eco-eficácia considera o aumento da produtividade dos recursos, toxicidade reduzida, maior reciclagem dos produtos e maior tempo de vida dos

mesmos, pressupõe um sistema de produção que inevitavelmente transforma os resíduos em recursos.

Mancio (2017) aborda em sua pesquisa o que devemos fazer para atender às demandas e aprimorar as condições de vida da população em crescimento, sem agravar a crise ambiental. Para o autor, os danos ambientais podem ser eliminados através de escolhas tecnológicas corretas, através do processo de eco-eficácia e do uso de materiais inovadores. O autor ainda cita, em sua apresentação, alguns materiais inovadores, que não são apenas “menos ruins” para o meio ambiente, mas possuem efeitos positivos para o mesmo.

Braungart, McDonough e Bollinger (2006) abordam o conceito de eco-eficácia não só pela redução das emissões, mas sim no desenvolvimento de produtos e sistemas industriais que mantenham ou melhorem a qualidade e a produtividade dos materiais através de ciclos de vida subsequentes. Os autores ainda sugerem a reinvenção de produtos, de maneira que se reconsidere como eles podem satisfazer de forma otimizada as necessidades para as quais eles realmente se destinam ao mesmo tempo que apoiem sistemas ecológicos e sociais. O processo exige a criação de um sistema de gerenciamento dos “nutrientes” para coordenar os fluxos de materiais entre os envolvidos do produto.

3 METODOLOGIA

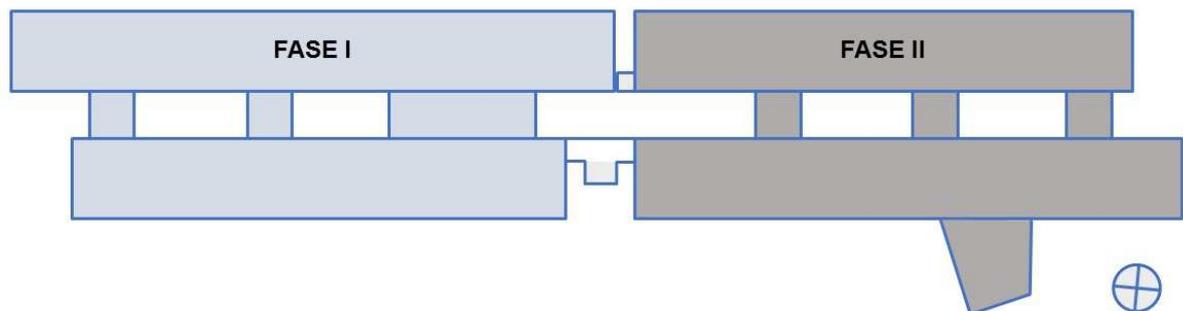
O método de pesquisa adotado neste trabalho é o estudo de caso. Yin (2001) define o método como uma investigação empírica que analisa um elemento contemporâneo dentro de seu contexto de vida real, principalmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos. Representa uma maneira de estudar um tópico empírico, seguindo um conjunto de procedimentos pré-especificados. Segundo Stoecker (1991), o estudo de caso não é nem uma tática para coleta de dados nem meramente uma característica do planejamento em si, mas uma estratégia de pesquisa abrangente.

3.1 Descrição do Objeto de Estudo

O objeto de estudo consiste em uma edificação corporativa de uma empresa multinacional que atua no ramo de softwares empresariais, localizada no campus da Unisinos, em São Leopoldo, RS. O prédio foi construído em duas fases, sendo ambas certificadas pelo sistema LEED, com classificação ouro.

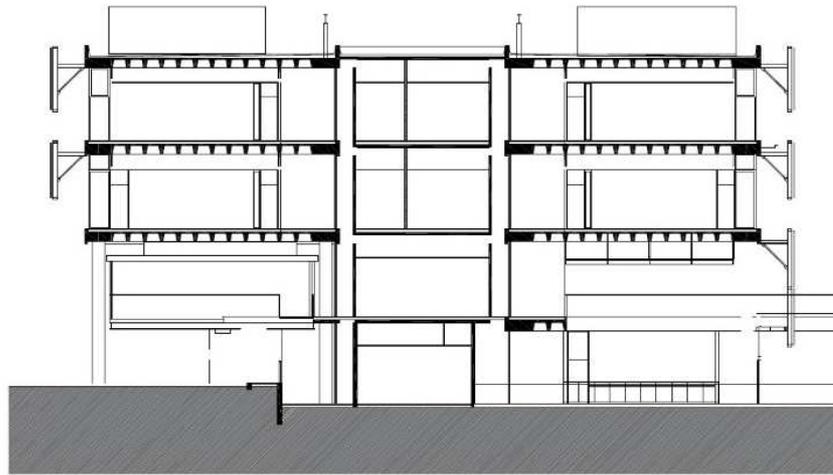
A Fase 1 da edificação teve sua ocupação iniciada no ano de 2009 e a Fase 2, a qual consiste na ampliação da edificação, teve sua ocupação iniciada em 2013 (figura 8).

Figura 8– Planta-chave



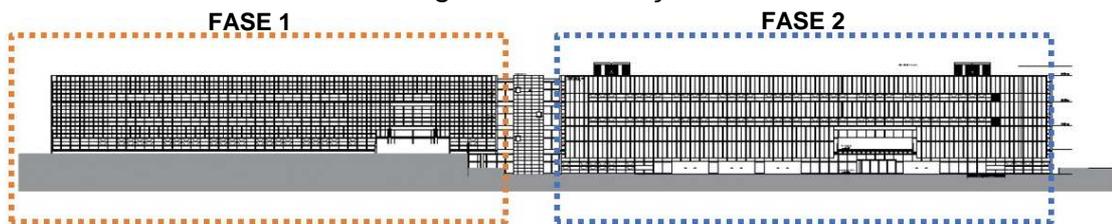
Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

Figura 9– Corte transversal



Fonte: Portal Galeria da Arquitetura (2016).

Figura 10– Elevação



Fonte: Portal Galeria da Arquitetura (2016).

O empreendimento foi construído em um terreno com área de 23.014 m², sendo, destes, 7.326m² ocupados pela edificação. O sistema construtivo utilizado consiste em concreto aparente com grandes panos de vidro na fachada e utilização de *brises* perfurados, que permitem grande permeabilidade visual entre os usuários e o meio externo.

A empresa conquistou a certificação LEED Ouro para Novas Construções no ano de 2010 para a Fase 1 e no ano de 2016 para a Fase 2. A certificação LEED NC (Novas Construções) contempla ações de sustentabilidade para a fase de projeto e obra.

Figura 11– Vista externa da edificação



Fonte: Portal Galeria da Arquitetura (2016).

Figura 12– Vista externa da edificação



Fonte: Portal Galeria da Arquitetura (2016).

Figura 13– Vista entre os blocos

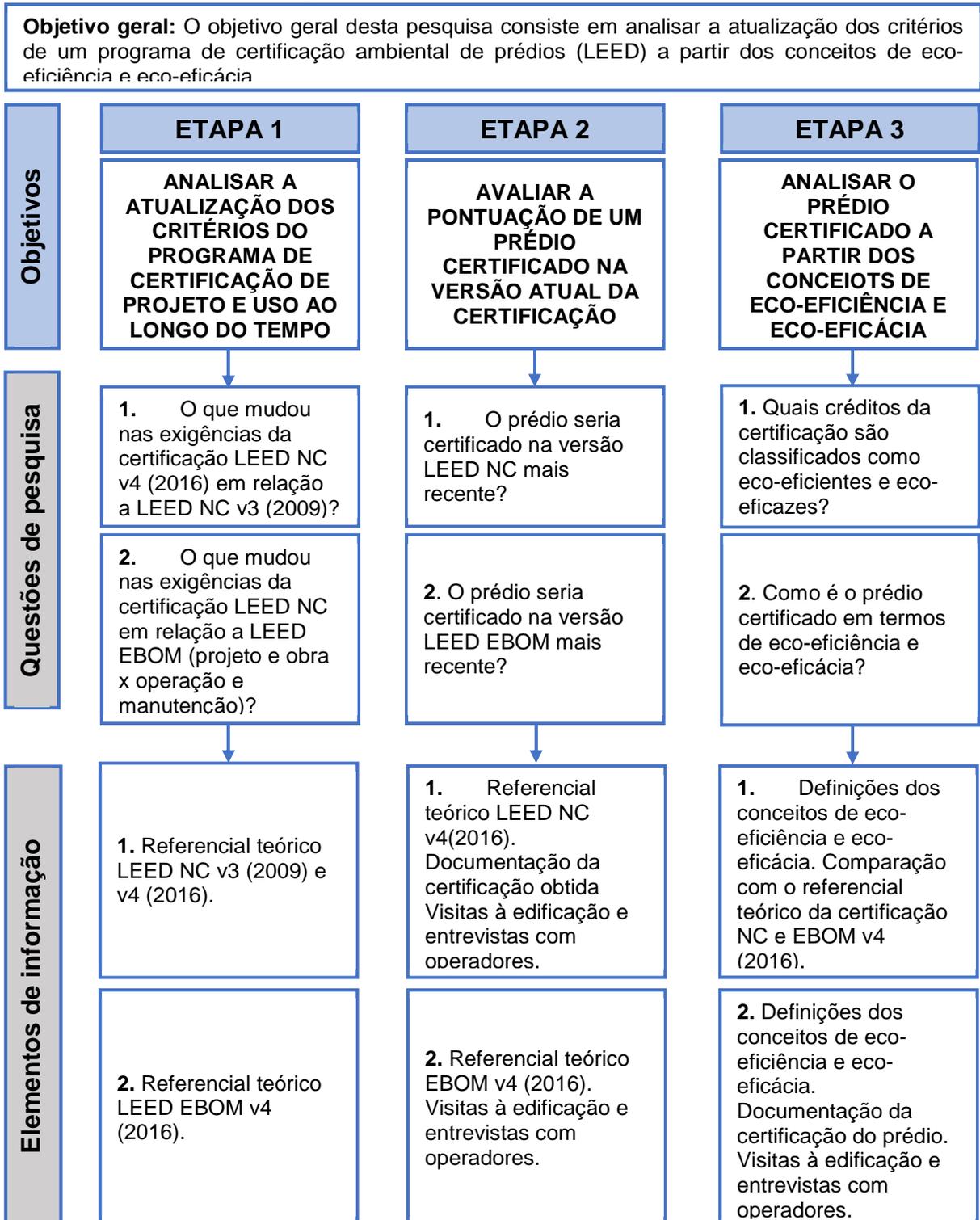


Fonte: Portal Galeria da Arquitetura (2016).

3.2 Delineamento da Pesquisa

O delineamento da pesquisa está na figura 14, onde são apresentadas as etapas de pesquisas, respectivos objetivos, questões e elementos de informações.

Figura 14– Delineamento da pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

Conforme mostra o delineamento da pesquisa, o trabalho foi dividido em três etapas, a seguir descritas.

3.3 Etapa 1: Atualização dos Critérios LEED ao Longo do Tempo

A primeira etapa da pesquisa constitui a análise das inovações ocorridas quanto aos critérios do sistema de certificação em suas últimas versões. Para tal, avaliou-se a atualização da v3 (2009) LEED NC (Novas Construções) para a v4 (2016), e foi realizada uma comparação das atualizações dos critérios da certificação de projeto e obra para a certificação LEED EBOM v4 (2016) (operação e manutenção).

As questões de pesquisa que nortearam a realização desta etapa consistem na verificação de quais exigências mudaram na certificação atual em relação à anterior e na verificação de quais critérios mudaram entre a certificação de projeto NC v3 (2009) e a certificação de operação e manutenção EBOM v4 (2016).

Figura 15– Versões da certificação avaliadas no estudo



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

A figura 15 mostra quais versões foram comparadas nesta primeira etapa. As alterações foram averiguadas através de uma análise detalhada de todas as exigências de cada crédito da certificação. Foram examinados todos os itens e comparados os critérios de cada crédito entre a versão anterior e a atual. A análise foi realizada a partir dos guias de referência da certificação, que expõem todos os seus itens exigidos.

3.4 Etapa 2: Avaliação do Prédio Certificado na Versão Atual da Certificação

A segunda etapa consisti na avaliação da pontuação do prédio, já certificado em LEED NC v3 (2009), na versão mais atual da certificação NC e EBOM, v4 (2016). Esta etapa utiliza o prédio certificado como objeto de estudo.

As questões de pesquisa que conduziram a realização desta etapa compreendem a verificação se o prédio, já certificado na LEED NC v3 (2009), atenderia os requisitos exigidos pela versão mais atual v4 (2016). A segunda questão abordada nesta etapa consistiu no diagnóstico do prédio já certificado em projeto para a certificação de operação e manutenção, EBOM v4 (2016), buscando analisar como um prédio já certificado em projeto atenderia aos requisitos exigidos pela certificação de operação e manutenção.

Para tal, foram coletadas documentações que comprovam o atendimento aos itens da certificação. Os itens atendidos e recusados foram comparados com cada pré-requisito e crédito da certificação atual. O diagnóstico da certificação de operação e manutenção foi realizada através de visitas à edificação, entrevistas e colaboração dos operadores durante todo período da pesquisa.

Os procedimentos realizados em relação à manutenção da edificação foram discriminados pelos operadores nesta etapa. Práticas de sustentabilidade relacionadas ao consumo de água, energia, compra e descarte de materiais e satisfação dos usuários na edificação foram coletadas através de entrevistas com os operadores da mesma.

3.5 Etapa 3: Avaliação do Prédio Certificado nos Conceitos de Eco-eficiência e Eco-eficácia

A terceira etapa avalia o prédio certificado conforme os conceitos de eco-eficiência e eco-eficácia. A questão de pesquisa que orientou esta etapa consiste, primeiramente, na avaliação do sistema de certificação conforme os conceitos de eco-eficiência e eco-eficácia. Foram verificados os conceitos para a certificação de projeto LEED NC v4 (2016) e para a de operação e manutenção LEED EBOM v4 (2016). A análise inicial foi realizada a partir da verificação da maneira como os créditos da certificação consideram os conceitos de eco-eficiência e eco-eficácia, verificando se apenas buscam a reduzir os impactos no meio ambiente ou se criam impactos

positivos. Para tal foram analisados os requisitos de cada crédito de todas categorias das duas certificações.

A segunda questão avaliada nesta etapa diagnosticou de que forma o prédio aborda os dois conceitos. Para tal, foram verificados quais pré-requisitos e créditos a edificação atingiu nas duas certificações, NC v4 (2016) e EBOM v4 (2016) conforme os resultados da Etapa 2. Os créditos e pré-requisitos atendidos foram classificados, possibilitando concluir qual conceito prevalece na abordagem do prédio certificado.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos em decorrência das três etapas de pesquisa: (i) Atualização dos Critérios LEED; (ii) Avaliação do Prédio na Versão Atual da Certificação; (iii) Aplicação dos Conceitos de Eco-eficiência e Eco-eficácia na Certificação LEED.

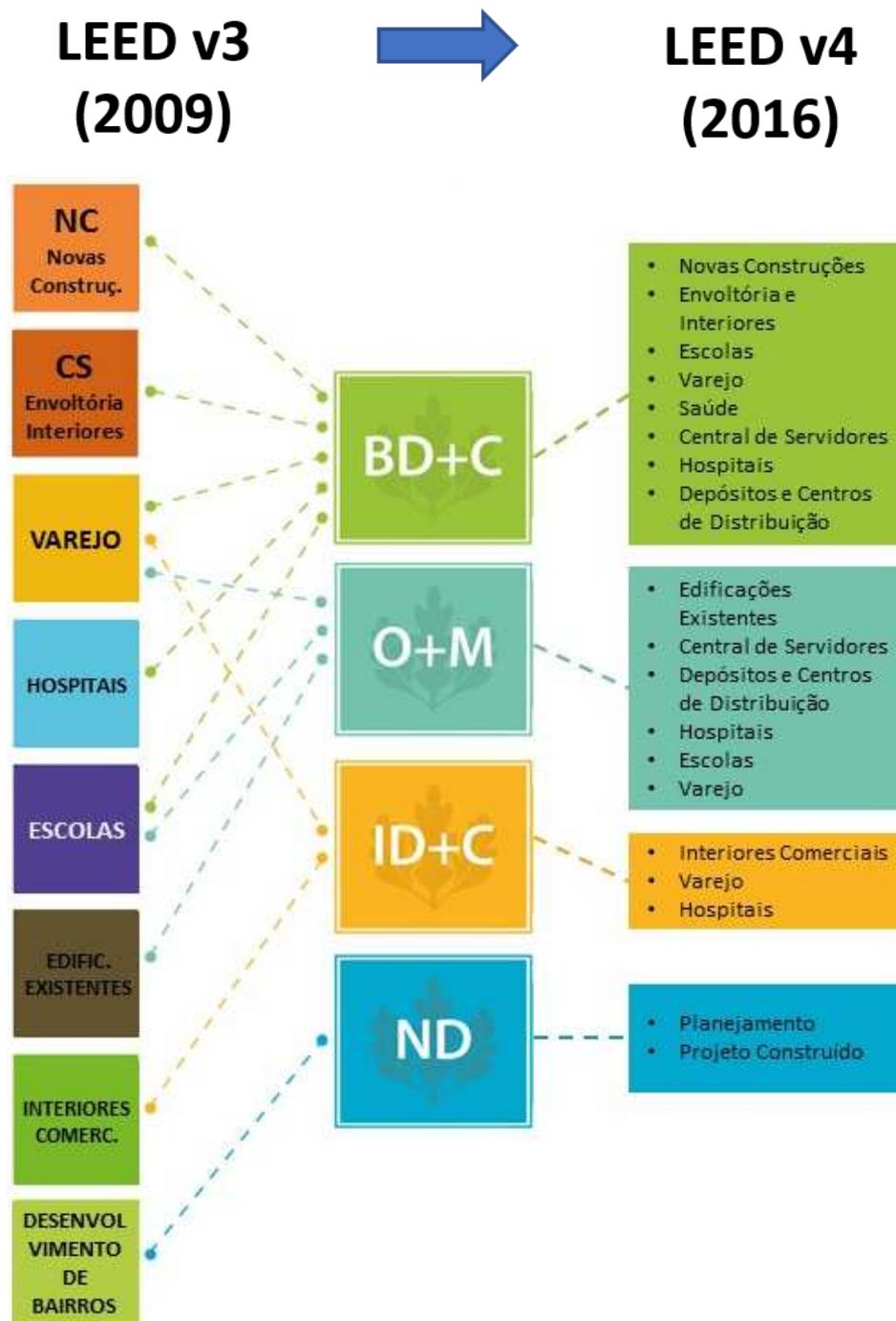
4.1 Etapa 1: Atualização dos Critérios LEED ao Longo do Tempo

De uma forma geral a partir da realização desta etapa observaram-se atualizações e alterações das versões do sistema de certificação LEED em diferentes dimensões: tipologias, categorias de certificação, pré-requisitos e créditos.

4.1.1 Tipologias Certificadas

Na v3 (2009) o sistema de certificação era dividido em 8 tipologias: Novas Construções, Envoltória e Interiores, Varejo, Hospitais, Escolas, Edificações Existentes, Interiores Comerciais e Desenvolvimento de Bairros. Na v4 (2016), o sistema possui apenas 4 tipologias, mais robustas, cada uma incorporando mais de uma tipologia do que na versão anterior, além de englobar outros tipos de edifícios, como hotéis, *data centers*, hospitais e centros de distribuição. A figura 16 mostra a atualização das tipologias consideradas nas duas versões.

Figura 16 – Tipologias consideradas na v3 (2009) e v4 (2016) do sistema LEED



Fonte: USGBC (2017).

Observa-se que a nova versão da certificação, além de relocar as tipologias, apresenta maior rigor na classificação das edificações com a criação de novas tipologias como hotéis, *data centers*, hospitais e centros de distribuição. A v4 (2016) aborda essas tipologias com exigências exclusivas, pelo fato de possuírem uso e funções específicas.

4.1.2 Categorias de Requisitos

A preocupação com a redução dos impactos ambientais relacionados ao transporte e o incentivo ao uso de transportes alternativos deu origem a uma nova categoria na v4 (2016): Localização e Transportes. Esta nova categoria procura guiar as decisões de projeto sobre a localização da edificação, desenvolvimento compacto e conexão com a infraestrutura local.

Cabe comentar que as versões anteriores incluíam estas diretrizes na categoria de Terrenos Sustentáveis, porém a criação de uma nova categoria exclusiva chama atenção para a problemática.

Os efeitos negativos da utilização do transporte motorizado estão cada vez mais em destaque. Assim, a sociedade busca formas mais conscientes de transporte de pessoas e mercadorias para amenizar os impactos negativos que os padrões de urbanização, movimentação e consumo de energia causam sobre o meio ambiente, a economia e a sociedade (VARGAS, 2015). Estudos revelam que a queima indiscriminada de combustíveis fósseis ocasionadas pelo uso do transporte automotor, produz cerca de um quarto das chamadas partículas finas inaláveis, apontadas como causa de câncer de pulmão e doenças cardiovasculares. O aumento destas partículas no ar das cidades está diretamente ligado ao percentual de risco de morte (VARGAS, 2015).

A categoria de Localização e Transportes, apesar de inédita, conta com 7 de 8 créditos originários da antiga categoria de Terrenos Sustentáveis.

4.1.3 Pré-requisitos e Créditos

A comparação dos créditos, pré-requisitos e requisitos entre v3 (2009) e v4 (2016) permite verificar quais exigências permaneceram, quais foram alteradas e quais foram inseridas na certificação.

Dentre os novos pré-requisitos destaca-se o surgimento do PPI (Processo de Projeto Integrado). O PPI surge independente das 9 categorias. É um processo sugerido no início da certificação e bonifica como crédito em todas tipologias para que utilizar o processo, porém aparece como exigência de pré-requisito para a tipologia de Unidades de Saúde.

O PPI surge, na nova versão, como um requisito de sustentabilidade e incentiva o desenvolvimento dos projetos por equipes multidisciplinares desde as etapas iniciais. Para tal, os projetos devem envolver ativamente membros das equipes em pelo menos três das fases de projeto e do processo contínuo. Devem ser realizadas reuniões mensais com as equipes de projeto, onde deve haver a atualização de novos membros, revisão de intenções e objetivos do trabalho, e discussão sobre problemas e responsabilidades.

Segundo Yudelson (2013), o Projeto Integrado efetivo tem como consequência significativa economia de custos. O gerente e cliente devem cobrar constantemente as equipes de projeto para que se mantenham em conformidade. O comprometimento e o desempenho das equipes são essenciais para eficiência do processo. As *ecocharretes* de projeto são adotadas como métodos de gestão das fases iniciais do processo, pois, segundo Wilson et al. (1998), consistem em um importante mecanismo para a integração cruzada de ideias no início do processo de projeto.

A categoria de Localização e Transportes é inédita na versão v4 (2016). A tabela 3 mostra os créditos exigidos pela mesma, assim como os créditos que já existiam na versão anterior.

Tabela 3 - Relação de créditos novos da categoria LT – Localização e Transportes v4 (2016)

LT – LOCALIZAÇÃO E TRANSPORTES		
CRÉDITO		CRÉDITO NOVO na v4 (2016)
LTc1	LEED Bairros	S
LTc2	Proteção de Áreas Sensíveis	N
LTc3	Local de Alta Prioridade	N
LTc4	Densidade Urbana e Conexão com a Comunidade	N
LTc5	Acesso a Transporte de Qualidade	N
LTc6	Instalações para Bicicletas	N
LTc7	Redução da Área de Projeção do Estacionamento	N
LTc8	Veículos Verdes	N

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

A inserção do novo crédito LEED Bairros encoraja a pontuação para edificações inseridas em bairros certificados. O crédito Densidade Urbana e Conexão com a Comunidade introduz uma nova demanda em relação às versões anteriores: sugere que o terreno seja atendido por um ramal ferroviário de carga ativo. Já o crédito

Acesso a Transporte de Qualidade requisita números mínimos de viagens do transporte público, conforme a tabela 4.

Tabela 4– Pontuação para serviço de transporte diário mínimo para projetos com diversos tipos de transporte

Viagens em dias úteis	Viagens em fins de semana	Pontos BD&C (exceto Envoltória e Núcleo Central)	Pontos BD&C (Envoltória e Núcleo Central)
72	40	1	1
144	108	3	3
360	216	5	6

Fonte: Ref. Guide V4 (2016).

O crédito Instalações para Bicicletas, na v4 (2016), exige também um número mínimo de vagas correspondendo a 2,5% dos visitantes no horário de pico. Já o crédito Redução da Área de Estacionamento, que exigia anteriormente apenas que número de vagas dos códigos locais não fosse ultrapassado, requisita, agora, uma redução percentual abaixo dos coeficientes base do Conselho de Consultores de Estacionamento (*Parking Consultants Council*), conforme indicado pelo Guia de Planejamento do Transporte (*Transportation Planning Handbook – Institute of Transportation Engineers*).

A categoria de Terrenos Sustentáveis possui apenas 1 crédito novo, porém 7 créditos fazem parte da nova categoria de Localização e Transportes, conforme mostra a tabela 5.

Tabela 5– Relação de créditos novos da categoria SS – Terrenos Sustentáveis v4 (2016)

SS – TERRENOS SUSTENTÁVEIS		CRÉDITO NOVO na v4 (2016)
CRÉDITO		
SSp1	Prevenção da Poluição na Construção	N
SSc1	Seleção do Terreno	S
SSc2	Desenvolvimento do Terreno - Proteção ou Restauração de Habitat	N
SSc3	Espaços Abertos	N
SSc4	Gerenciamento de Águas Pluviais	N
SSc5	Redução de Ilhas de Calor - Áreas Cobertas	N
SSc6	Redução da Poluição Luminosa	N

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Nesta categoria, é possível observar um acréscimo de 10% em relação à restauração do terreno, bem como um aumento de 20% para 30% da área de espaços abertos em relação à versão anterior. A preocupação com a minimização dos efeitos de ilhas de calor nos centros urbanos elevou os índices mínimos de SRI (índice de refletância solar) das superfícies, conforme mostra a tabela 6.

Tabela 6– Valores mínimos do índice de refletância solar, por inclinação do telhado

	Inclinação	SRI inicial	SRI após 3 anos
Telhado pouco inclinado	≤ 2:12	82	64
Telhado muito inclinado	> 2:12	39	32

Fonte: Ref. Guide V4 (2016).

Nota-se, ainda na categoria Terrenos Sustentáveis, que a v3 (2009) solicita apenas a redução da poluição luminosa nos horários noturnos, enquanto a versão atual exige limites máximos de luminância para o mesmo período.

A categoria Eficiência em Água possui 4 novos créditos, conforme mostra a tabela 7. Nota-se, claramente, a exigência de medições de consumo setORIZADAS, a fim de aprimorar a gestão do uso da água em cada local da edificação, rastrear o consumo e identificar oportunidades. Para tal, é indicada a instalação de hidrômetros capazes de medir 2 ou mais subsistemas, cujos dados devem ser enviados ao órgão certificador por um período de 5 anos.

Tabela 7- Relação de créditos novos da categoria WE – Eficiência no Uso da Água v4 (2016)

WE – EFICIÊNCIA NO USO DA ÁGUA		
CRÉDITO		CRÉDITO NOVO na v4 (2016)
WEp1	Redução do Uso da Água do Exterior	S
WEp2	Redução do Uso de Água do Interior	N
WEp3	Medição de Água do Edifício	S
WEc1	Redução do Uso da Água do Exterior	N
WEc2	Redução do Uso de Água do Interior	N
WEc3	Uso de Água na Torre de Resfriamento	S
WEc4	Medição do Consumo de Água	S

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Na nova versão, a categoria Eficiência em Água conta com um novo pré-requisito que exige uma redução do consumo de água com irrigação no paisagismo

igual ou superior a 30%. A eficiência do uso da água no paisagismo pode também ser bonificada na versão atual pela ausência de irrigação, através do uso de plantas nativas, adaptadas ausência de irrigação. Recomenda-se também a análise da água utilizada nas torres de resfriamento e a otimização dos ciclos de recirculação.

A categoria Energia e Atmosfera conta com graus maiores de exigência quanto às normas relacionadas. A adição dos créditos Medição de Energia do Edifício, Medição Avançada e Resposta à Demanda, sinaliza um aumento na preocupação quanto ao setor energético, como mostra a tabela 8.

Tabela 8 - Relação de créditos novos da categoria EA – Energia e Atmosfera v4 (2016)

EA – ENERGIA E ATMOSFERA		
CRÉDITO		CRÉDITO NOVO NA V4 (2016)
EAp1	Comissionamento Fundamental e Verificação	N
EAp2	Desempenho Mínimo de Energia	N
EAp3	Medição de Energia do Edifício	S
EAp4	Gestão Fundamental de Gases Refrigerantes	N
EAc1	Comissionamento Avançado	N
EAc2	Performance Energética Otimizada	N
EAc3	Medição de Energia Avançada	S
EAc4	Resposta à Demanda	S
EAc5	Produção de Energia Renovável	N
EAc6	Gestão Fundamental de Gases Refrigerantes - Avançado	N
EAc7	Energia Verde e Compensação de Carbono	N

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Os novos créditos desta categoria têm como foco a medição individualizada de energia, como pré-requisito e requisito, participação em programas de resposta à demanda e energia verde. A medição individualizada encoraja a análise minuciosa e registro do consumo energético da edificação ao longo do tempo. O sistema incentiva o uso da automação para aprimorar a eficiência no controle do consumo energético. As normas consideradas para avaliar a eficiência foram atualizadas para a ASHRAE 90.1 – 2010.

A categoria Materiais e Recursos conta com o maior número de créditos novos, observados na atualização entre as versões, como mostra a tabela 9.

Tabela 9 - Relação de créditos novos da categoria MR – Materiais e Recursos v4 (2016)

MR – MATERIAIS E RECURSOS		
CRÉDITO		CRÉDITO NOVO NA V4 (2016)
MRp1	Depósito e Coleta de Recicláveis	N
MRp2	Gerenciamento dos Resíduos da Construção e Demolição	S
MRc1	Redução do Impacto do Ciclo de Vida do Edifício	S
MRc2	Divulgação e Otimização de Produto do Edifício - Declaração Ambiental dos Produtos - EPD/DAP	S
MRc3	Divulgação e Otimização de Produto na Edificação - Origem de Matérias-Primas	S
MRc4	Divulgação e Otimização de Produto na Edificação - Ingredientes do Material	S
MRc5	Gerenciamento da Construção e Resíduos de Demolição	S

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Observa-se que a v4 (2016) prioriza a redução do consumo de materiais direto na fonte, incentiva o uso de fontes inovadoras, busca minimizar o consumo de materiais e a ineficiência nos processos. Nota-se, ainda, a inclusão da opção de realizar a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) da edificação e apresentar a Declaração Ambiental do Produto (DAP) certificada por terceira parte. A figura 17 mostra as principais alterações entre as versões.

Figura 17– Alterações da categoria MR – Materiais e Recursos na v4 (2016)



Fonte: GBC Brasil (2016).

Segundo Edwards (2005), a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é utilizada para analisar o desempenho ambiental das edificações ao longo de toda sua vida útil. Através desta avaliação é possível medir os custos ecológicos de recursos ou de

produtos, como energia de tijolos, por exemplo. O autor define a ACV como a identificação do fluxo de materiais, energia e resíduos gerados pelas edificações no decorrer de sua vida útil, de forma que os impactos ambientais possam ser determinados antecipadamente. As análises são realizadas de maneira a englobar desde a extração dos materiais ao seu uso, reuso e descarte ou reciclagem. Destacam-se três destinos finais para edificações: reuso de suas partes em novas construções, reciclagem de seus materiais, demolição e deposição dos entulhos em aterros sanitários.

A ISO 14040, norma internacional que aborda a ACV, aborda a gestão ambiental e a avaliação do ciclo de vida, descrevendo princípios e estrutura para se conduzir e relatar estudos de ACV, incluindo requisitos mínimos para as análises. Segundo a Norma, a ACV avalia os impactos e aspectos ambientais de um determinado produto através da compilação de um inventário de entradas e saídas, da avaliação dos impactos ambientais potenciais associados e na interpretação dos resultados.

A categoria Qualidade do Ar Interior apresenta apenas um crédito novo, como mostra a tabela 10, porém conta com maior rigor nos seus requisitos.

Tabela 10 - Relação de créditos novos da categoria IEQ – Qualidade Ambiental Interna v4 (2016)

IEQ – QUALIDADE AMBIENTAL INTERNA		
CRÉDITO		CRÉDITO NOVO NA V4 (2016)
IEQp1	Qualidade Mínima do Ar Interno	N
IEQp2	Controle Ambiental do Fumo	N
IEQc1	Estratégias Avançadas de Qualidade do Ar Interior	N
IEQc2	Materiais de Baixa Emissão	N
IEQc3	Plano de Gerenciamento da Qualidade do Ar Interna - Construção	N
IEQc4	Avaliação da Qualidade do Ar Interior	N
IEQc5	Conforto Térmico	N
IEQc6	Iluminação Interior	N
IEQc6	Iluminação Natural	N
IEQc7	Vistas de Qualidade	N
IEQc8	Desempenho Acústico	S

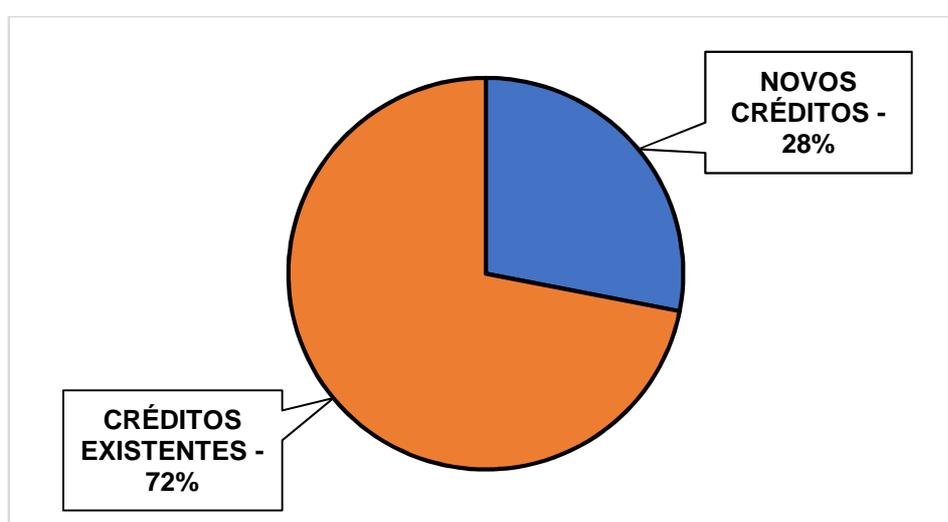
Fonte: Elaborado pela autora (2017).

As normas foram atualizadas para as exigências da ASHRAE 62.1 – 2010, mais recente e mais rigorosa. A nova versão da certificação requer maior controlabilidade

dos sistemas de iluminação e melhor qualidade da iluminação interior, com intuito de promover produtividade, conforto e bem-estar. A performance acústica é inédita na certificação, sendo solicitada a elaboração de um projeto acústico eficaz, que considere ruídos de fundo de equipamentos de ar condicionado, tempo de reverberação, absorção sonora e isolamento de som entre ambientes.

A análise dos pré-requisitos e créditos da nova versão revela que a v4 (2016) da certificação é composta por 28% de créditos novos, como mostra a figura 18.

Figura 18– Análise geral de novos créditos na v4 (2016)



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

A verificação da origem dos créditos novos, presente na tabela 11, revelou que apenas os créditos da categoria Materiais e Recursos possuem relação com outros créditos da versão anterior, v3 (2009). Estes, entretanto, possuem abordagem mais refinada e maiores exigências. Não é possível obter uma relação direta entre os demais créditos novos e os presentes na versão anterior.

Tabela 11– Análise geral de novos créditos na v4 (2016)

CRÉDITO		POSSUI ALGUM CRÉDITO REFERENTE NA v3 (2009)?	CRÉDITO SIMILAR NA v3 (2009)
LTc1	LEED Bairros	N	-
SSc1	Seleção do Terreno	N	-
WEp1	Redução do Uso da Água do Exterior	N	-
WEp3	Medição de Água do Edifício	N	-
WEc3	Uso de Água na Torre de Resfriamento	N	-
WEc4	Medição do Consumo de Água	N	-

EAp3	Medição de Energia do Edifício	N	-
EAc3	Medição de Energia Avançada	N	-
EAc4	Resposta à Demanda	N	-
MRp2	Gerenciamento dos Resíduos da Construção e Demolição	N	
MRc1	Redução do Impacto do Ciclo de Vida do Edifício	S	MRc1.1 MRc1.2
MRc2	Divulgação e Otimização de Produto do Edifício - Declaração Ambiental dos Produtos - EPD/DAP	S	MRc5
MRc3	Divulgação e Otimização de Produto na Edificação - Origem de Matérias-Primas	S	MRc3 MRc4 MRc5 MRc6 MRc7
MRc4	Divulgação e Otimização de Produto na Edificação - Ingredientes do Material	S	MRc5
MRc5	Gerenciamento da Construção e Resíduos de Demolição	S	MRc2
IEQc8	Desempenho Acústico	N	-

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

4.1.4 Comparação entre a Certificação NC v3 (2009) e EBOM v4 (2016)

A comparação entre a certificação da fase de projeto e construção e a certificação da fase de operação e manutenção foi realizada através da correlação das exigências de cada um dos créditos de ambas certificações, de acordo com as especificações disponíveis nos guias de referência. Os resultados a seguir mostram os créditos da certificação EBOM v4 (2016) que possuem similaridade com créditos observados na certificação NC v3 (2009), ou seja, edificações certificadas em projeto NC v3 (2009) atenderiam automaticamente os requisitos da certificação de operação e manutenção EBOM v4 (2016). A versão de operação e manutenção analisada neste estudo foi a versão posterior à versão de projeto o qual o prédio, objeto de estudo, conquistou.

A categoria Terrenos Sustentáveis, na certificação de operação e manutenção EBOM v4 (2016), possui 4 créditos similares aos da versão de projeto NC v4 (2016), como mostra a tabela 12.

Tabela 12– Comparação da categoria SS – Terrenos Sustentáveis LEED NC v3 (2009) x LEED EBOM v4 (2016)

SS – TERRENOS SUSTENTÁVEIS				
	CRÉDITO	POSSUI ALGUM CRÉDITO SIMILAR NC v3 (2009)?	CRÉDITOS RELACIONADOS	FOI PONTUADO NA v3 (2009) ?
SSp1	Política de Gerenciamento do Terreno	N	-	-
SSc1	Desenvolvimento do Terreno - Proteção ou Restauração do Habitat	S	SSc5.1	S
SSc2	Gerenciamento de Águas Pluviais	S	SSc6.1 SSc6.2	N
SSc3	Redução de Ilhas de Calor	S	SS 7.1 SSc7.2	S
SSc4	Redução da Poluição Luminosa	S	SSc8	N
SSc5	Gerenciamento do Terreno	N	-	-
SSc6	Plano de Melhorias do Terreno	N	-	-

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Os créditos relacionados se referem a aspectos fáceis de serem alterados, mesmo em projetos que não possuam a certificação de projeto. Os procedimentos consistem em substituir materiais de cobertura para redução de ilhas de calor e adotar práticas para capturar águas pluviais e reutilizá-las. Os créditos que não possuem similaridade aos da versão NC v3 (2009) são referentes a práticas no uso da edificação, como na criação de planos de gerenciamento do uso e de melhorias.

A tabela 13 apresenta, na categoria Eficiência no Uso da Água, 3 créditos que não possuem e 3 créditos que possuem relação centre a certificação de projeto e construção e a certificação de operação e manutenção.

Tabela 13– Comparação da categoria WE – Eficiência no Uso da Água LEED NC v3 (2009) x LEED EBOM v4 (2016)

WE – EFICIÊNCIA NO USO DA ÁGUA				
	CRÉDITO	POSSUI ALGUM CRÉDITO SIMILAR NA NC v3 (2009)?	CRÉDITOS RELACIONADOS	FOI PONTUADO NA v3 (2009)?
WEp1	Redução do Uso de Água no interior da Edificação	S	WEp1	S
WEp2	Medição do Desempenho de Água	N	-	-
WEc1	Redução do Consumo de Água no Exterior da Edificação	S	WEc1 WEc3	s

WEc2	Redução do Consumo de Água no Interior da Edificação	S	WEp1 WEc3	s
WEc3	Gestão da Água para Sistemas de Resfriamento	N	-	-
WEc4	Medição do Consumo de Água	N	-	-

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Os créditos não relacionados referem-se a medições setorizadas, automação e coleta de dados de consumo da edificação. Estes itens não são apenas inerentes da versão de operação e manutenção, mas sim, novos requisitos introduzidos na v4 (2016), a mais atual, caracterizada pelo uso da automação e medições setorizadas nos consumos de água e energia.

A categoria Energia e Atmosfera possui o maior número de créditos similares entre a v3 (2009) da certificação de projeto e construção e a v4 (2016) da de operação e manutenção. A tabela 14 revela que apenas um pré-requisito e um crédito não possuem relação entre as duas certificações.

Tabela 14 – Comparação da categoria EA – Energia e Atmosfera LEED NC v3 (2009) x LEED EBOM v4 (2016)

EA – ENERGIA E ATMOSFERA				
	CRÉDITO	POSSUI ALGUM CRÉDITO SIMILAR NA NC v3 (2009)?	CRÉDITOS RELACIONADOS	FOI PONTUADO NA v3 (2009)?
EAp1	Eficiência Energética - Melhores Práticas de Gerenciamento	N	-	-
EAp2	Desempenho Mínimo de Energia	S	EAp2	S
EAp3	Medição da Energia	S	EAc5	S
EAp4	Gestão Fundamental de Gases Refrigerantes	S	EAp2	S
EAc1	Comissionamento do Edifício Existente: Investigação e Análise	S	EAc3	S
EAc2	Comissionamento do Edifício Existente: Implementação	S	EAc3	S
EAc3	Comissionamento Contínuo	S	EAc3	S
EAc4	Otimização do Desempenho Energético*	S	EAc1	S
EAc5	Medição Avançada de Energia	S	EAc5	S
EAc6	Resposta a Demanda	N	-	-
EAc7	Energia Verde e Compensação de Carbono	S	EAc6	S
EAc8	Gestão Aprimorada de Fluidos Refrigerantes	S	Eac4	N

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

O novo pré-requisito observado na certificação de operação e manutenção v4 (2016) trata da elaboração de um plano de gerenciamento para o uso de energia, a fim de promover a continuidade da informação de modo que estratégias de eficiência na operação sejam mantidas. Já o novo crédito refere-se à participação em programas de resposta a demandas. A análise revela que uma edificação certificada NC v3 (2009) atenderia diretamente os créditos da certificação EBOM v4 (2016), com apenas a inclusão de um pré-requisito de fácil atendimento.

A categoria Materiais e Recursos, na certificação de operação e manutenção, é caracterizada pela presença exclusiva de créditos relacionados à operação da edificação. A tabela 15 demonstra que nenhum crédito possui similaridade com os créditos da certificação de projeto e construção.

Tabela 15– Comparação da categoria MR – Materiais e Recursos LEED NC v3 (2009) x LEED EBOM v4 (2016)

MR – MATERIAIS E RECURSOS				
	CRÉDITO	POSSUI ALGUM CRÉDITO SIMILAR NA NC v3 (2009)?	CRÉDITOS RELACIONADOS	FOI PONTUADO NA v3 (2009)?
MRp1	Política de Compras e Resíduos	N	-	-
MRp2	Política de Manutenção e Renovação das Instalações	N	-	-
MRc1	Compras - Contínuas	N	-	-
MRc2	Compras - Lâmpadas	N	-	-
MRc3	Compras - Manutenção e Renovação das Instalações	N	-	-
MRc4	Gestão de Resíduos Sólidos: Operação Contínua	N	-	-
MRc5	Gestão de Resíduos Sólidos: Manutenção e Reformas	N	-	-

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

A preocupação em reduzir os impactos ambientais causados pela aquisição de bens e o descarte de materiais utilizados na operação resultam em uma elevada porcentagem de créditos que não possuem relação com a certificação de projeto. Os créditos relacionados à obra consistem em possíveis reformas, manutenção e renovação das instalações. Estes, de forma semelhante, não seriam diretamente pontuados por uma edificação com certificação NC, pois não se referem a itens de projeto ou à construção da edificação em si.

A categoria Qualidade do Ar Interior na certificação de operação e manutenção EBOM v4 (2016) possui 5 créditos relacionados aos créditos da certificação NC v3 (2009). A tabela 16 mostra a comparação.

Tabela 16– Comparação da categoria IEQ – Qualidade do Ar Interior LEED NC v3 (2009) x LEED EBOM v4 (2016)

IEQ – QUALIDADE DO AR INTERIOR				
	CRÉDITO	POSSUI ALGUM CRÉDITO SIMILAR NA NC v3 (2009)?	CRÉDITOS RELACIONADOS	FOI PONTUADO NA v3 (2009)?
IEQp1	Desempenho Mínimo da Qualidade do Ar Interior (IAQ)	S	IEQp1	S
IEQp2	Controle Ambiental do Fumo	S	IEQp2	S
IEQp3	Política de Limpeza Verde	N	-	-
IEQc1	Programa para Gestão da Qualidade do Ar Interno	N	-	-
IEQc2	Estratégias Avançadas da Qualidade do Ar Interno	S	IEQc3.2	N
IEQc3	Conforto Térmico	S	IEQc7.1 IEQc7.2	N
IEQc4	Iluminação Interior	N	-	-
IEQc5	Iluminação Natural e Qualidade das Vistas	S	IEQc8.1 IEQc8.2	S
IEQc6	Limpeza Verde - Avaliação da Eficácia	N	-	-
IEQc7	Limpeza Verde - Produtos e Materiais	N	-	-
IEQc8	Limpeza Verde - Equipamentos	N	-	-
IEQc9	Manutenção Integrada de Pragas	N	-	-
IEQc10	Conforto dos Ocupantes: Pesquisa de Satisfação	N	-	-

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Observa-se que os créditos relacionados a estratégias de controle da qualidade do ar adotadas e as medidas para conforto térmico, iluminação natural e qualidade das vistas, possuem relação com a certificação de operação e manutenção.

Os créditos de Inovação possuem relação direta à certificação de projeto e atenderiam diretamente à pontuação, se atendidos. A tabela 17 mostra os dois créditos referentes a inovação em projeto e ao projeto possuir um profissional acreditado. Ambos são similares as duas certificações: projeto e operação.

Tabela 17– Comparação da categoria ID – Inovação e Design LEED NC v3 (2009) x LEED EBOM v4 (2016)

ID – INOVAÇÃO E DESIGN				
	CRÉDITO	POSSUI ALGUM CRÉDITO SIMILAR NA NC v3 (2009)?	CRÉDITOS RELACIONADOS	FOI PONTUADO NA v3 (2009)?
IDc1	Inovação em Design	S	IDc1	S
IDc2	LEED AP	S	IDc2	S

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Os créditos considerados como Prioridades Regionais do Brasil também possuem similaridades entre a versão de projeto e construção e a de operação e manutenção, como mostra a tabela 18. Apenas os créditos que se referem à participação em programas de resposta à demanda e limpeza verde não possuem correlação aos créditos da NC v3 (2009).

Tabela 18– Comparação da categoria RP -Prioridades Regionais LEED NC v3 (2009) x LEED EBOM v4 (2016)

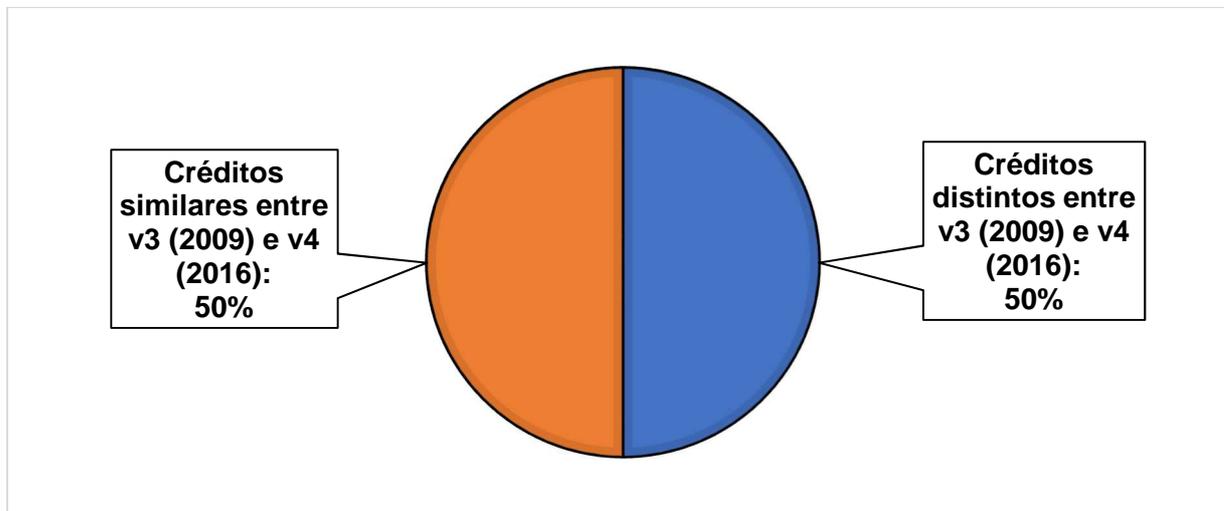
RP – PRIORIDADES REGIONAIS				
	CRÉDITO	POSSUI ALGUM CRÉDITO SIMILAR NA NC v3 (2009)?	CRÉDITOS RELACIONADOS	FOI PONTUADO NA v3 (2009)?
SSc2	Gerenciamento de Águas Pluviais	S	SSc6.1 SSc6.2	N
WEc1	Redução do Consumo de Água no Exterior da Edificação	S	WEc1 WEc3	S
EAc4	Otimização do Desempenho Energético*	S	EAc1	S
EAc6	Resposta a Demanda	N	-	-
EAc7	Energia Verde e Compensação de Carbono	S	EAc6	S
IEQc8	Limpeza Verde - Equipamentos	N	-	-

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

A análise comparativa dos créditos da certificação de projeto e construção com a de operação e manutenção constatou que 50% dos créditos da certificação de operação são similares aos créditos da certificação de projeto, enquanto os 50% restantes são exclusivos da certificação de operação e manutenção. Porém, vale

ressaltar, que dentre essa porcentagem de créditos exclusivos estão incluídos os pré-requisitos, que se não atendidos, impedem a certificação da edificação.

Figura 19– Comparação de créditos NC v3 (2009) e EBOM v4 (2016)



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

De forma semelhante, a análise dos pré-requisitos demonstra uma taxa de 50% de créditos exclusivos da certificação EBOM v4 (2016), como pode ser visto na tabela 19. Portanto, uma edificação com certificação NC v3 (2009) deve atender, como exigência mínima, 6 pré-requisitos exclusivos da certificação EBOM v4 (2016) para obter a certificação.

Tabela 19– Pré-requisitos da certificação EBOM

	CRÉDITO	POSSUI ALGUM CRÉDITO SIMILAR NA NC v3 (2009)?
SSp1	Política de Gerenciamento do Terreno	N
WEp1	Redução do Uso de Água no interior da Edificação	S
WEp2	Medição do Desempenho de Água	N
EAp1	Eficiência Energética - Melhores Práticas de Gerenciamento	N
EAp2	Desempenho Mínimo de Energia	S
EAp3	Medição da Energia	S
EAp4	Gestão Fundamental de Gases Refrigerantes	S
MRp1	Política de Compras e Resíduos	N
MRp2	Política de Manutenção e Renovação das Instalações	N
IEQp1	Desempenho Mínimo da Qualidade do Ar Interior (IAQ)	S
IEQp2	Controle Ambiental do Fumo	S
IEQp3	Política de Limpeza Verde	N

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Conclui-se, com a comparação entre as duas certificações, que os créditos exclusivos da certificação de operação e manutenção da versão atual são referentes à implementação de procedimentos para melhoria do uso contínuo da edificação. Os créditos que possuem requisitos similares aos presentes na versão anterior da certificação de projeto e construção consistem, basicamente, em alterações físicas que possam ser feitas na edificação já construída.

4.2 Etapa 2: Avaliação do Prédio Certificado na Versão Atual da Certificação

4.2.1 Certificação do Prédio na LEED NC v4 (2016)

Esta etapa consiste na avaliação do prédio, como objeto de estudo, segundo os critérios da versão mais recente das certificações de projeto NC v4 (2016) e de operação e manutenção EBOM v4 (2016). A seguir são apresentadas as principais exigências que influenciam a pontuação da edificação, as quais sofreram alterações nos requisitos desde a versão anterior v3 (2009). Segue, também, uma relação quantitativa da pontuação possível de ser atendida em cada categoria, conforme a avaliação de cada crédito.

A tabela 20 mostra que a categoria Localização e Transportes atinge 7 pontos, de no máximo 32. A maioria dos créditos são diretamente ligados à versão anterior da certificação

Tabela 20– Análise da pontuação NC v4 (2016) na categoria LT – Localização e Transportes

LT – LOCALIZAÇÃO E TRANSPORTES				
CRÉDITO		PONT. OBTIDA	PONT. POSSÍVEL	CRÉDITO NOVO na v4 (2016)
LTc1	LEED Bairros	0	16	S
LTc2	Proteção de Áreas Sensíveis	1	1	N
LTc3	Local de Alta Prioridade	0	2	N
LTc4	Densidade Urbana e Conexão com a Comunidade	2	5	N
LTc5	Acesso a Transporte de Qualidade	1	5	N
LTc6	Instalações para Bicicletas	1	1	N
LTc7	Redução da Área de Projeção do Estacionamento	1	1	N
LTc8	Veículos Verdes	1	1	N
PONTUAÇÃO TOTAL:		7	32	

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Apesar da categoria possuir um elevado número de créditos relacionados à versão anterior, verificou-se que alguns deles apresentam maior rigor em suas exigências.

A versão atual da certificação especifica que o terreno esteja a 1.600 metros de distância de um ponto de trem carga ativa, fator que não era considerado na versão anterior. Outra premissa que apresenta maior grau de exigência é relacionada às viagens de transporte público disponíveis no terreno. A edificação em análise, localizada no campus universitário, é atendida pelo transporte circular público, que realiza 102 viagens nos dias de semana e 41 aos sábados. Segundo a tabela 21, a edificação alcançaria apenas 1 ponto neste crédito.

Tabela 21– Pontuação para serviço de transporte diário mínimo para projetos com diversos tipos de transporte

Viagens em dias úteis	Viagens em fins de semana	Pontos BD&C (exceto Envolvória e Núcleo Central)	Pontos BD&C (Envolvória e Núcleo Central)
72	40	1	1
144	108	3	3
360	216	5	6

Fonte: Guia de Referência v4 (2016).

A categoria Terrenos Sustentáveis também conta com maiores exigências em comparação com mesma da versão anterior. A análise da pontuação, exposta na tabela 22, revela que a categoria atingiria 6 de 10 pontos na categoria. Observa-se que os créditos não atendidos na versão atual também não foram atendidos na versão anterior da certificação.

Tabela 22– Análise da pontuação NC v4 (2016) na categoria SS – Terrenos Sustentáveis

SS – TERRENOS SUSTENTÁVEIS				
CRÉDITO		PONT. OBTIDA	PONT. POSSÍVEL	CRÉDITO NOVO na v4 (2016)
SSp1	Prevenção da Poluição na Construção	PR	PR	N
SSc1	Seleção do Terreno	1	1	S
SSc2	Desenvolvimento do Terreno - Proteção ou Restauração de Habitat	2	2	N
SSc3	Espaços Abertos	1	1	N
SSc4	Gerenciamento de Águas Pluviais	0	3	N
SSc5	Redução de Ilhas de Calor - Áreas Cobertas	2	2	N
SSc6	Redução da Poluição Luminosa	0	1	N
PONTUAÇÃO TOTAL:		6	10	

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

O crédito Desenvolvimento do Terreno exige a restauração de 30% da área do terreno, ao invés de 20%, como na versão anterior, ou que a empresa forneça apoio financeiro a uma organização de preservação ambiental. O crédito Espaços Abertos requer, na versão atual, área mínima de 30% de cobertura verde em comparação a 20%-25% especificado na versão anterior. A edificação possui atualmente 63% de espaço aberto, obtendo o crédito com ampla margem. O crédito Redução de Ilhas de Calor estipula novos valores mínimos para o índice de refletância solar (SRI), conforme tabela 23. Segundo dados de projeto, a edificação atinge a pontuação máxima neste crédito.

Tabela 23– Valor mínimo para o índice de refletância solar, por inclinação do telhado

	Inclinação	SRI inicial	SRI após 3 anos
Telhado pouco inclinado	≤ 2:12	82	64
Telhado muito inclinado	> 2:12	39	32

Fonte: Guia de Referência v4 (2016).

A edificação não obtém pontuação no crédito Redução da Poluição Luminosa na v4 (2016), ao contrário da v3 (2009), pois as luminárias especificadas para a área do estacionamento não possuem os requisitos mínimos contra ofuscamento exigidos na versão atual da certificação. Para obter pontuação no crédito, as mesmas deveriam

ser alteradas. Outro fator a considerar é a impossibilidade da redução da luminosidade à noite devido à ocupação da edificação no período.

A categoria Eficiência no Uso da Água se destaca pelos novos créditos referentes à medição do consumo de água, redução do uso de água externa e utilização da água na torre de resfriamento, conforme mostra a tabela 24. As medições setorizadas e individualizadas seriam de fácil atendimento para a edificação, entretanto, a pontuação obtida foi de 6 pontos de 11 que a categoria permite.

Tabela 24– Análise da pontuação da NC v4 (2016) na categoria WE – Eficiência no Uso da Água

WE – EFICIÊNCIA NO USO DA ÁGUA				
CRÉDITO		PONT. OBTIDA	PONT. POSSÍVEL	CRÉDITO NOVO na v4 (2016)
WEp1	Redução do Uso da Água do Exterior	PR	PR	S
WEp2	Redução do Uso de Água do Interior	PR	PR	N
WEp3	Medição de Água do Edifício	PR	PR	S
WEc1	Redução do Uso da Água do Exterior	2	2	N
WEc2	Redução do Uso de Água do Interior	6	6	N
WEc3	Uso de Água na Torre de Resfriamento	0	2	S
WEc4	Medição do Consumo de Água	1	1	S
PONTUAÇÃO TOTAL:		6	11	

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

O novo pré-requisito Redução do Uso de Água do Exterior exige do projeto ausência total de irrigação ou a redução de 30% nos meses de pico, em referência ao *baseline*. Segundo Antonioli (2015) o projeto em questão utiliza apenas água da ETE (Estação de Tratamento de Esgoto) no paisagismo, fonte não potável de água. A irrigação é feita por aspersores e gotejamento e o paisagismo conta com espécies nativas, que não requerem irrigação permanente.

O pré-requisito e crédito Redução do Uso de Água do Interior, de forma similar à versão anterior, exige a especificação de valores máximos para vazão de água nas louças e metais, assim como a definição de número de ocupantes e tempo máximo de duração, em segundos, de equipamentos, como chuveiros e torneiras. Com auxílio da calculadora hidráulica da v4 (2016), fornecida pela certificadora, e com os dados da edificação como número de usuários e horas de ocupação, concluiu-se que o projeto contempla os requisitos mínimos exigidos, como mostra a tabela 25.

Tabela 25 - Calculadora hidráulica dos créditos Redução do Uso de Água do Interior NC v4 (2016)

Setor	Caso - Baseline			Caso - Projeto		
	(galões/ano)			(galões/ano)		
	Volume Anual Descargas	Volume Anual Escoamento	Consumo Anual	Volume Anual Descargas	Volume Anual Escoamento	Consumo Anual
Manutenção	4.992,00	2.652,00	7.644,00	3.244,80	2.527,20	5.772,00
Centro de Inovação	7.488,00	3.978,00	11.466,00	4.867,20	3.793,40	8.660,60
Escritórios	996.398,00	0,00	996.398,00	605.175,74	0,00	605.175,74
<i>Baseline - Consumo Anual de Água (gal/ano)</i>	1.015.508,00					
<i>Projeto - Consumo Anual de Água (gal/ano)</i>	619.608,34					
Porcentagem de Redução do Uso da Água (%)	38,99%					

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

O crédito Medição do Consumo de Água não era requisitado na versão anterior. Entretanto, as ações para obtenção do crédito já são atualmente tomadas pela empresa, como a medição do consumo de água interno, das torres de resfriamento, de irrigação e do espelho d'água.

A análise conclui que a edificação reduz 38.99% do consumo de água em relação ao *baseline* e alcança 3 pontos na certificação atual de projeto, conforme mostra a tabela 26.

Tabela 26- Pontos por reduzir uso de água no interior da edificação

Porcentagem de redução	Pontos (BD + C)
25%	1
30%	2
35%	3
40%	4
45%	5
50%	6

Fonte: Guia de Referência NC v4 (2016).

A análise da pontuação da categoria Energia e Atmosfera aponta 15 pontos obtidos, de um total de 33. A tabela 27 discrimina a pontuação.

Tabela 27– Análise da pontuação da NC v4 (2016) na categoria EA – Energia e Atmosfera

EA – ENERGIA E ATMOSFERA				
CRÉDITO		PONT. OBTIDA	PONT. POSSÍVEL	CRÉDITO NOVO na v4 (2016)
Eap1	Comissionamento Fundamental e Verificação	PR	PR	N
EAp2	Desempenho Mínimo de Energia	PR	PR	N
EAp3	Medição de Energia do Edifício	PR	PR	S
EAp4	Gestão Fundamental de Gases Refrigerantes	PR	PR	N
EAc1	Comissionamento Avançado	6	6	N
EAc2	Performance Energética Otimizada	4	18	N
EAc3	Medição de Energia Avançada	1	1	S
EAc4	Resposta à Demanda	2	2	S
EAc5	Produção de Energia Renovável	0	3	N
EAc6	Gestão Fundamental de Gases Refrigerantes - Avançado	0	1	N
EAc7	Energia Verde e Compensação de Carbono	2	2	N
PONTUAÇÃO TOTAL:		15	33	

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Os créditos novos da categoria Energia e Atmosfera são relacionados a medições setorizadas do consumo energético. A edificação já conta com sistema automatizado e setorizado do consumo de energia, sendo de fácil atendimento à pontuação neste caso.

Para a avaliação da pontuação foram utilizados os dados inseridos na certificação da Fase 2 do prédio, certificada em LEED NC v3 (2009). De acordo com a documentação da certificação, foi estimada uma redução de 13.76% em relação ao *baseline*. Conforme as alterações na pontuação entre as versões, o projeto atenderia 4 de 18 pontos no crédito Performance Energética Otimizada.

A categoria Materiais e Recursos é composta, em sua maioria, por créditos novos na versão atual. A pontuação total possível de ser obtida é de 6 pontos, como mostra a tabela 28.

Tabela 28– Análise da pontuação da NC v4 (2016) na categoria MR – Materiais e Recursos

MR – MATERIAIS E RECURSOS				
CRÉDITO		PONT. OBTIDA	PONT. POSSÍVEL	CRÉDITO NOVO na v4 (2016)
MRp1	Depósito e Coleta de recicláveis	PR	PR	N
MRp2	Gerenciamento dos Resíduos da Construção e Demolição	PR	PR	S
MRc1	Redução do Impacto do Ciclo de Vida do Edifício	3	6	S
MRc2	Divulgação e Otimização de Produto do Edifício - Declaração Ambiental dos Produtos - EPD/DAP	1	2	S
MRc3	Divulgação e Otimização de Produto na Edificação - Origem de Matérias-Primas	0	2	S
MRc4	Divulgação e Otimização de Produto na Edificação - Ingredientes do Material	0	2	S
MRc5	Gerenciamento da Construção e Resíduos de Demolição	2	2	N
PONTUAÇÃO TOTAL:		6	14	

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Devido ao perfil da empresa, que busca ativamente a aplicação de práticas sustentáveis, foi estimada a pontuação em alguns créditos que demandariam pouca ou nenhuma adaptação. O atendimento ao crédito Redução do Impacto do Ciclo de Vida da Edificação é viável através da Avaliação do Ciclo de Vida da Edificação. O crédito Divulgação e Otimização de Produto do Edifício pode ser atendido em parte (1 ponto), através da coleta de declarações ambientais dos produtos adquiridos, em conformidade com as normas estabelecidas pela certificadora.

Não foi possível estimar a pontuação dos créditos relacionados à origem das matérias primas e aos ingredientes das matérias primas apenas com a documentação da certificação na versão anterior. Os requisitos da versão atual para estes créditos são inéditos e mais rigorosos em relação à versão anterior. O crédito Gerenciamento da Construção e Resíduos de Demolição é diretamente relacionado à anterior, onde foi constatado que a empresa desviou 75% de resíduos da construção de aterros sanitários, obtendo 2 pontos na certificação da Fase 2 NC v3 (2009).

A categoria Qualidade Ambiental Interna possui a maioria dos créditos similares à versão anterior. A pontuação total atingida nesta categoria seria de 10 pontos de um total de 19, como mostra a tabela 29.

Tabela 29– Análise da pontuação da NC v4 (2016) na categoria IEQ – Qualidade Ambiental Interna

IEQ – QUALIDADE AMBIENTAL INTERNA				
CRÉDITO		PONT. OBTIDA	PONT. POSSÍVEL	CRÉDITO NOVO na v4 (2016)
IEQp1	Qualidade Mínima do Ar Interno	PR	PR	N
IEQp2	Controle Ambiental do Fumo	PR	PR	N
IEQc1	Estratégias Avançadas de Qualidade do Ar Interior	2	2	N
IEQc2	Materiais de Baixa Emissão	2	3	N
IEQc3	Plano de Gerenciamento da Qualidade do Ar Interna - Construção	1	1	N
IEQc4	Avaliação da Qualidade do Ar Interior		3	N
IEQc5	Conforto Térmico	1	1	N
IEQc6	Iluminação Interior	0	3	N
IEQc6	Iluminação Natural	3	3	N
IEQc7	Vistas de Qualidade	1	1	N
IEQc8	Desempenho Acústico	0	2	S
PONTUAÇÃO TOTAL:		10	19	

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Alguns créditos tiveram suas exigências aumentadas na nova versão, tais como o pré-requisito referente ao Controle Ambiental do Fumo, que sofreu um acréscimo na área externa proibitiva, de 8 para 10 metros.

Para o crédito de Iluminação Natural, da NC v3 (2009), através do método de simulação, a edificação apresentou iluminação natural em 59% das áreas regularmente ocupadas, entretanto, ao aplicar o método prescritivo, o percentual caiu para 16%.

Tabela 30– Formulário IEQc8.1 – Iluminação Natural – Fase 2 NC v3 (2009)

Áreas regularmente ocupadas - iluminação natural (sf)	Opção 1 - Simulação	23,236.72
	Opção 2 - Método Prescritivo	7,155.9
	Opção 3 - Medições	0
Total de área regularmente ocupada com iluminação natural (sf)		33,392.62
Porcentagem de área regularmente ocupada com iluminação natural		75.39 %

Fonte: Formulário da certificação (2016).

A nova versão da NC introduziu alterações no procedimento de cálculo para este crédito, que passou a contabilizar apenas o método de simulação e medição *in loco*. Com esta mudança a edificação obteria 2 pontos, conforme mostra a tabela 31.

Tabela 31– Pontos para área de piso com luz natural da NC v4 (2016)

Tabela 1. Pontos para área de piso com luz natural: autonomia espacial da luz natural

<i>Nova Construção, Envoltória e Núcleo Central, Escolas, Lojas de Varejo, Data Centers, Galpões e Centros de Distribuição, Hospedagem</i>		<i>Unidades de Saúde (Healthcare)</i>	
<i>sDA (por área de piso regularmente ocupada)</i>	<i>Pontos</i>	<i>sDA (por área de piso do perímetro)</i>	<i>Pontos</i>
55%	2	75%	1
75%	3	90%	2

Fonte: Guia de Referência NC v4 (2016).

Tabela 32– Formulário crédito IEQc8.2 – Vistas de qualidade – Fase 2 NC v3 (2009)

Total de áreas regularmente ocupadas com acesso a vistas	39,959.53
Total de áreas regularmente ocupadas	44,294.08
Porcentagem de áreas regularmente ocupadas com acesso a vistas (%)	90.21

Fonte: Formulário da certificação (2016).

O crédito Vistas de Qualidade originário da v3 (2009), onde o projeto obteve 90% de área regularmente ocupada com vistas de qualidade ao exterior. Já o crédito Desempenho Acústico é inédito nesta versão e seus requisitos não foram considerados na versão anterior. Não houve acesso a dados acústicos da edificação para verificação da possibilidade de atender ao crédito.

A categoria Prioridades Regionais pontua apenas 3 créditos, conforme mostra a tabela 33. Os demais créditos, considerados como importantes para a região do projeto, não foram pontuados na sua avaliação.

Tabela 33– Análise da pontuação da v4 (2016) na categoria RP – Prioridades Regionais

RP – PRIORIDADES REGIONAIS			
CRÉDITO		PONT. POSSÍVEL	CRÉDITO NOVO na v4 (2016)
RPc1	Prioridades Regionais: SSc2	1	N
RPc2	Prioridades Regionais: LTc2	1	N
RPc3	Prioridades Regionais: IEQc1	1	N
RPc4	Prioridades Regionais: SSc4, MRc4, Eac5	0	N
PONTUAÇÃO TOTAL:		3	

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Para o cálculo da categoria Inovação e Design, foi considerada a pontuação atingida na versão anterior, devido à similaridade dos créditos.

Tabela 34– Análise da pontuação da v4 (2016) na categoria ID – Inovação e Design

ID – INOVAÇÃO E DESIGN			
CRÉDITO		PONT. POSSÍVEL	CRÉDITO NOVO na v4 (2016)
IDc1	Inovação	1	N
IDc2	LEED AP	1	N
PONTUAÇÃO TOTAL:		2	

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Após a análise dos créditos na versão atual da certificação de projeto e construção, v4 (2016), conclui-se que a Fase 2 da edificação, certificada na NC v3 (2009) nível ouro, atinge 55 pontos, obtendo nível prata, conforme demonstrado na tabela 35.

Tabela 35– Pontuação da edificação na v3 (2009) e v4 (2016)

	LEED NC v3 (2009)	LEED NC v4 (2016)
PONTOS:	65	55
CLASSIFICAÇÃO:	OURO	PRATA

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Percebe-se uma redução da pontuação final da edificação analisada na versão atual da NC em relação à v3 (2009). Isso se dá devido ao aumento no rigor e nas exigências nos requisitos da certificação em determinados créditos. Vale ressaltar que as normas utilizadas também foram atualizadas, o que aumenta a rigidez em determinados créditos diretamente.

4.2.2 Certificação do Prédio na LEED EBOM v4 (2016)

A avaliação da edificação na certificação de operação e manutenção, EBOM v4 (2016), foi realizada a partir da análise particular de cada crédito. O diagnóstico foi realizado conforme a classificação dos créditos em: (a) créditos com práticas já contempladas na certificação de projeto, que atingem a pontuação direta na certificação de operação, (b) créditos com práticas que a empresa já realiza, independente da certificação de projeto, (c) créditos com práticas que podem ser

atingidas com algumas alterações viáveis da edificação, (d) créditos não possíveis de serem atendidos por meios viáveis. A tabela 36 resume a classificação adotada no diagnóstico.

Tabela 36– Classificação de diagnóstico para certificação EBOM

A	ATINGE A PONTUAÇÃO DIRETAMENTE COM A CERTIFICAÇÃO NC
B	A EMPRESA JÁ PRÁTICA AS AÇÕES PARA ATENDER O CRÉDITO
C	ATINGE A PONTUAÇÃO COM ALGUMAS ALTERAÇÕES VIÁVEIS
D	CRÉDITO INVIÁVEL DE SER ATENDIDO

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

A categoria Localização e Transportes possui apenas 1 crédito, cuja pontuação é atendida diretamente com a certificação de projeto, como mostra a tabela 37.

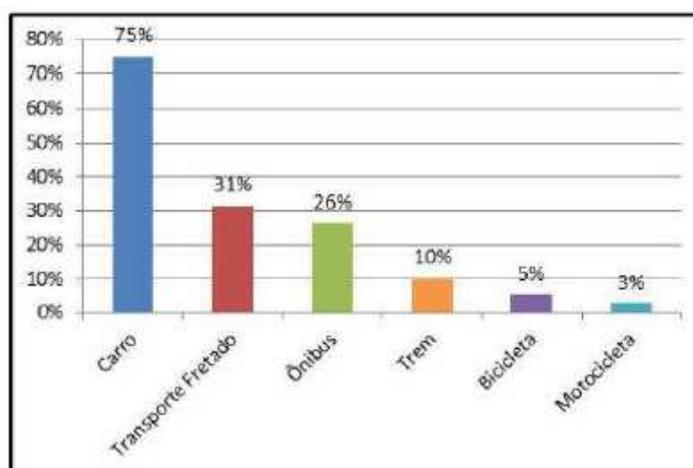
Tabela 37– Diagnóstico certificação EBOM v4 (2016) – Categoria Localização e Transportes

LT – LOCALIZAÇÃO E TRANSPORTES				
	CRÉDITOS	CLASSIFICAÇÃO	PONT. OBTIDA	PONT. POSSÍVEL
LTc1	Transporte Alternativo	A	6	15

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Segundo Kern et al. (2016), a pesquisa realizada entre os usuários revela que 25% não utilizam o carro como meio de transporte, como mostra a figura 20. Portanto, Conforme a tabela 38, a pontuação seria de 6 pontos.

Figura 20– Transportes utilizados pelos respondentes da pesquisa de Kern et al. no ano de 2015



Fonte: Kern et al. (2016).

Tabela 38– Pontos para transporte alternativo EBOM v4 (2016)

TABLE 1. Points for alternative transportation rate	
Alternative transportation rate	Points
10%	3
15%	4
20%	5
25%	6
30%	7
35%	8
40%	9
45%	10
50%	11
55%	12
60%	13
65%	14
70%	15

Fonte: Guia de Referência EBOM v4 (2016).

A categoria Terrenos Sustentáveis possui 2 créditos que são atendidos diretamente com os requisitos da certificação NC. Eles referem-se ao uso de plantas nativas no paisagismo e ao uso de brita branca com SRI 0.79 no telhado para redução das ilhas de calor, como mostra a tabela 39.

Tabela 39– Diagnóstico certificação EBOM v4 (2016) – Categoria Terrenos Sustentáveis

SS – TERRENOS SUSTENTÁVEIS				
	CRÉDITOS	CLASSIFICAÇÃO	PONT. OBTIDA	PONT. POSSÍVEL
SSp1	Política de Gerenciamento do Terreno	B	PR	PR
SSc1	Desenvolvimento do Terreno - Proteção ou Restauração do Habitat	A	2	2
SSc2	Gerenciamento de Águas Pluviais	D	0	3
SSc3	Redução de Ilhas de Calor	A	2	2
SSc4	Redução da Poluição Luminosa	C	1	1
SSc5	Gerenciamento do Terreno	B	1	1
SSc6	Plano de Melhorias do Terreno	C	1	1

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

As Políticas de Gerenciamento do Terreno podem ser facilmente atendidas pois a empresa já pratica determinadas ações, como a redução do uso de químicos prejudiciais, a prevenção do desperdício de energia, de resíduos sólidos, a prevenção da poluição do ar e controle dos químicos utilizados na limpeza e manutenção da edificação. Algumas alterações levariam ao atendimento dos créditos referentes à Redução da Poluição Luminosa e Gerenciamento do Terreno. As medidas para conquista do crédito consistem na alteração das luminárias externas por modelos que não emitam luz acima de 90°. O crédito Plano de Melhorias do Terreno poderia ser facilmente atendido através da elaboração de um Plano de Melhorias do Terreno, com documentações e critérios para avaliar o progresso contínuo e protocolos de monitoramento.

A categoria Eficiência no Uso da Água possui 3 créditos que pontuariam diretamente pela certificação de projeto, como mostra a tabela 40.

Tabela 40– Diagnóstico certificação EBOM – Categoria Eficiência no Uso da Água

WE – EFICIÊNCIA NO USO DA ÁGUA				
	CRÉDITOS	CLASSIFICAÇÃO	PONT. OBTIDA	PONT. POSSÍVEL
WEp1	Redução do Uso de Água no interior da Edificação	A	PR	PR
WEp2	Medição do Desempenho de Água	B	PR	PR
WEc1	Redução do Consumo de Água no Exterior da Edificação	A	2	2
WEc2	Redução do Consumo de Água no Interior da Edificação	A	5	5
WEc3	Gestão da Água para Sistemas de Resfriamento	C	3	3
WEc4	Medição do Consumo de Água	B	1	2

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

As medidas adotadas para redução no consumo de água atendem aos requisitos da certificação EBOM v4 (2016), sendo que os 3 créditos atingem a pontuação máxima. A análise dos dados de consumo de água coletados foi realizada com a calculadora hidráulica fornecida pela certificadora e com os dados de consumo de água fornecidos pela empresa para os anos de 2014 a 2016. O resultado obtido mostra 49,15% de redução do consumo em comparação ao *baseline*, conforme mostra a figura 21.

Figura 21– Resultado do cálculo de redução do consumo de água em relação ao *baseline*

<i>Baseline</i> - Consumo de água anual (gal/ano)	1.015.508,00
Projeto - Consumo de água anual (gal/ano)	619.608,34
<i>Baseline</i> multiplicador (%)	120,00%
Consumo Máximo de Água (gal/ano)	1.218.609,60
Porcentagem abaixo do consumo máximo de água (%)	49,15%

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

A categoria Eficiência Energética foi analisada conforme os dados de consumo energético da edificação fornecidos pela empresa, no período de 2014 a 2016. A tabela 41 mostra que a maioria dos créditos podem ser atendidos, pois a empresa já pratica ações independentes da certificação de projeto.

Tabela 41– Diagnóstico certificação EBOM v4 (2016) – Categoria Energia e Atmosfera

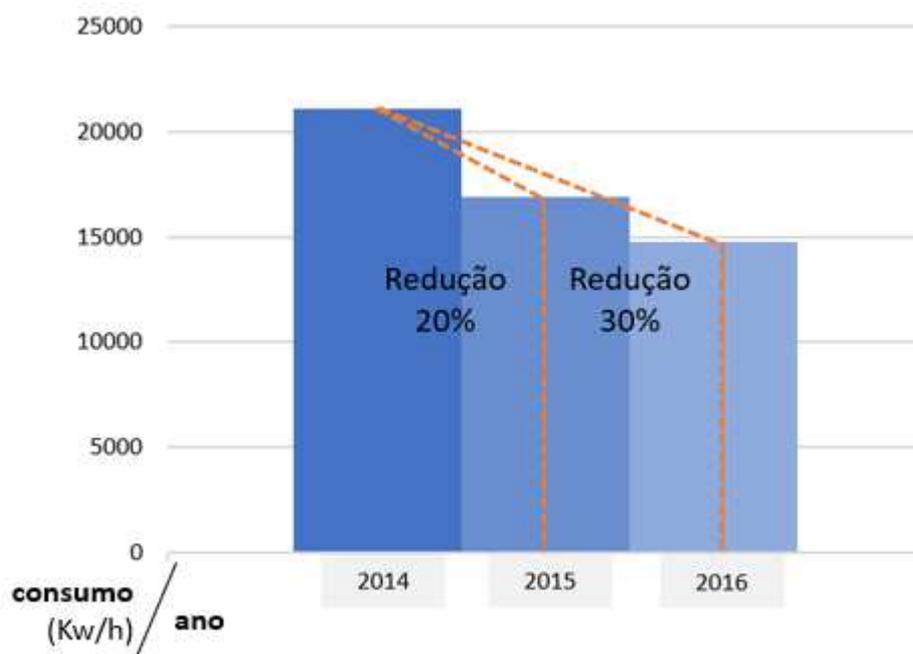
EA – ENERGIA E ATMOSFERA				
	CRÉDITOS	CLASSIFICAÇÃO	PONT. OBTIDA	PONT. POSSÍVEL
EAp1	Eficiência Energética - Melhores Práticas de Gerenciamento	B	PR	PR
EAp2	Desempenho Mínimo de Energia	B	PR	PR
EAp3	Medição da Energia	B	PR	PR
EAp4	Gestão Fundamental de Gases Refrigerantes	A	PR	PR
EAc1	Comissionamento do Edifício Existente: Investigação e Análise	B	2	2
EAc2	Comissionamento do Edifício Existente: Implementação	C	2	2
EAc3	Comissionamento Contínuo	B	3	3
EAc4	Otimização do Desempenho Energético*	A	10	20
EAc5	Medição Avançada de Energia	B	2	2
EAc6	Resposta a Demanda	C	3	3
EAc7	Energia Verde e Compensação de Carbono	C	5	5
EAc8	Gestão Aprimorada de Fluidos Refrigerantes	A	1	1

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

O pré-requisito e o crédito referentes ao Desempenho de Energia exigem a instalação de medidores e o atendimento aos níveis de eficiência Energy Star para projetos elegíveis e não elegíveis. No caso do Brasil, país onde se situa a edificação objeto do estudo de caso, o selo determinado não é elegível. Para este caso, é possível determinar a eficiência comparando-se com edificações similares ou

verificando se os dados dos 12 meses mais recentes demonstram uma melhoria igual ou superior a 25% em relação aos dados dos 3 anos anteriores. Foi realizada a análise dos dados para os períodos de 2014-2015 e 2015-2016. Os resultados demonstraram que a média anual diminuiu 20% entre 2014 e 2015 e 30% entre 2015-2016, como pode ser visto na figura 22.

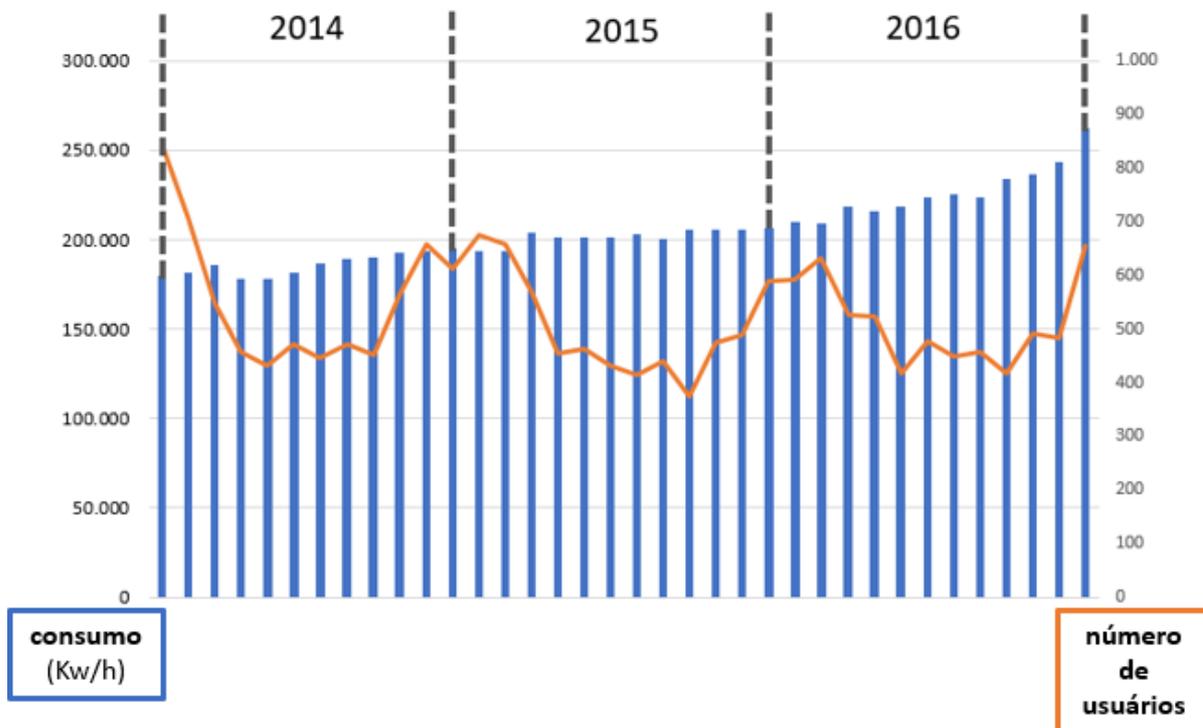
Figura 22– Redução da média anual de consumo energético



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Apesar de não atender, no primeiro ano, o mínimo de redução de 25%, o sistema de cálculo da certificação não leva em consideração o aumento e a variação populacional da edificação, observado durante o período, fato que seria justificável no processo certificador. A figura 23 mostra o consumo energético mensal comparado com a variação do número de usuários na edificação.

Figura 23- Consumo energético mensal em comparação ao número de usuários da edificação



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

A categoria Materiais e Recursos possui maior incidência de créditos sem relação direta com a certificação de projeto, como mostra a tabela 42. No entanto, a empresa já adota as práticas requisitadas para os créditos exigidos pela certificação de operação. Segundo os operadores da edificação, a empresa possui uma política regular e eficiente de compras e de gestão dos resíduos que se adequa ao requisitado pela certificação EBOM v4 (2016).

Tabela 42– Diagnóstico certificação EBOM v4 (2016) – Categoria Materiais e Recursos

MR – MATERIAIS E RECURSOS				
	CRÉDITOS	CLASSIFICAÇÃO	PONT. OBTIDA	PONT. POSSÍVEL
MRp1	Política de Compras e Resíduos	B	PR	PR
MRp2	Política de Manutenção e Renovação das Instalações	C	PR	PR
MRc1	Compras - Contínuas	B	1	1
MRc2	Compras - Lâmpadas	B	1	1
MRc3	Compras - Manutenção e Renovação das Instalações	B	2	2

MRc4	Gestão de Resíduos Sólidos: Operação Contínua	B	2	2
MRc5	Gestão de Resíduos Sólidos: Manutenção e Reformas	B	2	2

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

A categoria Qualidade Ambiental Interna também é caracterizada pelo predomínio de créditos com requisitos que a empresa já adota e/ou seriam facilmente atendidos com algumas alterações viáveis, como revela a tabela 43.

Tabela 43– Diagnóstico certificação EBOM v4 (2016) – Categoria Qualidade Ambiental Interna

IEQ – QUALIDADE AMBIENTAL INTERNA				
	CRÉDITOS	CLASSIFICAÇÃO	PONT. OBTIDA	PONT. POSSÍVEL
IEQp1	Desempenho Mínimo da Qualidade do Ar Interior (IAQ)	C	PR	PR
IEQp2	Controle Ambiental do Fumo	C	PR	PR
IEQp3	Política de Limpeza Verde	B	PR	PR
IEQc1	Programa para Gestão da Qualidade do Ar Interno	A	2	2
IEQc2	Estratégias Avançadas da Qualidade do Ar Interno	B/C	2	2
IEQc3	Conforto Térmico	B	1	1
IEQc4	Iluminação Interior	B	1	2
IEQc5	Iluminação Natural e Qualidade das Vistas	C	2	4
		A	2	
IEQc6	Limpeza Verde - Avaliação da Eficácia	C	1	1
IEQc7	Limpeza Verde - Produtos e Materiais	C	1	1
IEQc8	Limpeza Verde - Equipamentos	B	1	1
IEQc9	Manutenção Integrada de Pragas	B	2	2
IEQc10	Conforto dos Ocupantes: Pesquisa de Satisfação	B	1	1

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Dentre os requisitos solicitados pela certificação EBOM v4 (2016), a empresa já adota práticas de limpeza verde para manutenção de carpetes, vidros e outros itens. Adota, também, a política local de fumo, sendo possível atender os requisitos do crédito referente ao Controle Ambiental do Fumo. Decorrente da certificação NC v3 (2009), a edificação conta com um Programa de Qualidade Ambiental Interna e monitores de CO₂ nos ambientes internos. Referente ao crédito Conforto dos Ocupantes: Pesquisa de Satisfação, já são realizadas pesquisas anuais com os usuários para controle do conforto térmico e ambiental.

As categorias de Inovação e Prioridades Regionais atenderiam à pontuação conforme a tabela 44.

Tabela 44– Diagnóstico certificação EBOM v4 (2016) – Categoria Inovação e Design

ID – INOVAÇÃO E DESIGN				
	CRÉDITOS	CLASSIFICAÇÃO	PONT. OBTIDA	PONT. POSSÍVEL
IDc1	Inovação em Design	C	1	3
IDc2	LEED AP	C	1	1

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Tabela 45– Diagnóstico certificação EBOM v4 (2016) – Categoria Prioridades Regionais

RP – PRIORIDADES REGIONAIS		
CRÉDITO		PONT. POSSÍVEL
RPc1	Prioridades Regionais: WEc1	1
RPc2	Prioridades Regionais: EAc4	1
RPc3	Prioridades Regionais: EAc7	1
RPc4	Prioridades Regionais: IEQc8	1
PONTUAÇÃO TOTAL:		3

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

É possível concluir, portanto, que, mediante à análise da edificação certificada em LEED NC v3 (2009) seria possível atingir 82 pontos na certificação para operação e manutenção LEED EBOM v4 (2016), conforme pode ser observado na tabela 46.

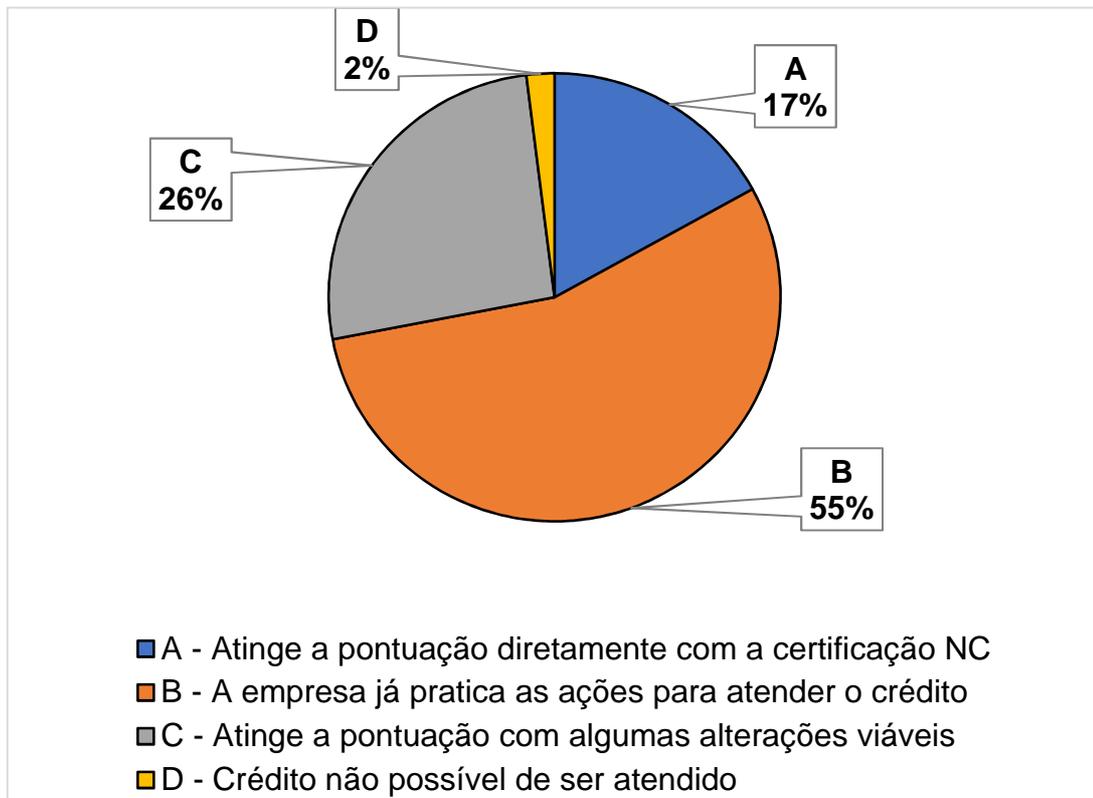
Tabela 46 – Pontuação da edificação NC v3 (2009) na EBOM v4 (2016)

	LEED NC v3 (2009)	LEED EBOM v4 (2016)
PONTOS:	65	82
CLASSIFICAÇÃO:	OURO	PLATINUM

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

A análise classificatória para avaliação dos créditos resultou em 55% dos créditos enquadrados na categoria B, referente a ações que a empresa já pratica, independentemente da certificação de projeto. Em segundo lugar estão os créditos da categoria C, com 26 %, que consistem em créditos que podem ser obtidos por meio de alterações viáveis. Os créditos classificados na categoria A, que correspondem diretamente aos da certificação de projeto NC v3 (2009), somam 17% do total.

Figura 24– Porcentagem de classificação dos créditos para certificação EBOM v4 (2016)



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Portanto, concluiu-se que a edificação em análise neste estudo, certificada em projeto NC v3 (2009), não atenderia diretamente aos requisitos da certificação de uso e operação EBOM v4 (2016). Porém, devido ao fato da empresa já adotar práticas sustentáveis e se engajar nos preceitos da certificação em sua operação cotidiana, estima-se que a edificação pode atingir pontuação máxima da certificação EBOM v4 (2016).

4.3 Etapa 3: Avaliação do Prédio Certificado nos Conceitos de Eco-eficiência e Eco-eficácia

4.3.1 Avaliação do Prédio Certificado no Sistema de Certificação LEED NC v4 (2016) a partir dos conceitos de Eco-eficiência e Eco-eficácia

A avaliação da certificação LEED NC v4 (2016) para os critérios de eco-eficiência e eco-eficácia foi realizada através da análise dos requisitos estipulados em cada crédito. Foram verificados se os requisitos buscavam apenas a redução dos

impactos ambientais, ou se além disso, buscavam impactos positivos no meio ambiente ou uso de inovação tecnológica. Verificou-se qual a porcentagem de créditos que possuem ações com eco-eficiência e eco-eficácia.

A análise da categoria Localização e Transportes resultou em 3 créditos dos 8 com características eco-eficazes. O crédito Proteção de Áreas Sensíveis busca reduzir os impactos negativos ao meio ambiente, com a possibilidade de localizar o projeto em local previamente contaminado, possibilitando a remediação deste local.

Os créditos referentes à densidade urbana, acesso ao transporte de qualidade, redução de área de estacionamento e vagas para veículos verdes foram classificados como eco-eficientes. O objetivo destes créditos consiste na redução dos impactos ambientais causados pelo transporte automotivo, porém não demonstram soluções positivas ao meio ambiente, além do uso de veículos automotores individuais.

O crédito Instalações Para Bicicletas propõe a instalação de bicicletários e vestiários na edificação. O objetivo do crédito de incentivar o uso do transporte por bicicletas, reduz os impactos de emissões de CO₂ causados pelo transporte de automóveis, o que classifica o crédito em eco-eficiência. Porém, o crédito pode ser considerado também como eco-eficácia pelo fato de incentivar a prática de atividade física pelo usuário, promovendo saúde e evitando o sedentarismo, resultando em impactos positivos ao meio ambiente.

A tabela 47 mostra a totalidade de créditos eco-eficientes e eco-eficazes, assim como a pontuação obtida na classificação do prédio.

Tabela 47– Eco-eficiência e eco-eficácia na categoria LT – Localização e Transportes NC v4 (2016)

	CRÉDITO	PONTOS OBTIDOS	PONTOS POSSÍVEIS	ECO-EFICIÊNCIA	ECO-EFICÁCIA	JUSTIFICATIVA
LTc1	LEED Bairros	0	16	0	-	Prédio não incluído na certificação de bairros.
LTc2	Proteção de Áreas Sensíveis	1	1	-	1	Evitar empreendimentos em áreas ambientalmente sensíveis.
LTc3	Local de Alta Prioridade	0	2	0	-	Incentivar localização em APPs.
LTc4	Densidade Urbana e Conexão com a Comunidade	2	5	2	-	Priorizar empreendimentos em áreas com infraestrutura existente para reduzir impactos causados pelo transporte.

LTc5	Acesso a Transporte de Qualidade	1	5	1	-	Priorizar empreendimentos com acesso ao transporte público para reduzir impactos causados pelo transporte.
LTc6	Instalações para Bicicletas	1	1	-	1	Incentivar o uso de bicicletas, por consequência, promover saúde aos usuários.
LTc7	Redução da Área de Projeção do Estacionamento	1	1	1	-	Minimizar prejuízos ambientais associados a instalações de estacionamento, como dependência do automóvel, consumo do terreno e escoamento superficial da água.
LTc8	Veículos Verdes	1	1	1	-	Redução da poluição através de alternativas aos automóveis convencionais.

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

A categoria Terrenos Sustentáveis possui apenas um crédito que pode ser considerado como eco-eficácia: Desenvolvimento do Terreno – Proteção de Áreas Sensíveis. O objetivo do crédito consiste em preservar áreas naturais existentes e restaurar áreas danificadas, afim de promover o habitat e a biodiversidade, fator que causa um impacto positivo no meio ambiente.

Os demais créditos da categoria possuem apenas efeitos na redução dos impactos ambientais e não criam inovações ou impactos positivos no meio ambiente. Dentre eles se destaca a prevenção da poluição durante a construção, avaliação das condições do terreno antes da implantação do projeto no local, redução da poluição luminosa no terreno e redução de ilhas de calor. A tabela 48 mostra a classificação geral da categoria.

Tabela 48 – Eco-eficiência e eco-eficácia na categoria SS – Terrenos Sustentáveis NC v4 (2016)

	CRÉDITO	PONTOS OBTIDOS	PONTOS POSSÍVEIS	ECO-EFICIÊNCIA	ECO-EFICÁCIA	JUSTIFICATIVA
SSp1	Prevenção da Poluição na Construção	PR	PR	PR	-	Reduzir a poluição gerada das atividades da construção.
SSc1	Seleção do Terreno	1	1	1	-	Reduzir a instalação de empreendimentos em terrenos considerados não sustentáveis.

SSc2	Desenvolvimento do Terreno - Proteção ou Restauração de Habitat	2	2	1	1	Incentivar a restauração de terrenos contaminados. Preservar áreas naturais.
SSc3	Espaços Abertos	1	1	1	-	Incentivar a criação de espaços abertos que auxiliem na redução dos impactos ambientais.
SSc4	Gerenciamento de Águas Pluviais	0	3	0	-	Reduzir o volume do escoamento superficial.
SSc5	Redução de Ilhas de Calor - Áreas Cobertas	2	2	2	-	Reduzir os efeitos causados pelas ilhas de calor nas cidades.
SSc6	Redução da Poluição Luminosa	0	1	0	-	Reduzir os efeitos causados pela poluição luminosa nas cidades.

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

A eficiência no uso da água possui maior porcentagem de créditos classificados como eco-eficazes, os quais buscam transformar o desperdício em nutriente no processo do ciclo de vida, como segue na tabela 49.

Tabela 49– Eco-eficiência e eco-eficácia na categoria WE – Eficiência no Uso da Água NC v4 (2016)

	CRÉDITO	PONTOS OBTIDOS	PONTOS POSSÍVEIS	ECO-EFICIÊNCIA	ECO-EFICÁCIA	JUSTIFICATIVA
WEp1	Redução do Uso da Água do Exterior	PR	PR	PR	PR	Redução no uso de recursos naturais e incentivo ao uso de fontes alternativas.
WEp2	Redução do Uso de Água do Interior	PR	PR	PR	-	Redução no uso de recursos naturais e incentivo ao uso de fontes alternativas.
WEp3	Medição de Água do Edifício	PR	PR	PR	PR	Apoiar a gestão da água e incentivar oportunidades adicionais de economia e localização de problemas.
WEc1	Redução do Uso da Água do Exterior	2	2	1	1	Redução no uso de recursos naturais e incentivo ao uso de fontes alternativas no paisagismo.
WEc2	Redução do Uso de Água do Interior	6	6	6	-	Redução no uso de recursos naturais e incentivo ao uso de fontes alternativas.

WEc3	Uso de Água na Torre de Resfriamento	0	2	0	-	Redução no uso de água.
WEc4	Medição do Consumo de Água	1	1	0.5	0.5	Apoiar a gestão da água e incentivar oportunidades adicionais de economia e localização de problemas.

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

A redução da água no exterior pode ser obtida com atitudes positivas, como o uso de paisagismo que não necessite de água para irrigação. A versão atual da certificação também incentiva o uso de medidores setorizados de consumo. Este procedimento possibilita a identificação de problemas localizados e a sugestão de oportunidades para melhoria do sistema na edificação.

A categoria referente ao uso de energia possui o maior número de créditos que potencializam recursos ambientais, podendo classificá-los na categoria de eco-eficácia, como mostra a tabela 50.

Tabela 50– Eco-eficiência e eco-eficácia na categoria EA – Energia e Atmosfera NC v4 (2016)

	CRÉDITO	PONTOS OBTIDOS	PONTOS POSSÍVEIS	ECO-EFICIÊNCIA	ECO-EFICÁCIA	JUSTIFICATIVA
Eap1	Comissionamento Fundamental e Verificação	PR	PR	PR	PR	Garantir a qualidade das instalações elétricas especificadas em projeto. Não é usual as edificações adotarem tal prática, portanto pode também ser classificada como eco-eficácia.
EAp2	Desempenho Mínimo de Energia	PR	PR	PR	-	Reduzir os prejuízos ambientais e econômicos causados pelo uso de energia elétrica. Estipula um nível mínimo de eficiência energética.
EAp3	Medição de Energia do Edifício	PR	PR	-	PR	Apoiar a gestão de energia e identificar oportunidades de melhoria.
EAp4	Gestão Fundamental de	PR	PR	PR	-	Reduzir o esgotamento do gás ozônio.

	Gases Refrigerantes					
EAc1	Comissionamento Avançado	6	6	6	-	Garantir a qualidade das instalações especificadas em projeto.
EAc2	Performance Energética Otimizada	4	18	4	-	Reduzir os prejuízos ambientais causados pelo uso de energia.
EAc3	Medição de Energia Avançada	1	1	-	1	Apoiar a gestão de energia e identificar oportunidades de economias rastreando o uso no sistema da edificação.
EAc4	Resposta à Demanda	2	2	-	2	Aumentar a participação em tecnologias e programas de resposta à demanda.
EAc5	Produção de Energia Renovável	0	3	-	0	Reduzir os prejuízos ambientais associados através do incentivo ao uso de energias renováveis.
EAc6	Gestão Fundamental de Gases Refrigerantes - Avançado	0	1	0	-	Reduzir a destruição da camada de ozônio.
EAc7	Energia Verde e Compensação de Carbono	2	2	-	2	Incentivar a redução de emissões de gases do efeito estufa com uso de fontes provenientes de tecnologias renováveis e mitigação de carbono.

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Os créditos referentes ao comissionamento fundamental, avançado e à instalação de medidores setorizados permitem que sejam identificados problemas adicionais e específicos das instalações elétricas e sugeridos aperfeiçoamento constante das instalações. O crédito referente à produção de energia renovável, energia verde e compensações de carbono no terreno objetiva anular os prejuízos ambientais causados pelo uso de combustíveis fósseis, utilizando fontes alternativas para abastecimento. A compensação do uso do carbono classifica-se como um impacto positivo pois busca restituir os danos causados ao meio ambiente pelas fontes

usuais de energia. O crédito referente à participação em programas de resposta à demanda também se classifica- como um impacto positivo no meio ambiente, visto que aumenta a possibilidade de se investir em novas tecnologias com a coleta de dados do setor.

A categoria Materiais e Recursos possui créditos predominantemente classificados como eco-eficazes. A reutilização dos resíduos e a busca pelo ciclo fechado dos materiais na cadeia, utilizados durante a construção da edificação e no uso da mesma, predominam na classificação da categoria. Os procedimentos requisitados e sugeridos por essa categoria demonstram grande eco eficácia no ciclo de vida dos materiais, incluindo a análise da origem dos materiais, declarações ambientais do produto e análise do ciclo de vida dos mesmos. Estas estratégias são caracterizadas por gerar um impacto positivo dos materiais utilizados na edificação no meio ambiente. A tabela 50 mostra a pontuação possível e a classificação obtida.

Tabela 51– Eco-eficiência e eco-eficácia na categoria MR – Materiais e Recursos NC v4 (2016)

	CRÉDITO	PONTOS OBTIDOS	PONTOS POSSÍVEIS	ECO-EFICIÊNCIA	ECO-EFICÁCIA	JUSTIFICATIVA
MRp1	Depósito e Coleta de recicláveis	PR	PR	-	PR	Incentivar o destino correto dos resíduos da construção civil e a reutilização dos mesmos na cadeia cíclica.
MRp2	Gerenciamento dos Resíduos da Construção e Demolição	PR	PR	-	PR	Incentivar a permanência de materiais, reduzir o descarte e aumentar a vida útil dos mesmos.
MRc1	Redução do Impacto do Ciclo de Vida do Edifício	3	6	-	3	Promover o reuso, otimizar o desempenho ambiental de produtos e materiais.
MRc2	Divulgação e Otimização de Produto do Edifício - Declaração Ambiental dos Produtos - EPD/DAP	1	2	-	1	Promover o uso de produtos com EPD/DAP gerando impactos positivos no meio ambiente.

MRc3	Divulgação e Otimização de Produto na Edificação - Origem de Matérias-Primas	0	2	-	0	Promover o uso de matérias primas que gerem impactos vantajosos ao meio ambiente.
MRc4	Divulgação e Otimização de Produto na Edificação - Ingredientes do Material	0	2	-	0	Promover o uso de matérias primas que gerem impactos vantajosos ao meio ambiente.
MRc5	Gerenciamento da Construção e Resíduos de Demolição	2	2	-	2	Reduzir os resíduos gerados na construção e demolição, reutilizando e/ou reciclando os mesmos.

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

A categoria Qualidade do Ar Interior é caracterizada pela predominância de créditos eco-eficientes, ou seja, buscam apenas aprimorar a qualidade do ar interior e contribuir para a melhor saúde dos ocupantes da edificação. Esta categoria possui dois créditos caracterizados como eco-eficácia, os quais se referem ao uso de materiais de baixa emissão, como segue na tabela 51.

Tabela 52– Eco-eficiência e eco-eficácia na categoria IEQ – Qualidade do Ar Interior NC v4 (2016)

	CRÉDITO	PONTOS OBTIDOS	PONTOS POSSÍVEIS	ECO-EFICIÊNCIA	ECO-EFICÁCIA	JUSTIFICATIVA
IEQp1	Qualidade Mínima do Ar Interno	PR	PR	PR	-	Contribuir e garantir o bem-estar dos ocupantes
IEQp2	Controle Ambiental do Fumo	PR	PR	PR	PR	Reduzir a exposição dos ocupantes à fumaça ambiental do tabaco. Promover saúde e bem-estar.
IEQc1	Estratégias Avançadas de Qualidade do Ar Interior	2	2	2	-	Promover o conforto e bem-estar dos ocupantes
IEQc2	Materiais de Baixa Emissão	2	3	1	1	Reduzir as concentrações de contaminantes químicos, promover saúde.
IEQc3	Plano de Gerenciamento	1	1	1	-	Promover o bem-estar e a saúde

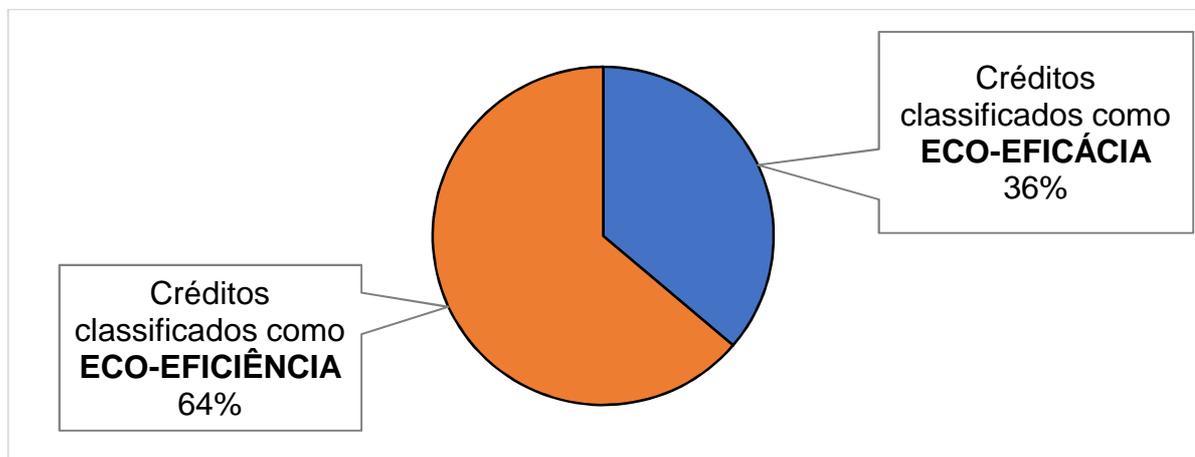
	da Qualidade do Ar Interna - Construção					dos ocupantes minimizando os problemas relacionados à construção e reforma.
IEQc4	Avaliação da Qualidade do Ar Interior	0	3	0	-	Aumentar a qualidade do ar interno após a obra.
IEQc5	Conforto Térmico	1	3	1	-	Promover conforto, bem-estar e produtividade dos ocupantes através do conforto térmico dos usuários.
IEQc6	Iluminação Interior	0	3	0	-	Promover conforto, bem-estar e produtividade dos ocupantes através da qualidade de iluminação interna artificial.
IEQc6	Iluminação Natural	3	3	3	--	Promover conforto, bem-estar e produtividade dos ocupantes através da qualidade de iluminação natural.
IEQc7	Vistas de Qualidade	1	1	1		Promover conforto, bem-estar e produtividade dos ocupantes através da promoção de vistas de qualidade ao exterior.
IEQc8	Desempenho Acústico	0	2	0	-	Promover conforto, bem-estar e produtividade dos ocupantes através da promoção do conforto acústico.

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Apesar do principal objetivo de reduzir impactos ambientais, os materiais de baixa emissão contam com inovações tecnológicas na concepção dos mesmos, o que permite classificar o crédito também como eco-eficácia.

Após a análise geral dos créditos da certificação de projeto e obra, conclui-se uma predominância de créditos que buscam apenas a redução de impactos e não buscam gerar impactos positivos no meio ambiente, conforme mostra a figura 25. A avaliação dos créditos resultou em 64% de créditos classificados como eco-eficiência e 36% de créditos como eco-eficácia.

Figura 25– Porcentagem de classificação dos créditos eco-eficientes e eco-eficazes para certificação NC v4 (2016)



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

A análise da pontuação da certificação atual no prédio, revela que o prédio atinge 38 pontos eco-eficientes e 18 pontos eco-eficazes, como mostra a tabela 52. Conclui-se que o prédio atualmente possui mais ações que buscam diminuir os impactos no meio ambiente. Apenas observa-se que 32 % da pontuação se refere a ações que buscam inovações tecnológicas e por consequência causam impactos positivos no meio ambiente.

Tabela 53– Pontuação do prédio com a classificação dos créditos segundo eco-eficiência e eco-eficácia

Classificação:	Eco-Eficiência	Eco-eficácia
Pontuação:	38 pontos	18 pontos

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

4.3.2 Avaliação do Prédio Certificado no Sistema de Certificação LEED EBOM v4 (2016) a partir dos conceitos de Eco-eficiência e Eco-eficácia

A avaliação dos conceitos de eco-eficiência e eco-eficácia na certificação de uso e operação foi realizada através da análise do guia de referência da certificação. Foram verificadas a aplicação dos conceitos em cada crédito referente à operação e manutenção da mesma e posteriormente aplicado nos créditos que a edificação em estudo atingiria.

A primeira categoria Localização e Transportes é composta por apenas um crédito, o qual foi classificado na categoria de eco-eficácia, como mostra a tabela 54.

Tabela 54– Eco-eficiência e eco-eficácia na categoria LT – Localização e Transportes EBOM v4 (2016)

	CRÉDITOS	PONTOS OBTIDOS	PONTOS POSSÍVEIS	ECO-EFICIÊNCIA	ECO-EFICÁCIA	JUSTIFICATIVA
LTc1	Transporte Alternativo	6	15	-	6	Promoção de saúde aos usuários através do uso de transportes alternativos como caminhadas e bicicletas.

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

O crédito busca incentivar o uso de transporte alternativos, como uso de bicicletas e caminhadas. O uso de contínuo do transporte alternativo gera impactos positivos à saúde dos usuários e por consequência no meio ambiente.

A categoria Terrenos Sustentáveis resulta, como na tipologia de Novas Construções, em apenas um crédito no conceito de eco-eficácia. O crédito referente à proteção e restauração de habitats pontua o projeto que restaurar áreas sensíveis, o que gera efeitos positivos no meio ambiente.

Tabela 55– Eco-eficiência e eco-eficácia na categoria SS – Terrenos Sustentáveis EBOM v4 (2016)

	CRÉDITOS	PONT. OBTIDA	PONT. POSSÍVEL	ECO-EFICIÊNCIA	ECO-EFICÁCIA	JUSTIFICATIVA
SSp1	Política de Gerenciamento do Terreno	PR	PR	PR	-	Reduzir a poluição causada pelas atividades da construção.
SSc1	Desenvolvimento do Terreno - Proteção ou Restauração do Habitat	2	2	-	2	Incentivar a restauração de terrenos contaminados. Preservar áreas naturais.
SSc2	Gerenciamento de Águas Pluviais	0	3	0	-	Reduzir o volume do escoamento superficial.
SSc3	Redução de Ilhas de Calor	2	2	2	-	Reduzir os impactos causados pelas ilhas de calor nas cidades.
SSc4	Redução da Poluição Luminosa	1	1	1	-	Reduzir os impactos causados pela poluição luminosa nas cidades.
SSc5	Gerenciamento do Terreno	1	1	1	-	Controlar as práticas para o gerenciamento do terreno, impedindo que aumente a poluição do meio ambiente.
SSc6	Plano de Melhorias do Terreno	1	1	1	-	Reduzir impactos através da criação de um plano com estratégias de manutenção.

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Os demais créditos da categoria, relacionados à redução de ilhas de calor, da poluição luminosa e gerenciamento do terreno não apresentam inovações tecnológicas e impactos positivos. Portanto, se enquadram apenas no conceito de eco-eficiência.

O crédito de Eficiência no Uso da Água possui 3 créditos na categoria de eco-eficácia. Os fatores que os levam a serem classificados como eco-eficácia na certificação de operação e manutenção são os mesmos da certificação de projeto e

obra: o incentivo às medições individualizadas e setorizadas de água. Essas condutas oportunizam a identificação de problemas no sistema e possíveis soluções.

Tabela 56– Eco-eficiência e eco-eficácia na categoria WE – Eficiência no Uso da Água EBOM v4 (2016)

	CRÉDITOS	PONT. OBTIDA	PONT. POSSÍVEL	ECO-EFICIÊNCIA	ECO-EFICÁCIA	JUSTIFICATIVA
WEp1	Redução do Uso de Água no interior da Edificação	PR	PR	PR	-	Redução no uso dos recursos naturais.
WEp2	Medição do Desempenho de Água	PR	PR	PR	PR	Apoiar a gestão da água e incentivar oportunidades adicionais de economia e localização setorizada de problemas.
WEc1	Redução do Consumo de Água no Exterior da Edificação	2	2	1	1	Redução no uso de recursos naturais e incentivo ao uso de fontes alternativas no paisagismo.
WEc2	Redução do Consumo de Água no Interior da Edificação	5	5	1	-	Redução no uso de recursos naturais.
WEc3	Gestão da Água para Sistemas de Resfriamento	3	3	1	-	Redução no uso de recursos naturais.
WEc4	Medição do Consumo de Água	1	2	.5	.5	Apoiar a gestão da água e incentivar oportunidades de economia do sistema e localização setorizada de problemas.

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

A redução do consumo de água externo possui um incentivo eco efetivo no uso de paisagismo adaptado ao meio. O uso de água potável pode ser descartado através do uso de plantas nativas e adaptadas.

A categoria Energia e Atmosfera da certificação de operação e manutenção também possui maior número de créditos com conceito de eco-eficácia. A tabela 57 mostra a relação da classificação dos créditos da categoria.

Tabela 57– Eco-eficiência e eco-eficácia na categoria EA – Energia e Atmosfera
EBOM v4 (2016)

	CRÉDITOS	PONT. OBTIDA	PONT. POSSÍVEL	ECO-EFICIÊNCIA	ECO-EFICÁCIA	JUSTIFICATIVA
EAp1	Eficiência Energética - Melhores Práticas de Gerenciamento	PR	PR	PR	-	Promover a continuidade da informação de modo que as estratégias de eficiência sejam mantidas na operação
EAp2	Desempenho Mínimo de Energia	PR	PR	PR	-	Reduzir os prejuízos ambientais causados pelo uso de energia.
EAp3	Medição da Energia	PR	PR	-	PR	Apoiar a gestão de energia e identificar oportunidades de melhorias.
EAp4	Gestão Fundamental de Gases Refrigerantes	PR	PR	PR	-	Reduzir o esgotamento do gás ozônio.
EAc1	Comissionamento do Edifício Existente: Investigação e Análise	2	2	-	2	Garantir a qualidade das especificações nas instalações. Esta atividade não é usual em edificações comuns, portanto pode ser classificada como eco-eficácia.
EAc2	Comissionamento do Edifício Existente: Implementação	2	2	-	2	Garantir a qualidade das especificações nas instalações. Esta atividade não é usual em edificações comuns, portanto pode ser classificada como eco-eficácia.
EAc3	Comissionamento Contínuo	3	3	-	3	Garantir a qualidade das especificações nas instalações. Esta atividade não é usual em edificações comuns, portanto pode

						ser classificada como eco-eficácia.
EAc4	Otimização do Desempenho Energético.	10	20	10	-	Reduzir os impactos ambientais associados ao uso de energia.
EAc5	Medição Avançada de Energia	2	2	-	2	Apoiar a gestão de energia e identificar oportunidades de melhorias.
EAc6	Resposta a Demanda	3	3	-	3	Aumentar a participação em tecnologias e programas de resposta à demanda.
EAc7	Energia Verde e Compensação de Carbono	5	5	5		Reduzir os prejuízos ambientais associados através do incentivo ao uso de energias renováveis.
EAc8	Gestão Aprimorada de Fluidos Refrigerantes	1	1	-		Reduzir a destruição da camada de ozônio.

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

O fato da categoria apresentar maior número de créditos classificados como eco-eficácia, mostra a importância dada na certificação da implementação de novas tecnologias no setor energético. Ações como comissionamento das instalações, produção de energia verde, participação em programas de resposta a demanda, são fatores que contribuem em efeitos positivos no meio ambiente.

A categoria Materiais e Recursos possui incentivos eco-eficientes e eco-eficazes, relacionados ao estímulo pela redução de resíduos e pela reciclagem dos resíduos gerados no uso da edificação, respectivamente. É encorajada a compra de materiais recicláveis e reutilizáveis, através de políticas de compras na operação. Essa característica consiste em uma ação que busca a inovação através do uso dos materiais utilizados no uso e operação da edificação. As políticas de compras e que buscam apenas a redução dos impactos foram classificadas como eco-eficientes. A busca pela manutenção dos elementos estruturais em reformas foi classificada segundo o conceito de eco-eficácia.

Tabela 58– Eco-eficiência e eco-eficácia na categoria MR – Materiais e Recursos EBOM v4 (2016)

	CRÉDITOS	PONT. OBTIDA	PONT. POSSÍVEL	ECO-EFICIÊNCIA	ECO-EFICÁCIA	JUSTIFICATIVA
MRp1	Política de Compras e Resíduos	PR	PR	PR	PR	Incentivar a compra de materiais ecologicamente corretos. Promover a destinação correta dos resíduos gerados durante a operação e a reutilização dos mesmos na cadeia cíclica.
MRp2	Política de Manutenção e Renovação das Instalações	PR	PR	PR	-	Reduzir os resíduos gerados por reformas reutilizando e/ou reciclando os mesmos.
MRc1	Compras – Contínuas	1	1	0.5	0.5	Incentivo a compras de materiais com tecnologias inovadoras. Redução dos impactos causados pela aquisição de bens na operação.
MRc2	Compras – Lâmpadas	1	1	1	-	Incentivo ao uso de lâmpadas com baixo teor de mercúrio.
MRc3	Compras - Manutenção e Renovação das Instalações	2	2	1	1	Incentivo a compras de materiais com tecnologias inovadoras. Redução dos impactos causados pela aquisição de bens na operação. Incentivo a compra de materiais com selo <i>Cradle-to-Cradle</i> .
MRc4	Gestão de Resíduos Sólidos: Operação Contínua	2	2	1	1	Promover a destinação correta dos

						resíduos gerados durante a operação e a reutilização dos mesmos na cadeia cíclica.
MRc5	Gestão de Resíduos Sólidos: Manutenção e Reformas	2	2	2	-	Redução de impactos através da destinação correta dos resíduos gerados durante reformas.

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

A categoria que avalia a qualidade do ar interior possui predominância de créditos eco-eficientes, que buscam apenas reduzir os impactos ambientais no ambiente, como mostra a tabela 59.

Tabela 59– Eco-eficiência e eco-eficácia na categoria IEQ – Qualidade do Ar Interior EBOM v4 (2016)

	CRÉDITOS	PONT. OBTIDA	PONT. POSSÍVEL	ECO-EFICIÊNCIA	ECO-EFICÁCIA	JUSTIFICATIVA
IEQp1	Desempenho Mínimo da Qualidade do Ar Interior (IAQ)	PR	PR	PR	-	Contribuir e garantir o bem-estar dos ocupantes.
IEQp2	Controle Ambiental do Fumo	PR	PR	PR	PR	Reduzir a exposição dos ocupantes à fumaça ambiental do tabaco. Promover saúde e bem-estar.
IEQp3	Política de Limpeza Verde	PR	PR	PR	-	Reduzir a exposição dos ocupantes aos produtos químicos. Reduzir impactos ambientais.
IEQc1	Programa para Gestão da Qualidade do Ar Interno	2	2	2	-	Promover o bem-estar dos ocupantes.
IEQc2	Estratégias Avançadas da Qualidade do Ar Interno	2	2	2	-	Promover o bem-estar dos ocupantes.
IEQc3	Conforto Térmico	1	1	1	-	Promover estratégias que garantam o conforto térmico dos usuários.

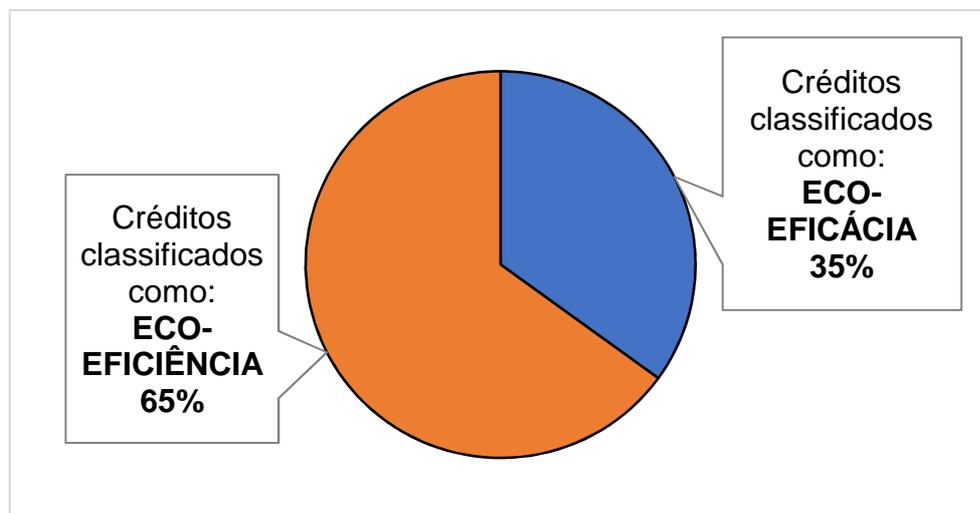
IEQc4	Iluminação Interior	1	2	1	-	Promover estratégias que garantam o conforto lumínico dos usuários.
IEQc5	Iluminação Natural e Qualidade das Vistas	2	4	2	-	Promover estratégias que garantam o conforto dos usuários através da iluminação natural.
IEQc6	Limpeza Verde - Avaliação da Eficácia	1	1	1	-	Reduzir a exposição dos ocupantes a produtos de limpeza tóxicos.
IEQc7	Limpeza Verde - Produtos e Materiais	1	1	.5	.5	Reduzir a exposição dos ocupantes a produtos de limpeza tóxicos. Incentivo ao uso de produtos com selo <i>Cradle-to-Cradle</i> .
IEQc8	Limpeza Verde – Equipamentos	1	1	1	-	Reduzir a exposição dos ocupantes a gases tóxicos gerados por certos equipamentos de limpeza convencionais.
IEQc9	Manutenção Integrada de Pragas	2	2	2	-	Reduzir a exposição dos ocupantes a produtos tóxicos de controle de pragas.
IEQc10	Conforto dos Ocupantes: Pesquisa de Satisfação	1	1	1	-	Garantir a satisfação dos usuários através de pesquisa.

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Os requisitos são similares aos considerados na certificação de projeto e obra, tais como redução da poluição luminosa, controle do fumo e do desempenho do ar interno. Tais créditos não levam em consideração inovações tecnológicas que possam caracterizá-los como eco-eficazes. Os créditos que geram impactos positivos são os relacionados à Limpeza Verde, os quais buscam a utilização de produtos inovadores na operação da edificação, tais como papéis, sacos, desengordurantes que atendam selos ambientais.

A avaliação dos conceitos de eco-eficiência e eco-eficácia na certificação de operação e manutenção EBOM v4 (2016) revela uma porcentagem de 35% de créditos que se classificam no conceito de eco-eficácia, os quais buscam inovações tecnológicas e causam impactos positivos no meio ambiente. Os demais créditos avaliados, resultaram em uma porcentagem de 65% de créditos que procuram reduzir os impactos no meio ambiente, os quais se classificam no conceito de eco-eficiência, resultando como predomínio da certificação, conforme mostra a figura 26.

Figura 26– Porcentagem de classificação dos créditos eco-eficientes e eco-eficazes para certificação EBOM



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Por fim, a análise da pontuação possível de ser obtida para certificação LEED EBOM v4 (2016) revela que o prédio atingiria 34 pontos de créditos classificados no conceito de eco-eficácia e 41 pontos de créditos classificados no conceito de eco-eficiência, como mostra a tabela 60.

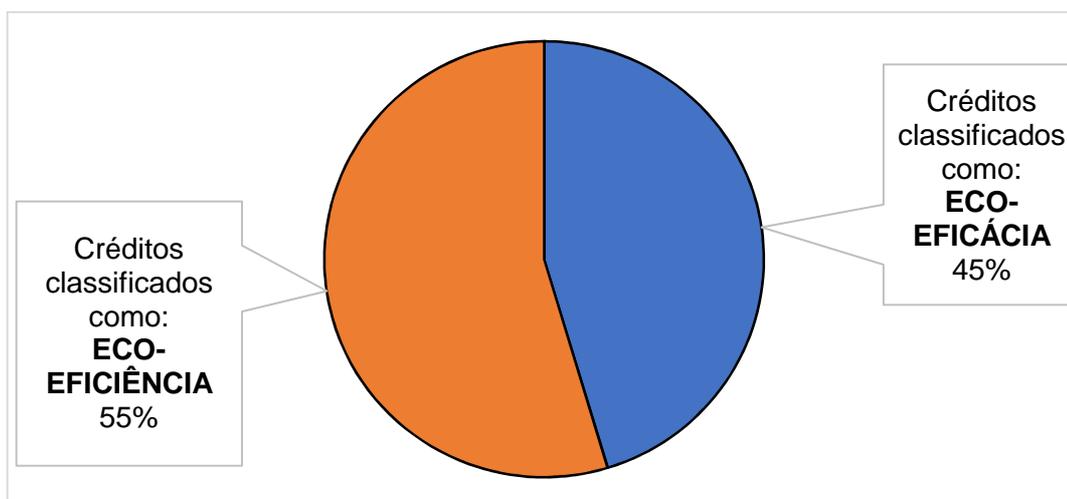
Tabela 60– Pontuação do prédio com a classificação dos créditos segundo eco-eficiência e eco-eficácia

Classificação:	Eco-eficiência	Eco-eficácia
Pontuação:	41 pontos	34 pontos

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Esse valor revela que as ações já adotadas pela empresa na edificação e as ações possíveis de serem empregadas para conquista da certificação, equivalem a 45% de créditos que geram impactos positivos no meio ambiente e 55% de créditos cujo foco está na redução de impactos no meio ambiente. O gráfico da figura 28 revela essa porcentagem.

Figura 27– Porcentagem de classificação dos créditos eco-eficientes e eco-eficazes avaliados na edificação para LEED NC v4 (2016)



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

A análise revela que, apesar da certificação possuir maior porcentagem de créditos no conceito de eco-eficiência, a pontuação que a edificação obteria demonstra maior regularidade entre os dois conceitos nos créditos obtidos. A diferença quantitativa dos créditos pontuados não demonstra grande diferença entre a porcentagem de créditos classificados como eco-eficiência e eco-eficácia. Isso deve-se ao fato da operação da edificação já ser engajada na realização de ações que buscam inovações tecnológicas e impactos positivos para o meio ambiente, como medições setorizadas de consumo, uso de materiais inovadores, reutilização da água da chuva e uso de plantas nativas que não necessitem de irrigação.

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho buscou avaliar como os critérios da certificação ambiental de prédios LEED atualizaram-se ao longo do tempo e como a certificação aborda os conceitos de eco-eficiência e eco-eficácia. Para tal, foi analisada a atualização dos créditos em suas versões e avaliada a pontuação do prédio certificado nas versões de projeto (NC v4 2016) e de operação e manutenção (EBOM v4 2016) atuais. Por fim, foram classificados os créditos das versões atuais de projeto e operação conforme os conceitos de eco-eficiência e eco-eficácia. As atualizações dos créditos revelam como a certificação se atenta com os conceitos de sustentabilidade mais recentes.

A primeira etapa do trabalho apresentou macro alterações na certificação, com o surgimento de novas tipologias de classificação, como a inserção de setor hoteleiro e *data centers*. Percebe-se também a inserção do PPI (Processo de Projeto Integrado) o qual busca maior eficiência do processo, interligação de equipes e redução do tempo e custos do processo. A criação de uma categoria exclusiva para Localização e Transportes destaca a maior preocupação do efeito causado pelo uso de transportes no meio ambiente. O incentivo ao uso de medidores de água e energia individualizados e setorizados na versão mais recente, revela a preocupação em encontrar problemas localizados e propor sugestões de melhorias para o sistema. O surgimento de 28% de novos créditos na versão atual revela o esforço significativo pelo aperfeiçoamento da certificação ao longo do tempo, dos quais apenas a categoria de materiais e recursos possuem referências na certificação anterior. A comparação da certificação de projeto e operação revelou um esforço natural para uma mudança de tipologia com a inserção de 50% em créditos exclusivos de operação e manutenção da edificação.

A segunda etapa, a qual analisou a edificação certificada, revelou a redução da pontuação da mesma na versão mais atual em relação à versão anterior. A análise revela o aumento no rigor de determinados créditos e do surgimento de novos créditos, os quais a edificação mesmo já certificada não atenderia. O diagnóstico da edificação para a certificação EBOM v4 (2016) revela que a edificação atingiria classificação máxima, Platina, obtendo 82 pontos. A maior parte dos créditos foram classificados como ações que a edificação já pratica, independente da certificação de projeto.

A avaliação dos conceitos de eco-eficiência e eco-eficácia na certificação de projeto LEED NC v4 (2016) revelou uma predominância de 64% de créditos classificados no conceito de eco-eficiência, ou seja, que objetivam reduzir os impactos ambientais. A inovação tecnológica e a geração de impactos positivos no meio ambiente, apesar de presentes em 36% dos créditos, ainda sim é significativa na certificação. Os conceitos avaliados na certificação de operação e manutenção LEED EBOM v4 (2016) também possuem resultados semelhantes, com 35% de créditos que buscam criar impactos positivos no meio ambiente e não apenas reduzi-los.

O estudo revelou que a certificação LEED vem aumentando o rigor para os critérios ambientais ao longo do tempo. A pesquisa mostrou que a certificação está em busca de não apenas reduzir os danos causados pela construção e pelos usuários no meio ambiente, mas também na criação de novas tecnologias, com a valorização da reciclagem e reutilização de materiais, utilização de fontes renováveis de água e energia.

REFERÊNCIAS

AHN HAN, Y.; JUNG, C. W.; SUH, M.; JEON H.M. Integrated Construction Process for Green Building. **Procedia Engineering**. USA. v. 145, p. 670-676, 2016. Disponível em < <https://doi:10.1016/j.proeng.2016.04.065> >. Acesso em 27 de junho de 2017.

AIGBAVBOA, C.; OHIOMAH, I.; ZWANE, T. Sustainable construction practices: “a lazy view” of construction professionals in the South Africa construction. **Energy Procedia**. USA. v. 105, p. 3003-3010, 2017. Disponível em < <https://doi:10.1016/j.egypro.2017.03.743> >. Acesso em 27 de junho de 2017.

ÂNGULO, S.C.; ZORDAN, S.E; JOHN, V.M. Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem de Resíduos na Construção Civil. In: Seminário Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na Construção Civil – Materiais Reciclados e suas Aplicações, 4. 2001. São Paulo. **Anais...** São Paulo: CT206 – IBRACON, 2001. Disponível em: http://www.reciclagem.pcc.usp.br/ftp/artigo%20iv_ct206_2001.pdf. Acesso em 20 de junho de 2017.

ANTONIOLLI, C.B. **Pós-ocupação de prédio comercial com certificação ambiental: análise de critérios adotados e o papel do usuário**. 2015. 130 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo. 2015.

BARBOSA, J.A., MATEUS, R., BRAGANÇA, L. Occupancy Patterns and Building Performance – Developing occupancy patterns for Portuguese residential buildings. **SBE16 Brazil & Portugal**. Sustainable Communities towards a Nearly Zero Impact Built Environment. Portugal. ISBN: 978-85-92631-00-0, 2016. Disponível em < <https://doi:10.13140/RG.2.2.27296.58881> >. Acesso em 18 de julho de 2017.

BRAUNGART, M.; McDONOUGH, W.; BOLLINGER, A. Cradle-to-Cradle design: creating healthy emissions – a strategy for eco-effective product and system design. **Journal of Cleaner Production**. USA. v. 15, p. 1337-1348, 2007. Disponível em <<https://doi:10.1016/j.jclepro.2006.08.003%20>>. Acesso em 23 de junho de 2017.

CAMPOS, V.R., & CAMPOS, T.J. (2014). O Processo da Certificação LEED – Leadership in Energy and Environmental Design: Estudo de Caso. In: XV ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. Maceió. **Anais eletrônicos...**ANTAC, 2014.

CAMPOS, V. R., MATOS, N. S., & BERTIN, A. A. Sustentabilidade E Gestão Ambiental Na Construção Civil: Análise Dos Sistemas De Certificação Leed E Iso

14001. **Revista Eletrônica Gestão & Saúde. Brasil.** v 6, p. 1104–1118, 2009. Disponível em <<https://doi.org/10.4324/9780080455471>>. Acesso em 20 janeiro 2017.

CHENG, J.C., & MA, L.J. **A Data Driven Study of Important Climate Factors on the Achievement of LEED-EB Credits.** China. v.90, p. 232–244, 2014. Disponível em <<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.11.029>>. Acesso em 10 outubro 2016.

CHIARELLO, D., GONZÁLEZ, M.A., KERN, A.P. (2016). Aplicação dos critérios do Selo Casa Azul relacionados ao desempenho térmico em empreendimentos em Caxias do Sul / RS. In: 4º SEMINÁRIO NACIONAL DE CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS. 1º FÓRUM DESEMPENHO DAS EDIFICAÇÕES, 2015, Passo Fundo. **Anais eletrônicos...**São Paulo: Revista de Arquitetura IMED, 2016. Disponível em <<https://seer.imed.edu.br/index.php/arqimed/article/view/1148>>. Acesso em 20 janeiro 2017.

DONGHWAN, G.; YONG, K.H.; HYOUNGSUB, K. LEED, its efficacy in regional context: Finding a relationship between regional measurements and urban temperature **Journal of Energy and Buildings.** USA. v.86, p. 687-691, 2015. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.10.066> >. Acesso em 10 junho 2016.

EDWARDS, Brian. **O Guia Básico de Sustentabilidade.** Traduzido por Riba Enterprises Ltd.2. ed. Barcelona: Gráficas 92, 2005.

FUNDAÇÃO VANZOLINI. **Referencial Técnico de Certificação: Edifícios do setor de serviços – Processo Aqua.** Fundação Vanzolini e Processo AQUA, 2008. Disponível em: <http://www.vanzolini.org.br/download/RT_Hoteis_V0_junho2008.pdf>. Acesso em: 10 janeiro 2017.

GREEN BUILDING COUNCIL OF AUSTRALIA (GBCA). Site oficial. Disponível em: <<http://new.gbca.org.au/>>. Acesso em 30 mar 2016.

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL (GBC Brasil). Site oficial. Disponível em: <www.gbcbrazil.org.br>. Acesso em 30 mar 2016.

GOMES, S.S.; BARBOSA, J.A.; BRAGANÇA L. Avaliação da Sustentabilidade de Áreas Urbanas: Um Estudo de Caso. In: CONAMA 2016. Espanha. **Anais eletrônicos...**Madri: Anais do evento. CONAMA, 2016.

GOUVEIA, A.; BURRATTINO, S.; FERREIRA, F. Gestão Do Processo De Projetos E a Certificação Leed : Estudos De Caso – São Paulo E Madrid. n. 1, p. 1–10, 2009.

HAMU, D. Agenda 2030 e Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. In: DESAFIOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL – SENGE, 2016, Porto Alegre. **Anais eletrônicos**...Porto Alegre: Anais do evento. SENGE, 2016.

HORVAT, M., FAZIO, P. Comparative review of existing certification programs and performance assessment tools for residential buildings. **Archit. Sci. Rev.** 48 (1), 69e80, 2005.

JACQUES, J.J. **Estudo de iniciativas em desenvolvimento sustentável de produtos em empresas calçadistas a partir do conceito berço ao berço.** 2011. 322 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2011.

JACQUES, J.J.; AGOGINO, A.; GUIMARÃES, L. B. M. Sustainable Product Development Initiatives in the Footwear Industry based on the Cradle to Cradle Concept. **ASME 2010 International Design Engineering Technical Conferences & Computers and information in 15th Design for Manufacturing and the Lifecycle Conference.** Montreal, Canada, 2010.

KERN, A.; ANTONIOLLI C.B.; WANDER P.R.; MANCIO M. & GONZÁLEZ M.A. Energy and water consumption during the post-occupancy phase and the users' perception of a commercial building certified by Leadership in Energy and Environmental Design (LEED). **Journal of Cleaner Production.** BRASIL. v. 133, p. 826-834, 2016. Disponível em < <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.05.081>>. Acesso em 10 setembro 2016.

LAMBERTS, R., TRIANA, M., FOSSATI, M., & BATISTA, J. O. **Sustentabilidade nas Edificações: contexto internacional e algumas referências brasileiras na área.** Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), 2008.

LEITE, V.F. Certificação Ambiental na Construção Civil - Sistemas LEED e Aqua. 2011. 59p. Monografia (Graduação em Engenharia Civil - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

MANCIO, Maurício. Eco eficácia no desenvolvimento e uso de materiais inovadores: avanços recentes e contribuição para a sustentabilidade no ambiente construído. **Research Gate.** Euro ELECS 2017. Disponível em < <https://www.researchgate.net/publication/317953278> >. Acesso em 23 de outubro de 2017.

Mc DONOUGH, Willian; BRAUNGART, Michael. **Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things**. 1. Ed. United States. North Point Press, 2002.

Mc DONOUGH, W.; BRAUNGART, M. Design for the Triple Top Line: New Tools for Sustainable Commerce. **Corporate Environmental Strategy**. United States. v. 3, P. 251-258, 2002. Disponível em <[https://doi.org/10.1016/S1066-7938\(02\)00069-6](https://doi.org/10.1016/S1066-7938(02)00069-6)>. Acesso em 01 de fevereiro de 2018.

MEADOWS, Donella H.; MEADOWS, Dennis L.; RANDERS, Jorgen; BEHRENS III, Willian W. **The Limits to Growth: A Report for THE CLUB OF ROME'S Project on the Predicament of Mankind**. New York: Universe Books, 1972.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Construção Sustentável**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis> Acesso /urbanismo-sustentavel/constru%C3%A7%C3%A3o-sustent%C3%A1vel>. Acesso em 06 de fevereiro de 2018.

NESTEBY, A.I.; AARESTAD, M., LOHNE, J., BOHNE, R.A. Integration of BREEAM-NOR in construction projects: Utilizing the Last Planner System. **Energy Procedia**. Noruega. v. 96, p. 100-111, 2016. Disponível em < [https://doi: 10.1016/j.egypro.2016.09.110](https://doi.org/10.1016/j.egypro.2016.09.110) >. Acesso em 11 de julho de 2017.

O' MALLEY, C., PIROOZ FAR, P. A., FARR, E., GATES, J. Evaluating the Efficacy of BREEAM Code for Sustainable Homes (CSH): A Cross-Sectional Study. **Energy Procedia**. EUA. v. 62, p. 210-219, 2014. Disponível em < [https://doi: 10.1016/j.egypro.2014.12.382](https://doi.org/10.1016/j.egypro.2014.12.382) >. Acesso em 11 de julho de 2017.

OWENS, B., MACKEN, C., ROHLOFF, A., ROSENBERG, H., 2013. **LEED V4 Impact Category and Point Allocation Development Process**. Disponível em: <http://www.usgbc.org/sites/default/files/LEED%20v4%20Impact%20Category%20and%20Point%20Allocation%20Process_Overview_0.pdf > Acesso em 20 outubro 2016.

PICCOLI, R; KERN A. P.; GONZÁLEZ. M.; HIROTA, E.A **certificação de desempenho ambiental de prédios: exigências usuais e novas atividades na gestão da construção**. Ambiente Construído. Vol. 10, n. 3, pp. 69-79.2010.

PICCOLI, R. **Análise das Alterações no Processo de Construção Decorrente de Sistema de Avaliação Ambiental de Edificações: Ênfase Nos Processos De Projeto E Produção**. 2009. 103 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo. 2009.

PICCOLI, R; KERN A. P.; GONZÁLEZ. M.; HIROTA, E. **A certificação de desempenho ambiental de prédios: exigências usuais e novas atividades na gestão da construção.** Ambiente Construído. Vol. 10, n. 3, pp. 69-79.2010.

PORTAL GALERIA DA ARQUITETURA (2016) Site oficial. Disponível em: <<http://www.galeriadaarquitetura.com.br/>>. Acesso em 30 mar 2016. PROCELINFO: CENTRO BRASILEIRO DE INFORMAÇÃO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA. **Regulamento para Concessão do Selo Procel de Economia para Edificações.** v. 3. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br/services/DocumentManagement/FileDownload.EZTSvc.asp?DocumentID=%7BE469F43B-75D2-40EA-BAEBD4564CC211E3%7D&ServiceInstUID=%7B46764F02-4164-4748-9A41-C8E7309F80E1%7D>>. Acesso em 20 fevereiro 2017.

RUPP, R.F.; VÁSQUEZ, N. G., & LAMBERTS, R. A review of human thermal comfort in the built environment. **Journal of Energy and Buildings.** Brasil , p. 0378-7788, 2015. Disponível em < <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.07.047> >. Acesso em 10 setembro 2016.

SCOFIELD, J.H. Do LEED certified buildings save energy? Not really... **Journal of Environmental Management.** Canadá. v. 41(12), p. 1368-1390, 2009. Disponível em < <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2009.08.006> >. Acesso em 10 junho 2016.

SIMON, L.; MORAES, C. A. M., MODOLO, R. C. E., VARGAS, M., CALHEIRO, D., BHREM, F. A. Recycling of contaminated metallic chip based on eco-Efficiency and eco-effectiveness approaches. **Journal of Cleaner Production.** USA. v. 153, p. 417-424, 2017. Disponível em < <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.11.058> >. Acesso em 23 de outubro de 2017.

STOECKER, R. Evaluating and rethinking the case study. *The Sociological Review*, 1991.

SUZER, Ozger. A comparative review of environmental concern prioritization: LEED vs other major certification systems. **Journal of Environmental Management.** Turquia. v. 154, p. 266-283, 2015. Disponível em < <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.02.029>>. Acesso em 9 maio 2016.

United Nations. **The Future We Want – RIO + 20 United Nations Conference on Sustainable Development.** Brasil. 2012. Disponível em <http://www.rio20.gov.br/documentos/documentos-da-conferencia/o-futuro-que-queremos/at_download/the-future-we-want.pdf>. Acesso em 19 de junho de 2017>.

UNITED STATES GREEN BUILDING COUNCIL (USGBC). **Reference Guide for Building Design and Construction**. V3. USA. 2007.

UNITED STATES GREEN BUILDING COUNCIL (USGBC). **Reference Guide for Building Operations and Maintenance**. V4. USA. 2013.

UNITED STATES GREEN BUILDING COUNCIL (USGBC). **Reference Guide for Building Operations and Maintenance**. V3. USA. 2007.

UNITED STATES GREEN BUILDING COUNCIL (USGBC). **Reference Guide for Building Design and Construction**. V4. USA. 2013.

UNITED STATES GREEN BUILDING COUNCIL (USGBC), 2016. Site oficial. Disponível em: <www.usgbc.org>. Acesso em 05 abr 2016.

VARGAS, J. C. B. **Forma Urbana e Rotas de Pedestres**. 2015. 126 p. Tese (Doutorado em Engenharia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. 2015.

WBCSD (2016) Cities and Mobility. Disponível em: <<http://www.wbcsd.org/Projects/SiMPLify>>. Acesso em 10 de agosto de 2016.

WINES, James. **Green Architecture**. 1. ed. USA: Taschen, 2000.

WU, Peng. et al. **A comprehensive analysis of the credits obtained by LEED 2009 certified green buildings**. China. v.68, p.370-379, 2017. Disponível em <<https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.10.007>>. Acesso em 12 janeiro 2017.

YANARELLA, E.J. et al. Research and solutions: “Green” vs. sustainability: from semantics to enlightenment. **Sustainability**. J. Rec. 2 (5), 296e302, 2009.

YIN, Robert K. Estudo de caso – planejamento e métodos. (2Ed.). Porto Alegre: Bookman. 2001.

YUDELSON, Jerry. **Projeto Integrado e Construções Sustentáveis**. Tradução de Alexandre Salvaterra. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

