

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE GRADUAÇÃO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

JULIA COFFERRI HERRMANN

**DIAGNÓSTICO DA CERTIFICAÇÃO LEED FOR HEALTHCARE:
Estudo de caso no Hospital Sapiranga**

São Leopoldo

2018

JULIA COFFERRI HERRMANN

**DIAGNÓSTICO DA CERTIFICAÇÃO LEED FOR HEALTHCARE:
Estudo de caso Hospital Saporanga**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial para
obtenção do título de Graduado em
Engenharia Civil, pelo Curso de
Engenharia Civil da Universidade do Vale
do Rio dos Sinos - UNISINOS

Orientadora: Prof.^a. Dr.^a. Andrea Parisi Kern

São Leopoldo

2018

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Julio e Elita, meus exemplos de empenho e dedicação, que batalharam para me oferecer uma educação de qualidade e me apoiaram em todas as etapas deste projeto.

Ao Hospital Sapiranga, pela receptividade e equipe qualificada e atenciosa, que apoia a pesquisa e segue buscando o aprimoramento dos seus serviços.

Ao Eng. Eduardo Brofman, pela assistência e amor à profissão.

À esta Universidade e seu corpo docente, em especial, a Prof. Andrea Parisi Kern, que me orientou desde a iniciação científica, no segundo semestre, até a conclusão deste trabalho.

A todos os meus amigos que possam, de alguma forma, ter contribuído nesta etapa. Em especial, à minha irmã Laura e minhas amigas Ângela e Jordane, pela amizade e companheirismo.

RESUMO

Os selos de certificação ambiental para a construção civil surgiram com o intuito de classificar edifícios sustentáveis, incorporando aspectos de proteção à biosfera e aos recursos naturais e de redução dos impactos negativos dos edifícios e dos materiais em seus usuários. Entre as diferentes certificações disponíveis, o selo americano LEED destaca-se por ser o mais utilizado no Brasil e no exterior. Apesar de dispor de uma tipologia específica para unidades de saúde, nomeada LEED *Healthcare*, a adesão destes empreendimentos ainda é pequena. O alto consumo de recursos naturais e energéticos devido às características funcionais dos hospitais ressalta a importância da adoção de medidas sustentáveis nestes projetos. O presente estudo buscou investigar como um projeto de hospital pode se adequar aos requisitos do sistema LEED de modo a avaliar a viabilidade de aplicação da certificação ambiental para o projeto. A viabilidade foi verificada a partir da análise dos projetos em comparação aos critérios da certificação. Cada crédito e pré-requisito não atingido pelo projeto original foi classificado como “provável”, “possível” ou “improvável”. Como resultado, verificou-se que o projeto sem alterações já atende a 30% da pontuação disponível na certificação. Também se concluiu que, se fossem realizadas mudanças e verificações para o atendimento aos pré-requisitos não atendidos e aos créditos classificados como “prováveis”, o empreendimento poderia classificar-se na categoria ouro.

Palavras-chave: Certificação Ambiental. LEED Healthcare. Hospital. Prédio Sustentável.

LISTA DE SIGLAS

ANSI	American National Standards Institute
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
AQUA	Alta Qualidade Ambiental
ASHRAE	American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
ASTM	American Society for Testing and Materials
BEAM	Building Environmental Assessment Method
BMP	Best Management Practices
BRE	Building Research Establishment
BREEAM	Building Research Establishment Environmental Assessment Method
CASBEE	Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency
CIB	Conselho Internacional da Construção
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DOE	Department of Energy
EPA	Environmental Protection Agency
FGI	Facility Guidelines Institute
GBC	Green Building Council
HQE	High Environmental Quality
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais
IESNA	Illuminating Engineering Society of North America
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
IPMVP	International Performance Measurement and Verification Protocol
ISO	International Organization for Standardization
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
LEED AP	Leadership in Energy and Environmental Design Accredited Professional
NABERS	National Australian Built Environment Rating System
OPR	Owner's Project Requirements
PBT	Persistent, Bioaccumulative and Toxic Substances
RSS	Resíduos de Serviços de Saúde
TBL	Triple Bottom Line
TSS	Total Suspended Solids
WCED	World Commission on Environment and Development

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
1.2 Objetivos	10
1.2.1 Objetivo Geral	10
1.2.2 Objetivos Específicos	11
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
2.1 Construção Sustentável e Certificações Ambientais	12
2.1.1 Certificação LEED	22
2.2 Sustentabilidade nas Edificações de Saúde	26
2.2.1 Custo da Construção Sustentável	31
2.2.2 Certificações Sustentáveis para Hospitais	33
3 METODOLOGIA	38
3.1 Descrição do Objeto de Estudo	38
3.2 Delineamento da Pesquisa	42
3.3 Identificação dos Requisitos LEED Atendidos	43
3.4 Análise da Possibilidade de Adequação à Critérios Não Atendidos	43
3.5 Avaliação de Viabilidade da Implantação	44
4 ESTUDO DE CASO	45
4.1 Local Sustentável	45
4.1.1 Pré-Requisito 1 - Prevenção de Poluição das Atividades da Construção	46
4.1.2 Pré-Requisito 2 - Avaliação Ambiental do Terreno	46
4.1.3 Crédito 1 - Seleção do Terreno	47
4.1.4 Crédito 2 - Densidade de Desenvolvimento ou Conectividade com a Comunidade	47
4.1.5 Crédito 3 - Recuperação de Terreno Contaminado	48
4.1.6 Crédito 4.1 - Transporte Alternativo - Acesso para Transporte Público	48
4.1.7 Crédito 4.2 - Transporte Alternativo - Bicletário e Vestiário	49
4.1.8 Crédito 4.3 - Transporte Alternativo – Veículos Verdes	49
4.1.9 Crédito 4.4 - Transporte Alternativo - Capacidade de Estacionamento	50
4.1.10 Credito 5.1 – Desenvolvimento do Terreno - Proteção ou Restauração do Habitat	50
4.1.11 Crédito 5.2 - Desenvolvimento do Terreno - Maximizar Espaço Aberto	51

4.1.12 Crédito 6.1 - Águas pluviais - Controle de Quantidade.....	51
4.1.12 Crédito 6.2 - Águas pluviais - Controle de Qualidade.....	51
4.1.14 Crédito 7.1 - Ilha de Calor - Sem Telhado	52
4.1.15 Crédito 7.2 - Ilha de Calor - Telhado	52
4.1.16 Crédito 8 - Redução de Poluição Luminosa	53
4.1.17 Crédito 9.1 – Conexão ao Mundo Natural – Local para Descanso.....	54
4.1.18 Crédito 9.2 – Conexão ao Mundo Natural – Acesso Exterior Direto.....	54
4.2 Eficiência Hídrica	55
4.2.1 Pré-requisito 1 – Redução do Uso de Água	55
4.2.2 Pré-requisito 2 – Minimizar o Uso de Água Potável para Resfriamento de Equipamentos Médicos.....	56
4.2.3 Crédito 1 – Paisagismo Eficiente – Sem Uso de Água Potável ou Irrigação	57
4.2.4 Crédito 2 – Redução do Uso da Água – Medição e Verificação.....	57
4.2.5 Crédito 3 - Redução do Uso da Água.....	58
4.2.6 Critério 4.1 - Redução do Uso da Água – Equipamentos do Prédio.....	58
4.2.7 Critério 4.2 - Redução do Uso da Água – Torres de Resfriamento	59
4.2.8 Crédito 4.3 - Redução do Uso da Água – Sistemas de Resíduos de Alimentos	59
4.3 Energia e Atmosfera.....	59
4.3.1 Pré-requisito 1 – Comissionamento Fundamental e Verificação dos Sistemas de Energia.....	60
4.3.2 Pré-requisito 2 – Desempenho Mínimo de Energia.....	61
4.3.3 Pré-requisito 3 – Gerenciamento de Gases Refrigerantes	62
4.3.4 Crédito 1 – Otimizar Desempenho Energético	62
4.3.5 Crédito 2 – Energia Renovável no Local	64
4.3.6 Crédito 3 – Comissionamento Avançado	64
4.3.7 Crédito 4 – Gerenciamento Avançado de Gases Refrigerantes.....	65
4.3.8 Crédito 5 – Medição e Verificação.....	65
4.3.9 Crédito 6 – Energia Verde	65
4.3.10 Crédito 7 – Prevenção de Contaminação da Comunidade – Lançamentos Aéreos.....	66

4.4 Materiais e Recursos	66
4.4.1 Pré-Requisito 1 – Armazenamento e Coleta de Resíduos	67
4.4.2 Pré-Requisito 2 – Redução de Fontes de Substâncias Persistentes, Bioacumuláveis e Tóxicas (PBT) – Mercúrio	68
4.4.3 Crédito 1.1 – Reuso do Edifício – Manter Paredes, Pisos e Telhados.	68
4.4.4 Crédito 1.2 – Reuso de Edifício – Manter Elementos Interiores Não Estruturais	68
4.4.5 Crédito 2 - Gerenciamento de Resíduos da Construção	69
4.4.6 Crédito 3 – Materiais e Produtos de Fontes Sustentáveis.....	69
4.4.7 Crédito 4.1 - Redução de Fontes de Substâncias Persistentes, Bioacumuláveis e Tóxicas (PBT) – Mercúrio em Lâmpadas	70
4.4.8 Crédito 4.2 - Redução de Fontes de Substâncias Persistentes, Bioacumuláveis e Tóxicas (PBT) – Chumbo, Cádmio e Cobre	70
4.4.9 Crédito 5 – Móveis e Mobiliário Médico.....	71
4.4.10 Crédito 6 – Uso de Recursos – Design Flexível	71
4.5 Qualidade do Ambiente Interno	72
4.5.1 Pré-Requisito 1 – Desempenho Mínimo da Qualidade do Ar Interno.....	73
4.5.2 Pré-Requisito 2 – Controle Ambiental de Fumaça de Tabaco.....	74
4.5.3 Pré-requisito 3 - Remoção ou Encapsulamento de Material Perigoso	75
4.5.4 Crédito 1 – Monitoramento do Ar Externo	75
4.5.5 Crédito 2 – Ambiente Acústico	75
4.5.6 Crédito 3.1 – Plano de Gerenciamento da Qualidade do Ar Interno - Construção	76
4.5.7 Crédito 3.2 – Plano de Gerenciamento da Qualidade do Ar Interno – Antes da Ocupação.....	76
4.5.8 Crédito 4 – Materiais de Baixa Emissão.....	77
4.5.9 Crédito 5 – Controle de Fontes Internas de Produtos Químicos e Poluentes ..	77
4.5.10 Crédito 6.1 – Controle de Sistemas – Iluminação	78
4.5.11 Crédito 6.2 – Controle de Sistemas – Conforto Térmico	78
4.5.12 Crédito 7 – Conforto Térmico – Projeto e Verificação	79
4.5.13 Crédito 8.1 – Luz Natural.....	79
4.5.14 Crédito 8.2 – Vista.....	80
4.6 Inovação no Projeto	81
4.6.1 Pré-Requisito 1 – Planejamento e Projeto Integrados.....	82

4.6.2 Crédito 1 – Inovação no Projeto	83
4.6.3 Crédito 2 – Profissional Credenciado pelo LEED	84
4.6.4 Crédito 3 – Planejamento e Projeto Integrados	84
4.7 Prioridade Regional.....	84
4.7.1 Crédito 1 – Prioridade Regional	85
4.8 Análise Global dos Itens Investigados	86
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	89
REFERÊNCIAS.....	92

1 INTRODUÇÃO

Sabe-se que no setor da construção civil são notáveis os impactos ambientais gerados a partir da extração de matérias primas não renováveis, da produção de resíduos banais e perigosos, dos elevados consumos energéticos e da consequente emissão de gases nocivos. (TORGAL, JALALI, 2010). Os crescentes índices de urbanização constituem fatores de risco para a preservação da biodiversidade, já que contribuem para o desmatamento, elevado consumo de água doce, emissão de carbono, produção de resíduos e consumo de produtos industrializados, mais do que em qualquer outra atividade humana. (MUCELIN, BELLINI, 2008).

Ademais, a elevada duração do ciclo de vida dos seus produtos, a durabilidade dependente das ações climáticas, a multidisciplinaridade associada ao ciclo de vida e o fato do processo de produção e do produto final serem sempre diferentes, fazem com que o setor da construção civil demande soluções muito específicas para atingir a sustentabilidade. (MATEUS, 2009).

Há muito tempo se discute a construção sustentável no sentido de reduzir o impacto ambiental. No entanto, apenas a partir dos anos de 1990 que começaram a surgir métodos para avaliar edificações sustentáveis.

Em 1999, foi lançada a versão piloto do selo *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED), tornando-se nos anos seguintes, o principal selo de certificação ambiental do mercado. (SCOFIELD, 2009). Apenas em 2007 o primeiro empreendimento brasileiro recebeu a certificação LEED. No entanto, até 2018 outros 477 empreendimentos já haviam sido certificados no país. (GBC Brasil, 2018)

Entre os diversos tipos de ocupação de edifícios, os hospitais se destacam por apresentarem alto consumo de recursos naturais devido ao seu notável tamanho e às suas características operacionais, como funcionamento 24 horas, alta circulação de pessoas, distintos centros de trabalho e demandas energéticas, magnitude das instalações e a necessidade de sistemas de reserva de energia. (BITENCOURT, 2006). Assim como, a grande utilização de recursos não renováveis, produtos descartáveis e produção de resíduos tóxicos.

Sampaio (2006) defende que este ambiente está ligado, mais do que qualquer outro, à saúde do ser humano e deve poder proporcionar conforto, bem-estar, qualidade do ar e um ambiente saudável para garantir a recuperação dos pacientes e o bem-estar dos colaboradores.

Diversas pesquisas relacionam a utilização de estratégias sustentáveis com a recuperação acelerada de pacientes, a redução no risco de infecções, o aumento da produtividade, a redução na rotatividade de funcionários, entre outros aspectos. (BEAUCHEMIN, HAYS, 1996; DAVIS LANGDON, 2010, HARRIS, 2014; MENZIES et al., 2000). E o custo destas mudanças é relativamente baixo, inferior a 2% do valor do empreendimento, e produzindo benefícios financeiros como: redução do consumo de água e energia, redução nos gastos com disposição de resíduos e nos custos operacionais, aumento da produtividade e valorização do empreendimento e da imagem pública. (MACEDO FILHO, 2016).

Em 2010, o selo LEED lançou a categoria LEED for *Healthcare*, apresentando soluções e avaliações específicas para hospitais e centros de saúde. Apesar do aumento da conscientização e do comprometimento em resolver os problemas ligados a redução do impacto ambiental destes empreendimentos, a adesão aos selos de certificação ambiental ainda é muito baixa, seja por falta de conhecimento dos projetistas ou falta de interesse dos investidores. Dos 478 prédios brasileiros certificados LEED, apenas 12 são hospitais ou centros de saúde; estes utilizaram como forma de certificação sistemas variados, como o LEED *New Construction*, LEED *Commercial Interiors* ou LEED *Healthcare*. (GBC BRASIL, 2018)

O presente trabalho consiste num estudo de caso que irá avaliar o projeto de um novo empreendimento hospitalar no município de Sapiranga, Rio Grande do Sul, e apontar quais são as medidas já adotadas pelo projeto e quais seriam as principais mudanças necessárias para que este pudesse receber a certificação LEED, avaliando as facilidades e dificuldades da implementação do selo nesta área.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

O principal objetivo deste estudo consiste em investigar como um projeto de hospital pode se adequar aos requisitos do sistema LEED 2009 *for Healthcare: New Construction and Major Renovations* e avaliar a viabilidade de aplicação desta certificação ambiental.

1.2.2 Objetivos Específicos

- a) identificação dos critérios LEED já atendidos no projeto;
- b) análise da possibilidade de adequação à critérios não atendidos no projeto;
- c) análise de viabilidade de implementação do selo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A segunda metade do século XX foi marcada pelas crescentes dúvidas em relação ao futuro do meio ambiente. (BELLEN, 2005). As novas relações econômicas acabaram estabelecendo maior competitividade entre as empresas de diferentes segmentos, e, no mundo todo, o mercado mostrou-se cada vez mais exigente quanto à qualidade dos produtos e serviços oferecidos pelas empresas. (LANTELME, 1994). Ao mesmo tempo, as pesquisas e os desastres ambientais começaram a constatar e evidenciar o impacto do ser humano sobre a natureza.

2.1 Construção Sustentável e Certificações Ambientais

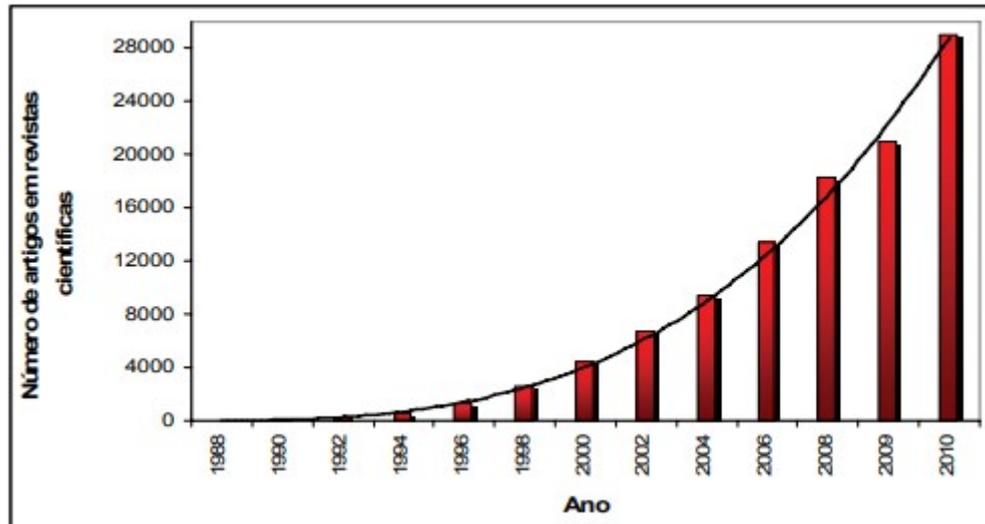
As primeiras mudanças significativas foram observadas na década de 60, quando os recursos naturais começaram a ser mais valorizados e seu esgotamento no futuro passou a ser considerado. Neste momento, diversos países perceberam a necessidade de estabelecer diretrizes e critérios para avaliar os impactos das intervenções humanas na natureza. (MOREIRA, 1999).

No início dos anos 70, uma série de publicações chamou atenção para o desenvolvimento sustentável, a partir de estudos sobre a excessiva exploração do ambiente pelo homem, enfocando o desenvolvimento econômico e o crescimento da preocupação global em relação aos objetivos do desenvolvimento e limitações ambientais. Em 1987, a *World Commission on Environment and Development* (WCED), foi a responsável por criar a hoje clássica definição de desenvolvimento sustentável: "Desenvolvimento econômico e social que atenda às necessidades da geração atual sem comprometer a habilidade das gerações futuras atenderem a suas próprias necessidades." Nos anos seguintes, diversas políticas nacionais e acordos passaram a criar metas sustentáveis, ganhando comprometimento e reconhecimento global na Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNCED) realizada no Rio de Janeiro, em 1992. (SILVA, 2003). Neste evento foi elaborada a Agenda 21, um programa de ações que busca um novo padrão de desenvolvimento a partir de métodos de proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica.

Torgal e Jalali (2010), apresentaram, em forma de gráfico (Gráfico 1) o crescimento no número de artigos em revistas internacionais contendo as palavras

“desenvolvimento sustentável” no título, no resumo ou nas palavras-chave. Ficando evidente o crescente interesse da comunidade científica no tema.

Gráfico 1 - Número de artigos em revistas internacionais contendo as palavras “desenvolvimento sustentável” no título, no resumo ou nas palavras-chave



Fonte: Torgal e Jalali (2010, p. 20).

Sabe-se que desde a definição da WCED de “desenvolvimento sustentável”, surgiram muitas outras definições e considerações acerca do conceito de sustentabilidade, mais complexas e específicas que a primeira.

Para Abramovay (2010), o desenvolvimento sustentável é o processo de ampliação das liberdades dos indivíduos em condições que estimulem a manutenção e a regeneração dos serviços prestados pelos ecossistemas. No entanto, o seu andamento depende da cooperação humana e da maneira como as sociedades optam por usar os ecossistemas de que dependem. Dietz et al. (2009) sugerem que a sustentabilidade deve centrar-se no equilíbrio entre o bem-estar da espécie humana e os impactos ambientais dela decorrentes. Leef et al. (2001) defendem a necessidade de ocorrer uma mudança radical nos sistemas de conhecimento, dos valores e dos comportamentos para resolver e reverter os crescentes e complexos problemas ambientais. Para Ângulo et al. (2001), o desenvolvimento sustentável deve ser um processo que leva a mudanças na exploração de recursos, na direção dos investimentos e na orientação do desenvolvimento tecnológico e institucional. Desta forma, buscando a harmonia e a união das aspirações e necessidades humanas presentes e futuras. Um conceito

que implica multidisciplinariedade, mudanças culturais, educação ambiental e visão sistêmica.

Elkington, em meados da década de 1990, criou um novo método para medir o desempenho sustentável. O quadro, chamado de *Triple Bottom Line* (TBL) e traduzido em português para “Tripé da Sustentabilidade”, avalia o desempenho das empresas de uma perspectiva mais ampla, buscando o equilíbrio entre as dimensões ambiental, econômica e social. A partir de então, o interesse no *Triple Bottom Line* tem crescido em setores com e sem fins lucrativos. Muitas empresas e organizações adotaram a estrutura para avaliar seu desempenho. (SLAPER, HALL, 2011). Assim, o sucesso das atividades passa a ser medido não só apenas pelo pilar financeiro, como era feito tradicionalmente, mas a partir de uma abordagem do desempenho ambiental, para que a biodiversidade e os ecossistemas estejam protegidos no futuro, e social, respeitando o ser humano e se preocupando com a sua qualidade de vida.

Neste contexto, a construção civil é hoje um dos mais importantes setores da economia brasileira e seu crescimento traz consigo toda uma cadeia de empresas ligadas a produção dos insumos e serviços. Consequentemente, o setor é causador de grande prejuízo ecológico. Uma edificação, vista em todo o seu ciclo de vida gera resíduos, consome energia, água, materiais e produtos e emite gás carbônico na atmosfera. (LEITE, 2011). Também é responsável por vários reflexos, diretos e indiretos, ao local e região onde se instala a obra. Desde a fabricação do cimento e o transporte de materiais até o surgimento de lagos devido a construção de uma barragem ou alteração de uma área pela terraplanagem. Algumas obras causam impactos que influenciam, podendo até alterar ou extinguir, o ecossistema. Também pode-se considerar os impactos da impermeabilização de terrenos, o impacto visual, a geração de resíduos da construção, a inundação de grandes áreas, o corte de vegetações, a geração de poeira, ruídos e resíduos, entre outros. (BARBISAN et al., 2012).

De acordo com Agopyan (2000), a construção e a operação do ambiente construído são responsáveis, em todo o mundo, pelo consumo de 2 a 16% de água doce, 25% da madeira nativa, 30 a 40% da energia e apresenta 40% de materiais extraídos virgens. Também produz 20 a 30% das emissões de gases e 40% do fluxo de resíduos total, sendo dos quais 15 a 30% destinados a aterros sanitários, apresentando até 15% dos materiais adquiridos no canteiro de obras como resíduos.

Ademais, em países em desenvolvimento, a produção de cimento é responsável por cerca de 10% das emissões antropogênicas de CO₂. (JOHN et al., 2006).

Souza e Deana (2007) estimam que no Brasil a construção de uma casa consome uma tonelada de materiais por metro quadrado. Sendo que o consumo total de recursos chega a 200 milhões de toneladas por ano.

Além do uso de energia operacional, os edifícios consomem energia primária de combustíveis fósseis durante construção, manutenção, substituição e demolição até o processamento de resíduos. (MALMQVIST et al., 2018). A demanda de energia dos edifícios está crescendo a cada ano devido ao crescimento populacional e o aumento dos serviços e do conforto desejado. (RASTOGI et al., 2017).

Sabe-se que algumas medidas simples e práticas podem ser tomadas de forma a evitar ou minimizar os impactos gerados e trazer grandes benefícios ao meio ambiente. Barbisan et al. (2012) citam a organização da obra, que evita o desperdício de materiais, propicia um ambiente mais limpo, agradável, ajuda no desenvolvimento da construção e reduz custos para a coleta, transporte e deposição destes resíduos. Outras soluções citadas são o reaproveitamento de materiais de demolição, a utilização de madeiras legalizadas, originadas de reflorestamento, e a utilização de materiais provenientes da mesma região da obra, diminuindo o custo e a poluição gerados pelo transporte.

Em consequência da importância do setor para a economia, e dos altos impactos ambientais provocados pelo mesmo, há um grande potencial no que diz respeito à implementação efetiva do desenvolvimento sustentável e à potencialidade de práticas sustentáveis atingirem grandes escalas e se tornarem eficazes.

Estudos sobre o gerenciamento da construção civil consideram como principal causa da baixa eficiência a precariedade do planejamento e controle de custos, prazos e qualidade, as deficiências nas coletas de dados e retroalimentação de informações. (LANTELME, 1994). Para Leaman et al. (2010), poucos prédios conseguem bons resultados considerando a avaliação da perspectiva do ocupante e suas necessidades, da performance ambiental e do retorno econômico. De fato, muitos deles têm um desempenho ruim, pior do que o esperado, o que inibe os construtores e projetistas de publicarem os resultados e perpetua as práticas ineficientes.

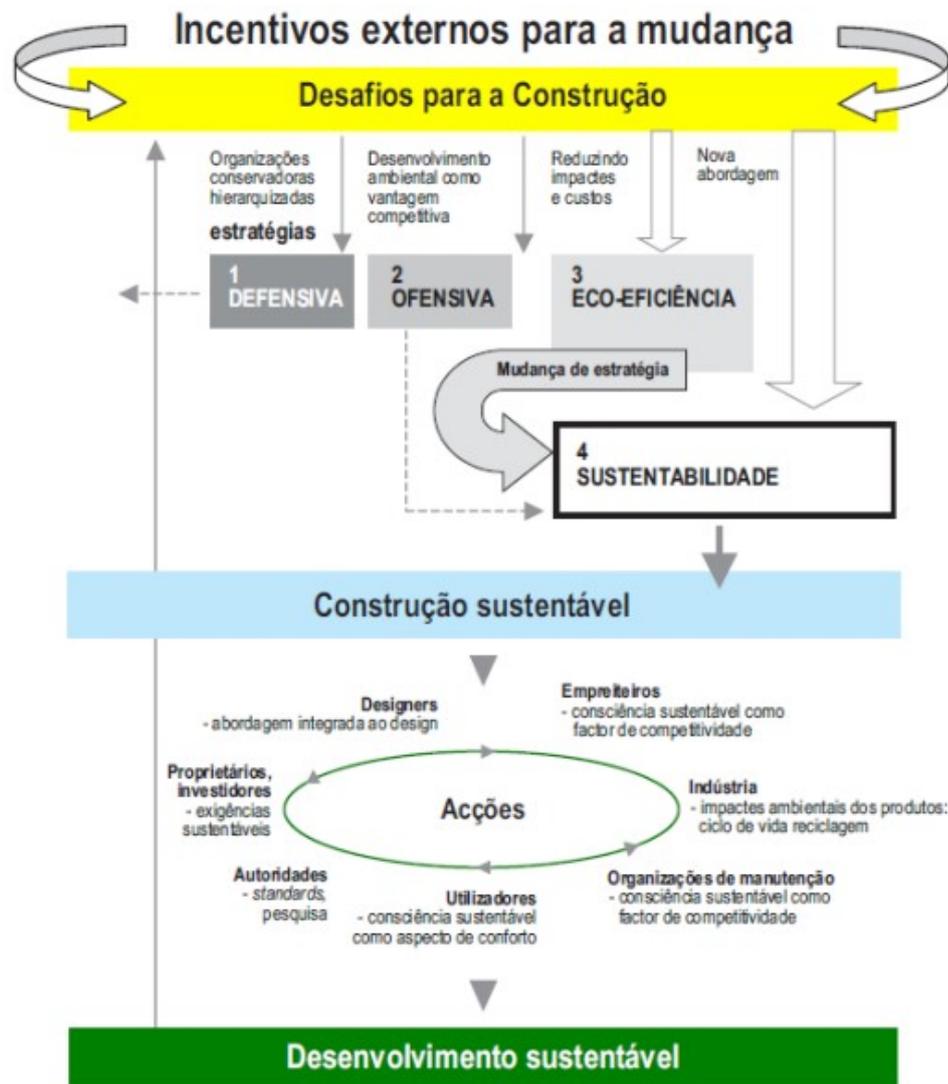
Em 1994, o Conselho Internacional da Construção (CIB), definiu construção sustentável como “a criação e manutenção responsáveis de um ambiente construído

saudável, baseado na utilização eficiente de recursos e no projeto baseado em princípios ecológicos” e definiu sete princípios, sendo eles: a redução do consumo de recursos, a reutilização de recursos, a utilização de recursos recicláveis, a proteção da natureza, a eliminação de tóxicos, a aplicação de análises de ciclo de vida em termos económicos e a ênfase na qualidade. (TORGAL, JALALI, 2010). Estes princípios devem ser respeitados em todas as fases da edificação.

Em 1999 foi publicada a Agenda 21 sobre construção sustentável, possibilitando o debate a partir de discussões de viabilidade econômica no mercado, desenvolvimento social, processos construtivos, eficiência energética, conservação da água potável, utilização de materiais recicláveis, duráveis e locais, entre outros. (LUCAS, 2011). Foi reconhecido que para se obter sucesso nas estratégias sustentáveis, as medidas de proteção do meio ambiente devem ser compatíveis com clima, cultura, tradição, fase de desenvolvimento industrial e natureza do local.

Algumas das iniciativas sugeridas, que podem ser aplicadas globalmente, dando ênfase no que se adaptar melhor às características locais foram a elaboração de normas, o controle de preço da energia, os mecanismos de apoio, os incentivos e demonstrações de construções sustentáveis e as medidas para mudar a demanda do mercado. A Figura 1 apresenta os incentivos que devem acontecer para que a construção atinja o desenvolvimento sustentável. (BOURDEAU, 1999).

Figura 1 – Agenda 21 para Construção Sustentável



Fonte: Bourdeau (1999 apud LUCAS, 2011).

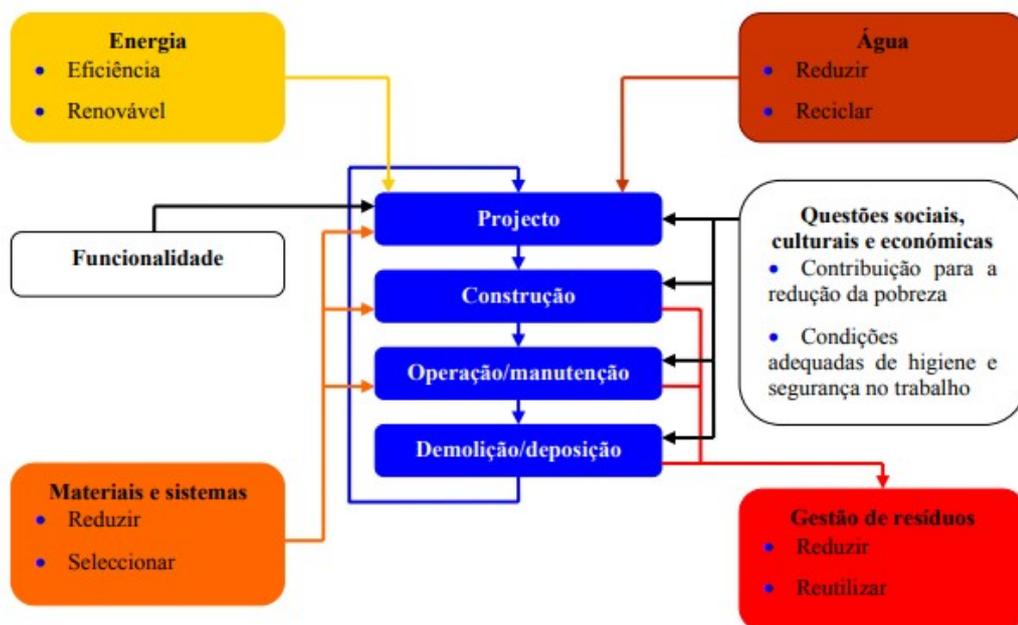
Mais recentemente, Mateus (2009) apresenta uma lista de nove prioridades que o autor considera pilares da construção sustentável e que devem ser aplicadas em todas as fases do ciclo de vida de uma edificação:

- economizar água e energia, a partir de uma gestão eficiente;
- assegurar a salubridade dos edifícios, através da introdução e maximização da iluminação e ventilação natural;
- maximizar a durabilidade, projetando para a conservação;
- planejar a manutenção e conservação dos edifícios;
- utilizar materiais eco eficientes, sem produtos nocivos à camada de ozônio, duráveis, que exijam poucas manutenções, incorporem baixa energia

- primária, estejam disponíveis localmente e/ou sejam elaborados de materiais reciclados ou recicláveis;
- apresentar baixo peso, já que quanto menor for a massa total do edifício, menor será a quantidade incorporada de recursos naturais;
 - minimizar a produção de resíduos;
 - ser econômica;
 - garantir condições dignas de higiene e segurança durante a construção.

A Figura 2 apresenta uma abordagem integrada e sustentável da aplicação destas prioridades nas diferentes etapas da construção.

Figura 2 – Aplicação das prioridades da construção sustentável nas diferentes fases da edificação.



Fonte: Mateus (2009)

O que se observa nos últimos anos é que a sustentabilidade vem sendo abordada não só como medida conservacionista e ambiental, mas também como uma oportunidade de combater o desperdício, reduzir custos, aprimorar processos, inovar e desenvolver novos negócios. Por exemplo, devido ao custo crescente da energia no país, a redução dos impactos associados ao consumo de energia nos edifícios já é praticada mesmo em prédios tradicionais. (LEITE, 2011).

Estudos recentes indicam que a demanda por instalações sustentáveis de construção com impacto mínimo está aumentando. Os benefícios ambientais e de

saúde humana nestes prédios têm sido amplamente reconhecidos, também têm se tornado economicamente viáveis. Um ligeiro aumento nos custos iniciais de cerca de 2% para apoiar o projeto sustentável, em média, resulta em economias no ciclo de vida de aproximadamente 20% dos custos totais. (AZHAR et al., 2011).

No entanto, a definição de edifício sustentável não é consensual. Estes edifícios não incorporam unicamente aspectos relacionados com a proteção da biosfera e dos recursos naturais, nem apenas a redução no consumo energético. Um edifício sustentável deverá incluir, entre outros, o impacto dos edifícios e dos materiais nos seus usuários e o impacto do atual desse modo de vida no futuro do planeta. (MATEUS, 2009).

Da mesma forma, sabe-se que não existe uma única solução para construção sustentável. Para aplicar o conceito de desenvolvimento sustentável em diferentes localidades, condições climáticas, situações econômicas, disponibilidade de materiais, qualidade de mão de obra, deve-se buscar em cada atividade, formas de diminuir o impacto ambiental e aumentar a justiça social dentro do orçamento disponível. (JOHN, PRADO, 2010).

Entre os anos 80 e 90 surgiram os primeiros escritórios de arquitetura preocupados com a integração dos fatores de impacto ambiental de um edifício, e assim, surgiu o conceito de *green buildings*, traduzido para prédios verdes. (BARROS, 2012). A *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers* (ASHRAE) define prédio verde como o resultado da concepção realizada tendo em vista a preservação da natureza e a ordem natural das coisas, sendo o seu projeto criado com a intenção de reduzir o impacto negativo humano sobre a natureza. Um edifício verde é capaz de apresentar uma economia de 30% de energia, 30 a 50% de água e 50 a 90% de descarte de resíduos, além de gerar 35% menos emissão de gás carbônico e apoiar a comunidade a partir da utilização de materiais locais e proteção dos recursos naturais. (MARTINEZ, 2009).

Arquitetos, projetistas, construtoras e donos de empreendimentos estão cada vez mais adotando esta ideia. Kubba (2012) defende que a sustentabilidade é melhor atingida quando existe uma abordagem integrada de projeto e da construção. Isto quer dizer que todos os aspectos, desde a seleção do terreno até a finalização do interior são cuidadosamente consideradas desde o começo do planejamento e todos os envolvidos, arquitetos, engenheiros, investidores e operários trabalham em equipe no desenvolvimento do projeto.

Johnson (2005) especificou seis princípios básicos para a conceituação de um prédio verde: (i) a escolha adequada do local, considerando orientação, paisagismo e métodos de transporte; (ii) a redução do consumo de energia, substituindo fontes de energia convencionais por fontes renováveis; (iii) a redução do consumo de água, utilizando-a eficientemente e tratando as águas residuais; (iv) a utilização de produtos com menor impacto ambiental; (v) a qualidade do ambiente interno, impactando na saúde, conforto e produtividade dos ocupantes; e (vi) a consideração das operações e manutenções, especificando materiais e sistemas menos nocivos ao meio ambiente. (BARROS, 2012). A forma como é concebido um projeto é determinante para que a o uso de edifício, fase do ciclo de vida que representa a maior parte da vida útil do mesmo, seja de forma sustentável. (LEITE, 2011).

Apesar do termo edifício verde se referir às construções que utilizam recursos de maneira eficiente e, no mundo todo, os indivíduos e as organizações terem buscado alcançar este objetivo, não havia uma definição global e nem uma forma de avaliar o desempenho destes edifícios. Silva (2007) explica que mesmos os países que acreditavam dominar os conceitos de projeto sustentável, não possuíam meios de verificar o quanto estes projetos eram, de fato, sustentáveis. Como consequência, diversos padrões e certificações de construção ecológica foram desenvolvidos por diferentes institutos em vários países. (RASTOGI et al., 2017).

Estas certificações são capazes de trazer diversos benefícios para a imagem da empresa certificada, entre eles a valorização e o diferencial do empreendimento, o alcance de novos mercados, a redução nos custos de produção e na utilização de recursos naturais, o aumento da visibilidade devido à crescente conscientização ambiental do mercado e o aumento da credibilidade. Além disso, o empreendimento passa a estar de acordo com as exigências cada vez maiores de sustentabilidade, inclusive relacionadas a financiamentos e contratos públicos e privados. (LEITE, 2011).

O primeiro sistema de avaliação desenvolvido foi o *Building Research Establishment Environmental Assessment Method* (BREEAM), do Reino Unido. Este sistema atribui uma certificação de desempenho direcionada ao marketing de edifícios. Através de um *checklist*, verifica-se o atendimento de itens mínimos de desempenho, projeto e operação dos edifícios e atribuem-se créditos ambientais. O BREEAM é fortemente baseado em análise documental e na verificação de

presença de dispositivos, além de ser um dos únicos esquemas que incluem aspectos de gestão ambiental na concessão de créditos. (SILVA et al., 2003).

Além deste, os principais sistemas de avaliação internacional atualmente são: BEAM, de Hong Kong; CASBEE, do Japão; LEED, dos Estados Unidos; Démarche HQE, da França e NABERS e Green Star, ambos da Austrália. No Brasil, o sistema nacional mais utilizado é o AQUA, da fundação Vanzolini. A maior parte dos critérios primários desses sistemas de classificação é semelhante, visto que, avaliam o consumo de energia, a eficiência hídrica, o uso de materiais e a qualidade ambiental interna dos edifícios. (AZHAR et al., 2011).

Os sistemas citados funcionam por adesão, ou seja, o mercado se torna o responsável por impulsionar a elevação do padrão ambiental, seja por comprometimento ambiental ou por questão de competitividade e diferenciação no mercado. No entanto, alguns países, como a Dinamarca, passaram a exigir o atendimento de um sistema de certificação como condição para a legalização do edifício. No caso da Dinamarca, o sistema de avaliação é obrigatório, relativamente caro e bastante abrangente. (PICCOLI et al., 2010).

Segundo Mateus (2009), nenhuma das ferramentas ou sistemas desenvolvidos até hoje é amplamente aceita. O maior problema é a subjetividade associada ao conceito sustentável, motivada principalmente pelas diferenças políticas, ambientais, tecnológicas, culturais, climáticas, normativas, sociais e econômicas, existentes, não só entre os países, mas também, dentro de cada país, entre as diversas regiões. Magnani (2011) também cita as diferenças mercadológicas e o foco de cada tipo de construção. “O conceito sustentável não é imutável ao longo do tempo, pois depende do estado de desenvolvimento científico e tecnológico em cada momento”. (MATEUS, p. 26, 2009).

Por exemplo, em países como Estados Unidos e Europa, os selos estão voltados mais para a dimensão ambiental da sustentabilidade, já que as questões econômicas e sociais estão melhores resolvidas do que no Brasil. Eles também dão maior importância à emissão de gás carbônico, que no Brasil não é tão relevante devido à matriz energética ser proveniente de hidrelétricas, uma das energias mais limpas do mundo. (MAGNANI, 2011).

2.1.1 Certificação LEED

Em 1993, foi fundado o U.S. Green Building Council (USGBC) com o objetivo de incentivar a sustentabilidade no projeto, construção e operação de prédios. No mesmo ano, o conselho iniciou o desenvolvimento do sistema de classificação de edifícios *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED), tendo sua versão piloto lançada em 1999. Embora este seja apenas um dos vários sistemas independentes para classificar os prédios ecológicos, ele se tornou o principal selo de certificação de construção sustentável no mundo. (SCOFIELD, 2009).

O desenvolvimento do selo LEED utilizou como base algumas das normas norte americanas para ambiente construído e com credibilidade reconhecida das entidades *American Society of Heating, refrigerating and Air-conditioning Engineers* (ASHRAE), *American Society for Testing and Materials* (ASTM), *Environmental Protection Agency* (EPA) e *Department of Energy* (DOE). (FOSSATI, 2012).

Atualmente, a certificação LEED já foi implantada em 165 países e tem mais de 92 mil projetos cadastrados. (U.S. GREEN BUILDING COUNCIL, 2018). Para Silva (2003), o sucesso se deve à facilidade da sua incorporação à prática profissional. O LEED apresenta uma estrutura simples e é baseado em especificação de desempenho em vez de critérios prescritivos. Além disso, o selo utiliza como referência normas e recomendações, e é aprovado por associações e fabricantes de materiais e produtos, que auxiliam na sua disseminação.

Os selos LEED são atualizados constantemente. Desde o seu lançamento, foram lançadas novas versões a cada 3 ou 4 anos. Ademais, existem categorias diferentes para empreendimentos variados. (U.S. GREEN BUILDING COUNCIL, 2018). Segundo o GBC Brasil (2018), as categorias oferecidas pela versão são:

- a) *New Construction* (NC) - Novas construções e grandes projetos de renovação
- b) *Neighborhood Development* (ND) - Desenvolvimento de bairros
- c) *Core and Shell* (CS) - Projetos da envoltória e parte central do edifício
- d) *Retail New Construction and Comercial Interiors* (NC e CI) - Lojas de varejo
- e) *Healthcare* (HC) - Unidades de saúde

- f) *Existing Buildings Operations and Maintenance* (EB_OM) - Operação e manutenção de edifícios existentes
- g) *Schools* - Escolas
- h) *Comercial Interiors* (CI) - Projetos de interiores e edifícios comerciais

A adaptabilidade do LEED no mundo todo pode ser considerada como um aspecto importante da certificação. Ele é originalmente desenvolvido para o setor de construção dos Estados Unidos e leva em conta as condições e práticas locais aplicáveis por lá. Reconhecido como um sistema de certificação amplamente utilizado no mundo, tem sido usado em outros países desde a sua introdução. Como as condições locais, práticas, tipos de materiais, condições climáticas, demandas do mercado e experiências de especialistas podem variar significativamente com base nos locais, a pontuação dos edifícios pode diferir de acordo com os países. (BECCHIO et al., 2014; GURGUN et al., 2016).

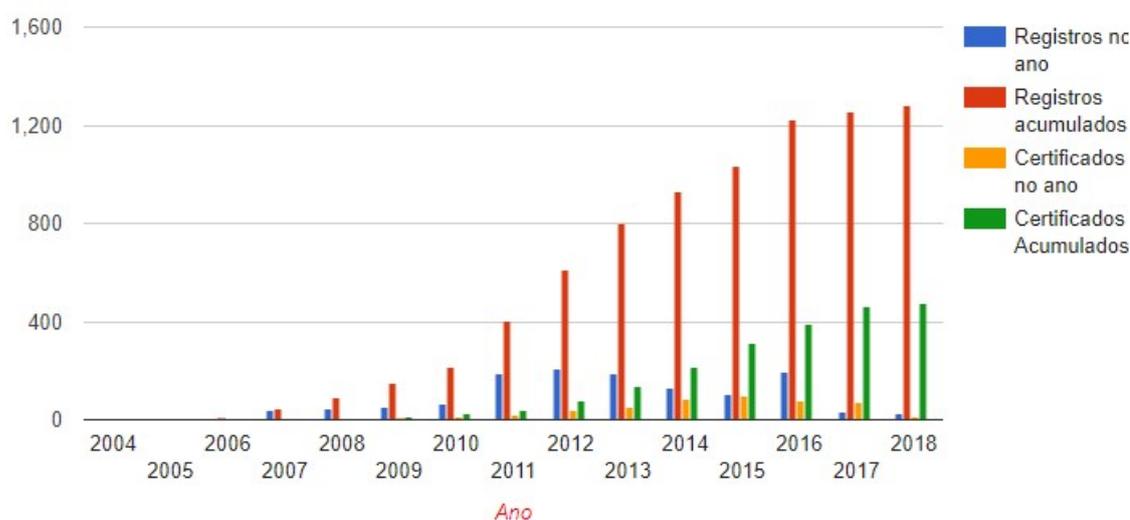
Em 1999, Austrália, Brasil, Canada, Índia, Japão, México, Espanha e Estados Unidos passaram a fazer parte do *World Green Building Council*, com o objetivo de promover a construção sustentável em seus próprios países, bem como, unir-se a outros *Green Building Councils* para alcançar metas ambientais, econômicas e sociais em uma escala global maior. Atualmente, existem 72 membros de *Green Building Councils* ao redor do mundo, em três diferentes formas de adesão:

- a) Estabelecido: se refere aos conselhos que já estão executando programas de trabalho de construção sustentável com impacto e proporcionando mudanças em nível nacional;
- b) Emergente: organizações com um conselho e uma equipe eleita para gerenciar as operações do dia-a-dia. Provavelmente se transformarão em “estabelecidos” dentro de 24 meses;
- c) Prospectiva: organizações nos estágios iniciais de desenvolvimento que espera-se que progridam para emergente em até 24 meses; (WORLD GREEN BUILDING COUNCIL, 2018).

No Brasil, o LEED foi adequado à realidade brasileira pelo *Green Building Council* Brasil e já conta com 1283 registros e 478 certificações acumuladas, sendo o selo de certificação de empreendimentos com maior adesão do país. O Gráfico 2 - Registros e Certificações LEED no Brasil por ano apresenta a evolução das

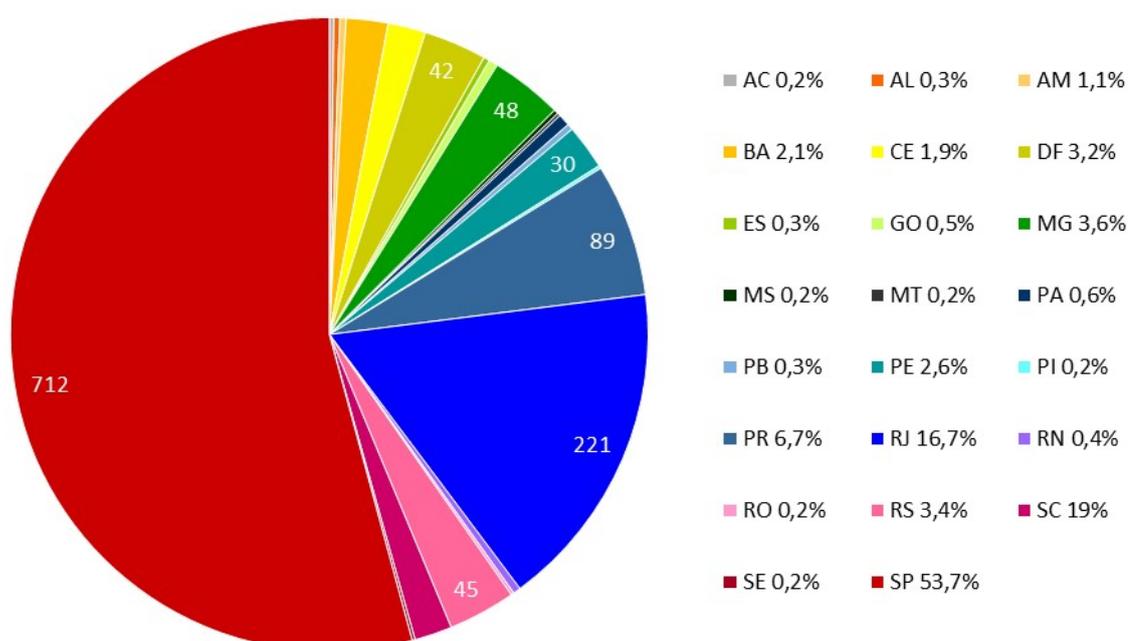
certificações LEED no Brasil desde 2004, quando foi registrado o primeiro empreendimento. O primeiro edifício a receber a certificação foi a agência do Banco Real, em Granja Viana, São Paulo, em 2007. No Gráfico 3, pode-se observar a classificação das certificações por estado. Os cinco estados do Brasil com maior adesão ao selo são: São Paulo, Rio de Janeiro, Paraná, Minas Gerais e Rio Grande do Sul, com 53,2%, 16,9%, 6,8%, 3,7% e 3,5%, dos registros totais, respectivamente. (GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL, 2018).

Gráfico 2 - Registros e Certificações LEED no Brasil por ano



Fonte: Green Building Council Brasil (2018)

Gráfico 3 - Registros e Certificações LEED no Brasil por estado



Fonte: Green Building Council Brasil (2018)

A obtenção da certificação ocorre através da escolha do tipo de construção e cadastro *online*. A partir de uma lista padronizada, uma equipe de arquitetos, engenheiros, técnicos de comissionamento, empreendedores e o *LEED Accredited Professional* (LEED AP), sugerido como a pessoa de contato no registro do projeto com o USGBC) coletarão informações do projeto para determinar sua pontuação. Os empreendimentos são avaliados em seis categorias, sendo que cada categoria é desdobrada em diversos itens avaliados individualmente. Os itens podem ser pré-requisitos ou créditos. Os pré-requisitos devem ser obrigatoriamente atingidos para a certificação, enquanto que os créditos são utilizados para atribuição de pontos extras. Não há uma ponderação entre as categorias, mas os créditos possuem variados pesos e o número de itens em uma categoria varia. (BARROS, 2012) As categorias avaliadas para novas construções (BD+C) na versão 4, lançada em 2014, são:

- a) Local Sustentável: 1 pré-requisito e 6 créditos – 10 pontos possíveis;
- b) Localização e Transporte: 8 créditos - 16 pontos possíveis;
- c) Uso racional da água: 3 pré-requisitos e 4 créditos – 11 pontos possíveis;
- d) Energia e Atmosfera: 4 pré-requisitos e 7 créditos – 33 pontos possíveis;
- e) Materiais e Recursos: 2 pré-requisitos e 5 créditos – 13 pontos possíveis;
- f) Qualidade do Ambiente Interno: 2 pré-requisitos e 9 créditos – 16 pontos possíveis;
- g) Inovação no projeto: 2 créditos – 6 pontos possíveis;
- h) Prioridade regional: 4 créditos – 4 pontos possíveis;

Somando-se os pontos das categorias com um ponto do crédito “processo integrado”, tem-se um total de 110 pontos possíveis. No entanto, nem todos os pontos se aplicam a todos os projetos. Como pode-se observar, a categoria de crédito Energia e Atmosfera possui a maior parcela dos pontos máximos alcançáveis no LEED e representa aproximadamente 30% da pontuação do sistema de classificação de Nova Construção.

A classificação do empreendimento é gerada a partir da soma dos pontos atingidos e os parâmetros indicados na Tabela 1.

Tabela 1 – Parâmetros de classificação do empreendimento LEED

Nível	Pontuação
Certificado	40 a 49 pontos
Nível Prata	50 a 59 pontos
Nível Ouro	60 a 79 pontos
Nível Platina	80 a 110 pontos

Fonte: Green Building Council Brasil (2018)

Apesar dos muitos benefícios de prédios certificados já citados anteriormente, algumas das dificuldades encontradas pelas empresas para certificação, apontadas por Barros (2012) são: o alto custo da certificação, documentação, projeto e construção, o longo prazo de recuperação do investimento, a incapacidade de se atender a alguns requisitos, os problemas em encontrar fornecedores de materiais e soluções tecnológicas para atender aos requisitos, a maior complexidade na construção, a burocracia, as falhas na comunicação, a falta de incentivos governamentais, a falta de experiência dos integrantes da equipe, entre outras dificuldades.

2.2 Sustentabilidade nas Edificações de Saúde

Castro et al (2012) defendem que os hospitais deveriam ser um dos principais focos de estudo no processo de avaliação do ciclo de vida dos edifícios devido a seu alto consumo de recursos naturais e energéticos e, também, seu notável tamanho. Para Roberto e Cava (2015), a ineficiência energética e o desperdício são comuns no ambiente hospitalar devido às suas características funcionais aliadas ao descontrole da gestão administrativa e operacional.

Estima-se que, em média, um hospital requer pelo menos duas vezes mais energia por m² e cerca de seis vezes mais água por m² em comparação a um prédio de escritórios. (DAVIS LANGDON, 2010).

Bitencourt (2006) cita alguns importantes aspectos para serem considerados na avaliação do impacto passível de ser produzido por hospitais: o funcionamento intensivo do estabelecimento ao longo das 24 horas diárias, o alto número de

peças circulantes, os distintos centros de trabalho com demandas energéticas diferenciadas, a magnitude das instalações e a necessidade de dispor de sistemas estratégicos de reserva de equipamentos para fornecimento de energia.

Além da alta demanda de energia, também pode-se notar um significativo uso de recursos não renováveis, produtos descartáveis, substâncias tóxicas, desde produtos de limpeza até medicamentos quimioterápicos, e a produção de grande quantidade de resíduos de serviços de saúde (RSS) e resíduos sólidos. (SHORT, AL-MAIYAH, 2009).

As contribuições dos danos ambientais que são produzidas ou que permanecem nas edificações, nestes prédios, em particular, podem perdurar por longos períodos, contribuindo como focos de contaminação e de resíduos devido aos produtos e tecnologias que utilizam, aos recursos que consomem, os resíduos que geram e às instalações que constroem. (ROBERTO, CAVA, 2015). A partir do crescente interesse da ciência em documentar o efeito das exposições químicas em baixo nível em bebês, crianças e na fertilização, surgiram novos estudos, revelando que os enfermeiros, seguidos dos funcionários de limpeza, têm a maior incidência de asma relacionada ao trabalho que qualquer outra ocupação estudada, devido às condições do ambiente hospitalar. (INSTITUTE FOR INNOVATION IN LARGE ORGANIZATIONS, 2007).

Sabe-se que este tipo de ambiente, mais do que qualquer outro está diretamente ligado à saúde do ser humano. Assim sendo, seu projeto deve estar voltando a uma série de preocupações com a satisfação, conforto, qualidade e bem-estar da equipe de trabalho, do paciente e dos administradores e, proporcionar, eficiência e manutenção de um entorno saudável. Além disso, proporcionar uma iluminação adequada, ruído tolerável, funcionalidades dos espaços, é essencial para permitir uma pronta recuperação, tranquilidade e segurança do paciente e seu acompanhante. O projeto também tem a necessidade de prever espaços flexíveis para que possam satisfazer as necessidades tecnológicas da medicina, acomodando equipamentos sofisticados que são constantemente redesenhados e modernizados. (SAMPAIO, 2006).

Segundo Macedo Filho (2016), os empreendimentos para a saúde que optam pela certificação ambiental estão atentos não apenas à otimização dos consumos de energia e água, mas também à qualidade do ar, da luz, da acústica e do nível de

conforto dos usuários em relação à climatização, aos acessos e ao contato com a natureza.

No entanto, apesar do alto impacto ambiental e do rápido aumento da conscientização e do comprometimento dos setores público e privado com o movimento de construção verde na área da saúde, existe pouco esclarecimento para uma ampla gama de benefícios que as instalações verdes podem oferecer para o setor de saúde, e uma baixa adesão dos empreendimentos aos selos de certificação ambiental disponíveis no mercado. (SADATSAFAVI, SHEPLEY, 2016).

Algumas pesquisas procuram descrever as vantagens da sustentabilidade no meio hospitalar e as metas que se busca alcançar com o projeto sustentável. Entre elas: melhor qualidade do atendimento ao paciente e sua satisfação, melhor eficiência operacional e de produtividade, instalações aprimoradas para usuários, satisfação dos colaboradores, qualidade e segurança no ambiente interno e externo, maior vida útil do prédio e redução dos custos operacionais, de manutenção e construção. (CASTRO et al., 2012).

Sadatsafavi e Shepley (2016) mencionam também a melhoria da eficiência de energia, água e materiais e a criação de um ambiente saudável e produtivo para os ocupantes. Além disso, para Macedo Filho (2016), a sustentabilidade em hospitais gera benefícios para a comunidade do entorno pela redução de impactos, melhor controle de infecções e melhora nas respostas dos pacientes aos tratamentos, reduzindo o tempo de recuperação e período de internação por conta da melhor qualidade dos ambientes, contato com a luz do dia, ar fresco e uso de materiais atóxicos.

Um estudo de Beauchemin e Hays (1996) realizado no *Mackenzie Health Sciences Centre*, no Canadá, determinou que pacientes com depressão em quartos ensolarados tiveram uma recuperação mais rápida. O estudo avaliou 174 admissões de pacientes, sendo que, neste hospital, apenas metade dos quartos estavam localizados em áreas claras e ensolaradas. Os pacientes alocados nestes quartos tiveram uma estadia média de 16,9 dias, enquanto que os pacientes localizados nos quartos sem luz solar, tiveram uma estadia média de 19,5 dias. Uma diferença de 15%.

Menzies et al. (2000) estudaram 17 hospitais comunitários ou universitários, avaliando as condições de ventilação e trocas de ar por hora de cada ambiente e todos os funcionários que trabalharam ao menos dois dias por semana nos

departamentos respiratório e fisioterapêutico ou em unidades de enfermagem selecionadas. O resultado encontrou uma redução de 71% no risco de infecções de tuberculose para os funcionários em quartos com taxas ventilação maiores que duas trocas de ar por hora.

Nos Estados Unidos, um estudo realizado pela *Robert Wood Johnson Foundation*, em 2004 constatou que, ao aplicar práticas sustentáveis em seu projeto de reforma, a instituição conseguiu reduzir em 11% as infecções hospitalares e reduzir as taxas de rotatividade de enfermagem para menos de 7%. As medidas tomadas incluíram a eliminação de quartos compartilhados, melhoramentos na ventilação para introduzir mais ar fresco, e a incorporação de música, luz e natureza ao projeto. (INSTITUTE FOR INNOVATION IN LARGE ORGANIZATIONS, 2007).

Morgado e Ribeiro (2010) citam também como benefício da implementação de sustentabilidade em hospitais, a conscientização para as mais inovadoras tendências arquitetônicas e de projeto e como a sua aplicação pode criar retorno para as instalações, funcionários e comunidade. Algumas tendências citadas são hospitais localizados em áreas urbanas mais circunscritas que podem aproveitar os espaços ao ar livre, usando conceitos como *hardscaping* (paisagismo utilizando materiais duros como madeira, pedra ou concreto), que requerem menos plantas e manutenção e mais aproveitamento do espaço, o armazenamento de águas pluviais, o cuidado com a posição do edifício em relação à direção dos ventos e orientação solar e à redução da iluminação nos corredores, que pode contribuir para a redução do consumo de energia e cria uma sensação de conforto aos pacientes e suas famílias, contribuindo também para a diminuição do volume de voz nos halls e salas de enfermagem.

Economicamente, devido à recente disseminação da preocupação com a sustentabilidade, um hospital certificado ambientalmente consegue melhorar a percepção e satisfação do público e promover oportunidade para financiamento filantrópico. (INSTITUTE FOR INNOVATION IN LARGE ORGANIZATIONS, 2007).

Davis Langdom (2010) aponta, além dos benefícios já citados, a melhora da qualidade do ambiente, gerando maior produtividade dos funcionários, mais atração de novos funcionários e menor rotatividade dos mesmos. Zioni (2013) afirma que os edifícios verdes reduzem as taxas de absenteísmo, previnem alergias e melhoram a satisfação de todos os usuários.

Um estudo realizado por Harris (2014), comparou a influência de ambientes de serviços de saúde sustentáveis em seus funcionários. A avaliação feita em hospitais com e sem selos de certificação ambiental, concluiu, entre outros, que a rotatividade de funcionários é 6,53% menor em hospitais com certificação LEED. Um forte indicador de que o ambiente construído influencia os comportamentos e as decisões dos ocupantes. Embora todos os participantes dos hospitais do estudo tenham alegado que os espaços têm luz artificial suficiente e níveis aceitáveis de limpeza, os funcionários dos hospitais com certificação LEED avaliaram melhor suas instalações em termos de saúde, limpeza, local para descanso, conforto térmico, qualidade do ar interno, níveis sonoros, orientação e estética. Oportunidades de melhoria existem entre todos os hospitais participantes, especificamente para o acesso à luz do dia e paisagens. Os funcionários do hospital LEED se mostraram mais satisfeitos com o ambiente interno de suas instalações, seu departamento específico e seu espaço de trabalho pessoal. Além disso, as taxas de lesões e doenças no hospital LEED foram significativamente menores em comparação às taxas dos hospitais sem certificação. A pesquisa calculou uma economia 4,5 milhões de dólares em sua vida útil quando comparado ao hospital substituído, considerando custos diretos e indiretos de cada lesão.

O Institute for Innovation in Large Organizations (2007) resume os benefícios da construção de hospitais sustentáveis em três fundações:

1. Econômica: devido à economia de custos através de eficiências energéticas. Pesquisas demonstram que a construção verde não é, de fato, necessariamente mais cara que a construção convencional e melhor retenção de pessoal, o que reduz o volume de negócios e os custos de recrutamento.

2. Serviços ao Paciente: Maior segurança do paciente devido ao contato reduzido com materiais de construção tóxicos, materiais de limpeza e outros agentes e melhores resultados de tratamento por meio de características arquitetônicas mais amigáveis e melhor qualidade ambiental.

3. Benefício Comunitário: Menos impacto negativo sobre o meio ambiente da construção e operações. Também, devido ao serviço da instituição se tornar como modelo para a comunidade, atuando como educadora e líder em práticas sustentáveis, o maior impacto positivo na economia através da implementação de práticas verdes, a melhor percepção pública da instituição e maior acesso a filantropia e incentivos governamentais.

O *Green Building Committee* da *American Society for Healthcare Engineering* (2002) publicou recomendações para projetos e construções hospitalares reduzirem seu impacto ambiental. Em seu relatório, a ASHE propõe que a prática da construção e o projeto dos edifícios podem ser idealizados para proteger a saúde em três escalas: proteção da saúde dos ocupantes, que inclui a qualidade interna do ar, a iluminação natural, a escolha dos materiais construtivos e a operação e da manutenção do edifício; a proteção da saúde da comunidade vizinha, novamente considerando à qualidade da água e do ar e também o planejamento do uso do solo, dos transportes, da paisagem e do uso e conservação da água e a proteção da saúde da comunidade global e dos recursos naturais, a partir do cuidado na produção, para evitar liberação de produtos tóxicos.

Estes objetivos podem ser alcançados a partir de princípios a serem adotados no processo de planejamento, são eles: (i) integração de projetos e interdisciplinaridade, conscientização dos benefícios do projeto “verde”; implantação evitando impactos ao ambiente e adequada às condições locais; (ii) estratégia eficiente quanto à água, minimizando o uso de água potável e o tratamento de água e esgoto externamente ao local e maximizando os recursos de água pluviais; (iii) otimização do uso de energia; (iv) garantia da qualidade do ar interno, a partir de ambientes confortáveis, energeticamente eficientes e não-tóxicos; (v) utilização de materiais sustentáveis, minimizando a produção de substâncias tóxicas persistentes e bioacumulativas e reduzindo os resíduos; (vi) aplicação de processos construtivos que maximizem a redução, reutilização e reciclagem e controle a erosão; (vii) planejamento da operação e manutenção com estratégias sustentáveis e elaboração de novas soluções inovadoras para o projeto específico. (SAMPAIO, 2006).

2.2.1 Custo da Construção Sustentável

Muito se discute sobre o custo de construção e projeto de hospitais sustentáveis. Macedo Filho (2016) afirma que o custo adicional para se realizar um hospital “verde” é relativamente baixo e oferece um retorno considerável. Segundo o *U.S. Green Building Council* (2018), a partir de pesquisas feitas pelo estado da Califórnia, um custo adicional de até 2% produz economias no ciclo de vida do empreendimento até dez vezes maiores que o investimento. Os benefícios financeiros incluem: menos gastos com energia, menos gastos com disposição de

resíduos, menos consumo de água, menos custos operacionais e de manutenção, além do aumento da produtividade de funcionários e melhoria da imagem pública, o que, por sua vez, tende a valorizar o empreendimento.

Para Davis Langdon (2010), não há diferença significativa nos custos médios para construções sustentáveis em comparação a construções não sustentáveis. Davis avaliou os projetos de 17 ambulatorios, sendo que nove deles eram certificados LEED e oito não possuíam nenhum tipo de certificação. De acordo com o autor, esta quantidade de dados não é suficiente para gerar dados estatísticos precisos, mas a Tabela 2 apresenta os custos de construção por área dos diferentes tipos de projetos avaliados. Nota-se que os nove projetos que buscavam o LEED se mantiveram dentro dos intervalos de custo por área mais baixos. De fato, em geral, eles acabaram custando menos que os oito projetos não-LEED. A pesquisa também concluiu que os projetos mais bem-sucedidos foram aqueles que apresentaram metas claras estabelecidas desde o início e que integraram os elementos sustentáveis no projeto em um estágio inicial. Projetos que visualizaram os elementos sustentáveis como adicionais tenderam a apresentar maiores dificuldades orçamentárias.

Tabela 2 – Custo de construção de ambulatorios por área (em dólares)

	\$200-\$300	\$300-\$400	\$400-\$500	\$500-\$600
Não Certificado	1	4	2	1
LEED Certificado	2	6	0	0
LEED Prata	0	1	0	0

Fonte: Davis Langdon (2010)

Um estudo da Fundação David e Lucille Packard constatou em 2007 que o custo diferencial entre uma instalação certificada LEED e outra construída da maneira tradicional era inferior a 1%. Quando o custo da poluição ambiental foi levado em conta, o prédio certificado LEED passou a custar menos em cerca de 20 anos. Um dos problemas que pode elevar o custo de uma construção é a oferta limitada de profissionais treinados. Pesquisas mostram que, com uma equipe experiente, um projeto de hospital verde pode ser construído com um custo igual ou

próximo ao de um projeto convencional. Custos e atrasos mais altos estão associados a organizações que usam equipes menos experientes. À medida em que a construção ecológica se torna mais comum, empreiteiros e fornecedores se tornam mais eficientes. (INSTITUTE FOR INNOVATION IN LARGE ORGANIZATIONS, 2007).

Houghton et al. (2009) estudaram dados submetidos por 13 grupos de projetistas registrados pela certificação LEED entre 2003 e 2009 e concluíram que o valor do custo inicial de prédios certificados não está diretamente relacionado com o nível do selo. As construções com nível ouro ou platina não apresentaram um custo superior às edificações classificadas como apenas certificadas ou nível ouro. Além disso, concluiu-se que os projetos que obtiveram a certificação nos primeiros anos do período estudado apresentam custos superiores aos projetos que obtiveram a certificação mais tarde. Em geral, a certificação de empreendimentos tende a reduzir seu custo com o tempo. Foi demonstrado por este projeto o quanto a questão de custo inicial dos prédios com e sem certificação ambiental é complexa e desafiadora. Consequentemente, surgem resultados variados nas diferentes pesquisas.

Diversos créditos da certificação LEED têm impactos diretos e indiretos nos custos de operação e manutenção das instalações. A maximização do espaço aberto pode aumentar o custo do paisagismo, mas ao mesmo tempo moderar o efeito ilha de calor, que pode aumentar a carga de resfriamento e os custos de ar condicionado. Aumentar a eficiência energética, utilizar energia renovável no local e diminuir o consumo de água reduz as contas de água e eletricidade. Da mesma forma, a introdução da luz do dia em espaços regularmente ocupados reduzirá ainda mais a demanda de energia elétrica das luzes. Por outro lado, o aumento da ventilação mecânica para melhorar a qualidade do ar interior, pode aumentar o consumo de energia. (SADATSAFAVI, SHEPLEY, 2016).

2.2.2 Certificações Sustentáveis para Hospitais

Para melhorar os resultados dos empreendimentos e pontuar soluções sustentáveis específicas da área da saúde, algumas empresas, de diferentes países, têm desenvolvido ou implementado metodologias de certificação específicas para essa área. De acordo com Harris (2014), a primeira abordagem a ser desenvolvida, em 2008, foi o BREEAM *Healthcare*, desenvolvido pela *Building Research*

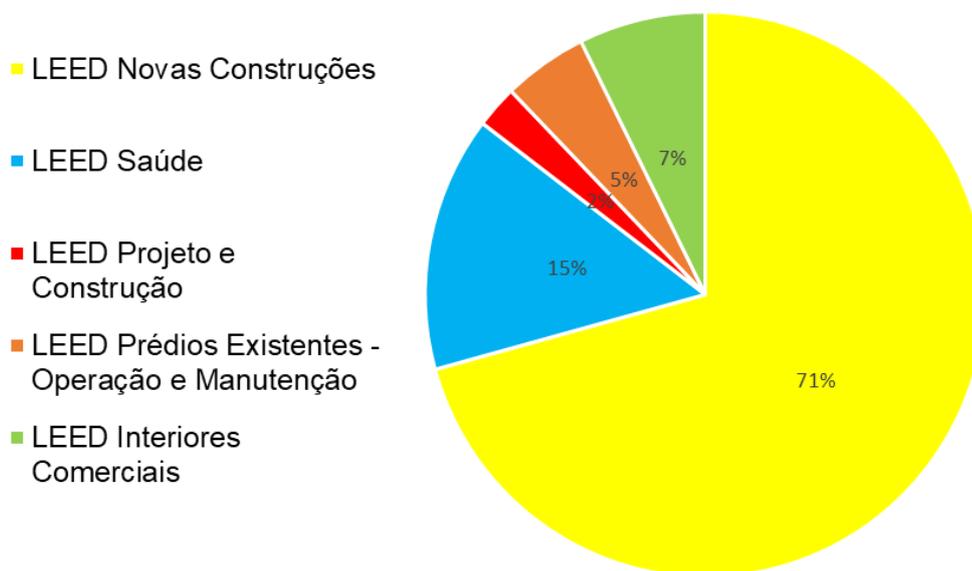
Establishment (BRE), do Reino Unido. Os principais objetivos desta metodologia específica são: melhorar a sustentabilidade dos edifícios de saúde, melhorar as condições para pacientes, possibilitar o progresso econômico e melhorar as condições de trabalho de toda a equipe hospitalar. No entanto, apesar de pioneiro, o selo BREEAM ainda não é comum no Brasil. Apenas dois empreendimentos são certificados no país, sendo que nenhum destes é um centro de saúde.

Além da BREEAM *Healthcare*, em 2010, houve a aprovação do critério americano LEED *Healthcare*, para hospitais. Segundo o GBC Brasil, que concede a certificação, a versão foi criada por um comitê de profissionais do setor de saúde e foram consideradas, entre outros, as questões específicas de prédios que trabalham 24 horas por dia. Além disso, créditos como conexão ao exterior no local de repouso e acesso direto ao exterior para pacientes foram adicionados para focar nas necessidades de visitantes, pacientes e funcionários. Créditos voltados para as áreas mais técnicas, como a acústica, a qualidade do ar, o uso de água para resfriamento de equipamentos médicos, a minimização do uso de energia e um ambiente interno mais saudável, foram adicionados para abordar também os materiais usados especificamente em uma unidade de saúde.

No mercado de construção hospitalar verde dos Estados Unidos, com 815 projetos, o LEED é o programa líder para classificar o projeto, a construção e a operação de edifícios de saúde. Antes do lançamento do LEED *for Healthcare* (HC) em 2009, como parte do conjunto de produtos LEED v3, 564 projetos de assistência médica receberam certificação, usando principalmente o LEED para *New Construction*. Em novembro de 2015, o Diretório do *U.S Green Building Council* mostrou que 251 projetos já haviam recebido ou aplicado a certificação LEED *Healthcare*. (SADATSAFAVI, SHEPLEY, 2016).

Segundo dados do *Green Building Council* Brasil, o LEED dispõe de 41 edifícios de saúde registrados no país, sendo que apenas 12 estão certificados. O primeiro a ser registrado dentro da categoria LEED *for Healthcare* foi o hospital da Associação Paulista para o Desenvolvimento da Medicina, registrado em outubro de 2012, mas ainda sem certificação. O Gráfico 4 apresenta a porcentagem de hospitais e centros de saúde registrados no Brasil dentro de cada categoria. (GBC Brasil, 2018)

Gráfico 4 - Hospitais e Centros de Saúde registrados no Brasil



Fonte: Elaborado pela autora, com base em GBC Brasil (2018)

No Brasil, a Fundação Vanzolini lançou a certificação AQUA para empreendimentos hospitalares no final de 2010. Esta certificação se baseia em 14 critérios de sustentabilidade divididos em quatro fases: eco construção, eco gestão, conforto e saúde. Isso abrange a concepção, o projeto, a construção e a fase de uso dos empreendimentos. A certificação ocorre simultaneamente com a realização do empreendimento. (TURINA, 2013). O certificado foca em maior qualidade sanitária dos ambientes, evitando proliferação de bactérias e odores, além do conforto acústico e visual. Dos 494 empreendimentos certificados pelo selo Aqua, apenas um deles é uma instalação de saúde, o Hospital Santa Paula, em São Paulo. (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2018).

Em 2003, o Hospital *Boulder Community Foothills* em Boulder, Colorado (Figura 3), foi o primeiro hospital a obter certificação de construção sustentável. (CASTRO et al., 2012). Segundo o *U.S. Green Building Council*, o hospital conta com vegetação nativa servida por um sistema de irrigação de alta eficiência, sistemas que permitem 28% de redução do consumo de energia, 55% dos materiais produzidos localmente, 100% da água da chuva filtrada e estacionamento reduzido em 25% abaixo da necessidade local através de uma isenção da cidade apoiada pela promoção de transporte alternativo, fornecendo ciclovias e racks, chuveiros, espaços de carona designados, acesso direto a pontos de ônibus e passes de

ônibus gratuitos para todos os funcionários. Além disso, os pacientes têm controle sobre temperatura, iluminação natural e elétrica, alimentação, privacidade e vista ao exterior.

Figura 3 - Boulder Community Foothills Hospital



Fonte: Boulder Associates (2016)

Também pode-se citar o *Providence Newberg Medical Center*, localizado em Oregon, nos Estados Unidos, que recebeu certificação LEED nível ouro em 2006. O complexo é servido por um estacionamento para bicicletas e estacionamento especial para os empregados que utilizam veículos energeticamente eficientes. Entre as configurações que visam à sustentabilidade, estão, o layout do edifício que maximiza a vista ao exterior e o acesso a luz natural para obter eficiência no aquecimento e resfriamento, os sensores de controle de iluminação e climatização, que reduzem o sistema quando não estão em uso e o sistema de ventilação, que utiliza ar 100% puro. Além disso, 80% dos resíduos de construção utilizados foram reciclados e/ou recuperados. Mais de 25% de todo o material de construção contém material reciclado e, mais de 30% do material utilizado foi produzido localmente. (MORGADO, RIBEIRO, 2010).

No Brasil, destaca-se o Hospital Albert Einstein, que obteve a certificação LEED para o Pavilhão Vicky e Joseph Safra, na Figura 4, em nível ouro em 2010, tornando-se um dos maiores edifícios hospitalares certificados do mundo. (ZIONI, 2013). O projeto inclui cobertura vegetada, iluminação de alta eficiência, fachada

ventilada, vidros insulados de alto desempenho, reaproveitamento de águas pluviais e drenos do sistema de ar condicionado, iluminação natural nas salas de exame, praça aberta à comunidade, calçamento semipermeável, pavimentos externos com alto índice de reflexão solar (SRI), irrigação de alta eficiência e tintas e colas à base d'água. (MACEDO FILHO, 2016). Segundo, Zioni (2013), durante a obra, houve um rigoroso controle de poluição, reutilização de materiais e um plano de gerenciamento de erosão, evitando assoreamento do solo, poeira e ruídos. A Sociedade Beneficente Israelita Brasileira Albert Einstein também possui o Programa Einstein de Sustentabilidade onde inclui diversas iniciativas ambientais como, aquecimento solar da água, lixeiras para recolhimento de pilhas e baterias e serviço de alimentação credenciado por um programa de alimentação sustentável. (ROBERTO, CAVA, 2015).

Figura 4 - Pavilhão Vicky e Joseph Safra, Hospital Albert Einstein



Fonte: Macedo Filho (2016)

3 METODOLOGIA

Neste capítulo, é descrito o método de pesquisa que foi utilizado na elaboração deste trabalho. Para avaliar a viabilidade de aplicação da certificação LEED para hospitais foi utilizado o estudo de caso como estratégia de pesquisa. Para Ventura (2007), esta forma de estudo se caracteriza por investigar unidades delimitadas e contextualizadas, a partir de uma análise não apenas do caso em si, mas do que ele representa dentro do todo e a partir daí.

GIL (2002) sugere que o estudo de caso, apesar de não aceitar um roteiro rígido para a sua delimitação, é definido em quatro fases que mostram o seu delineamento:

- a) Delimitação da unidade-caso;
- b) Coleta de dados;
- c) Seleção, análise e interpretação dos dados;
- d) Elaboração do relatório.

3.1 Descrição do Objeto de Estudo

Para a delimitação da unidade que constitui o caso, selecionou-se um projeto de expansão de um hospital filantrópico, localizado no município de Sapiranga, no Rio Grande do Sul.

O município está localizado a 70 km da capital do estado, Porto Alegre, e conta com 80.311 habitantes, segundo o IBGE (2017). O hospital em estudo é a única referência SUS não somente para o município de Sapiranga, como também, para Araricá e Nova Hartz, totalizando 106.111 mil habitantes atendidos. Em 2017, o hospital atendeu 67% de pacientes SUS e 33% de pacientes particulares e convênios, abrangendo municípios como Campo Bom, Dois Irmãos, Novo Hamburgo, Parobé São Leopoldo e Taquara.

O hospital atualmente conta com um prédio construído em 1945, com 6.155m² de área construída e 144 leitos. Sua expansão, com inauguração da primeira etapa prevista para dezembro de 2019, prevê uma estrutura de 10.297,50m², que contemplará duas unidades de internação, com 60 leitos cada, uma UTI adulto com 20 leitos, uma unidade de internação psiquiátrica com 21 leitos, centro cirúrgico com cinco salas cirúrgicas e 18 leitos de recuperação e demais

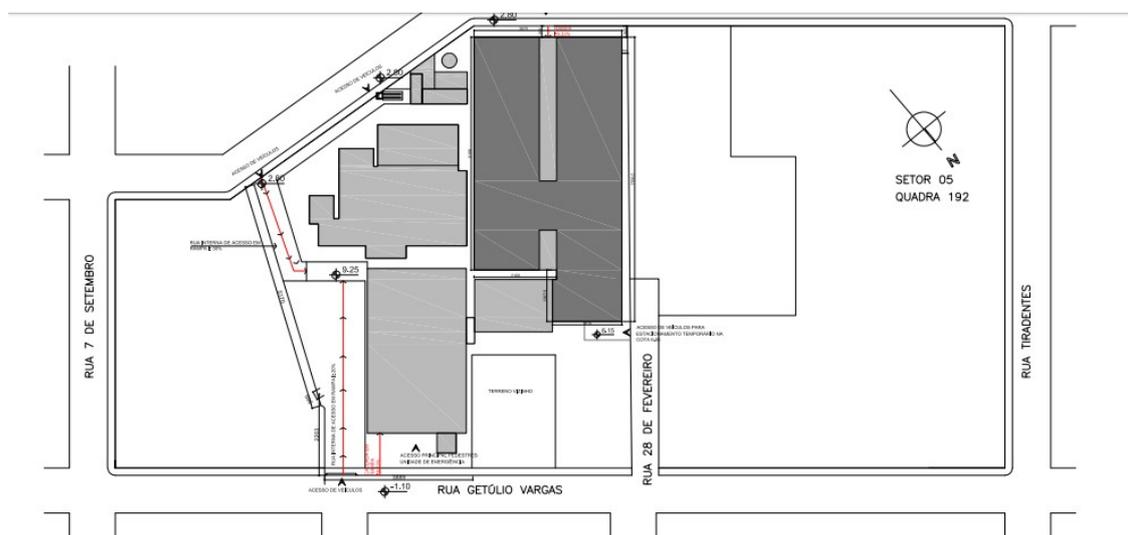
áreas de apoio necessárias para atender as unidades citadas, das quais dos pavimentos são de estacionamentos.

O sistema construtivo adotado é estrutura em concreto armado, com lajes pré-moldadas de vigas treliçadas com EPS. A configuração interna é feita a partir de divisórias leves, de gesso acartonado preenchido com lã de vidro, a fim de possibilitar alterações futuras e melhor aproveitamento do espaço interno. As paredes externas são de alvenaria de vedação de tijolo de 6 furos com 20cm de espessura, incluindo a espessura do reboco.

Optou-se por realizar a construção em 2 etapas, com 5.224,76 m² na primeira e 5.072,74 m² na segunda, sendo que a primeira etapa já está em construção desde agosto de 2017.

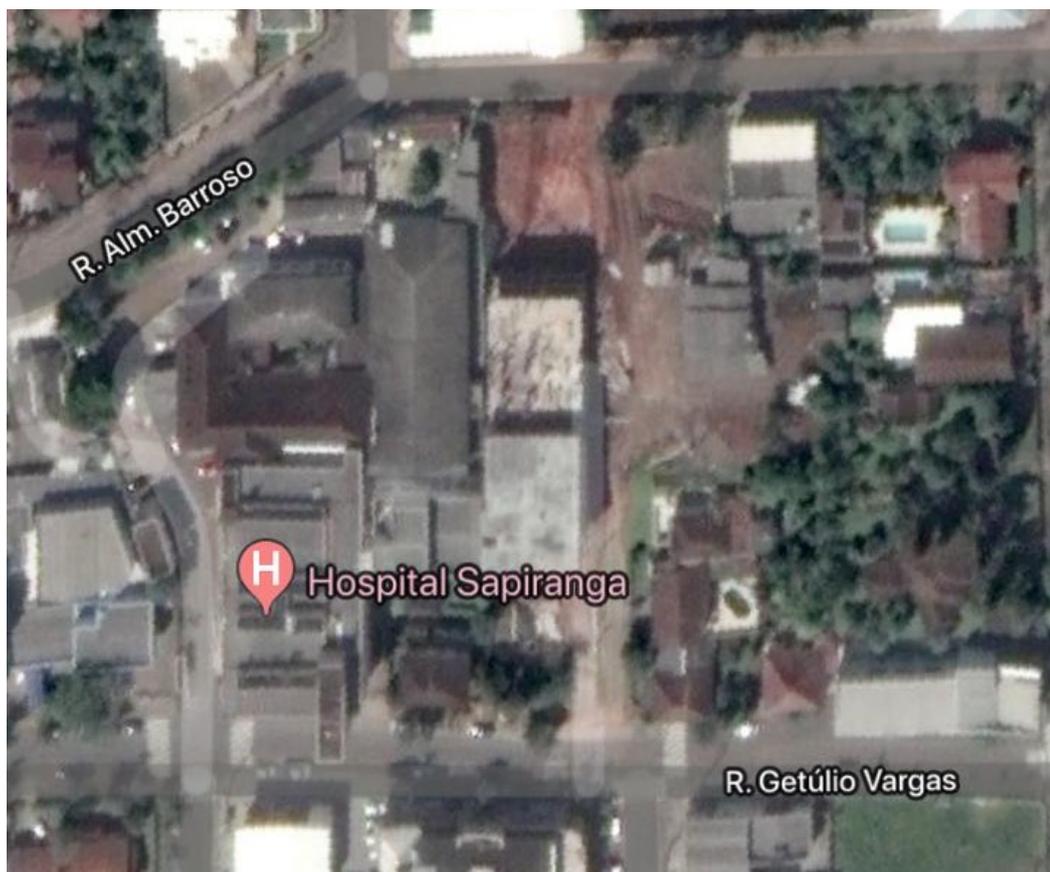
A Figura 5 apresenta a planta de situação do hospital. Os blocos em cinza escuro identificam o prédio do projeto de expansão, em estudo. Na Figura 6, pode-se observar, a partir de imagens de satélite, o prédio antigo e a primeira fase da construção do prédio novo. Nas Figuras 7 e 8 estão disponíveis capturas da projeção em 3D do projeto do prédio em estudo, das fachadas oeste e sul, respectivamente.

Figura 5 – Planta de Situação



Fonte: Hospital Sapiranga (2018)

Figura 6 – Terreno do Hospital em imagem de Satélite



Fonte: Sapiiranga... (2018).

Figura 7 – Projeção em 3D – Fachada Oeste



Fonte: Hospital Sapiiranga (2018)

Figura 8 – Projeção em 3D – Fachada Sul



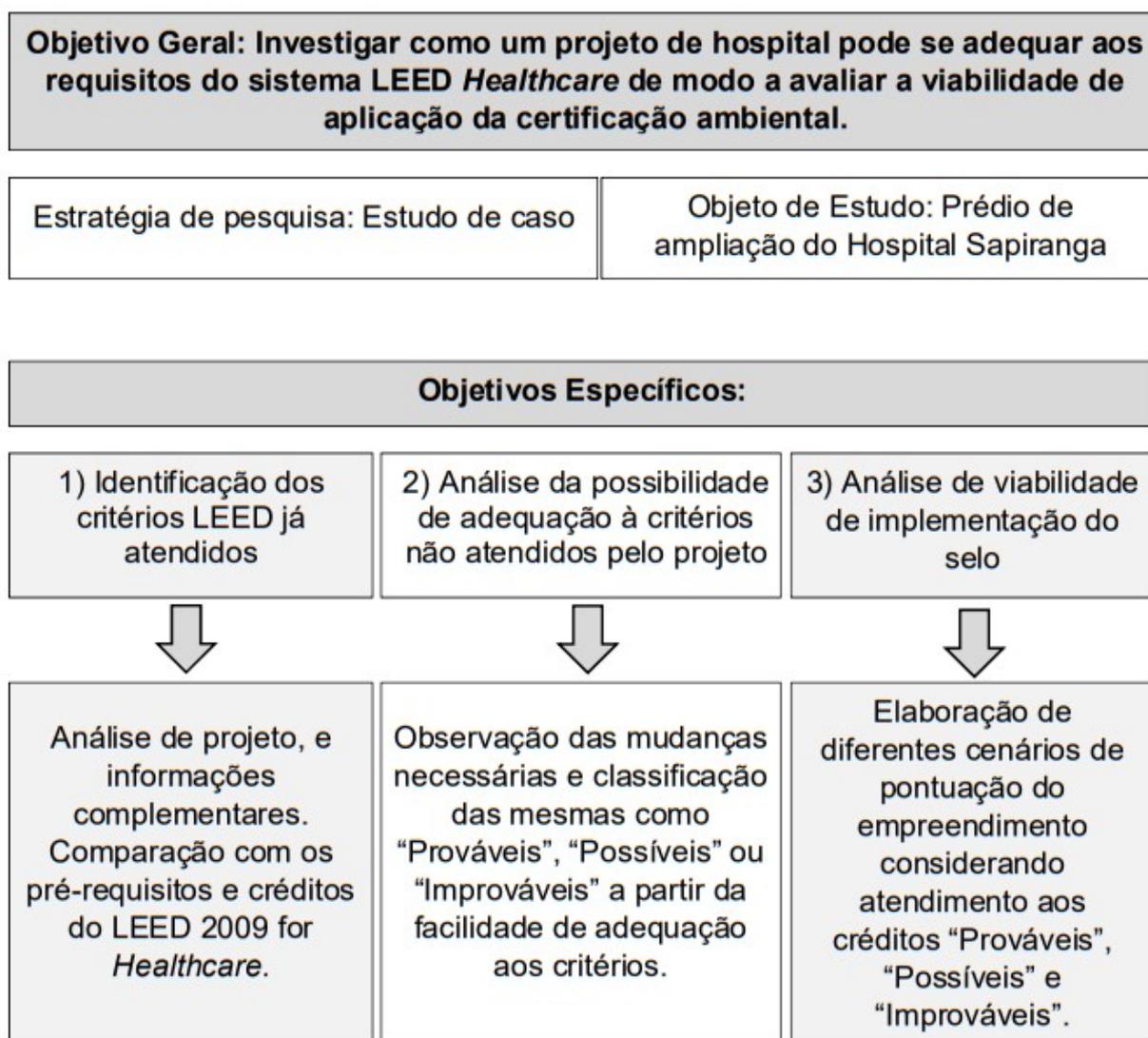
Fonte: Hospital Saporanga (2018)

Apesar do projeto não ter sido elaborado observando iniciativas sustentáveis, algumas estratégias de sustentabilidade e preservação ambiental foram adotadas, buscando a otimização da utilização de recursos, como, por exemplo, a construção de uma cisterna de 25m³ para aproveitamento das águas pluviais e abastecimento dos sistemas de combate a incêndio, irrigação e limpeza externa do prédio, e o estudo de implantação de placas de energia solar na área do estacionamento descoberto.

3.2 Delineamento da Pesquisa

A Figura 9 apresenta o delineamento da pesquisa, resumindo os objetivos de cada etapa, bem como a metodologia utilizada para alcançá-los.

Figura 9 – Delineamento de Pesquisa



Fonte: Elaborado pela autora

3.3 Identificação dos Requisitos LEED Atendidos

A etapa de coleta de dados quantitativos e qualitativos ocorreu, a partir das fontes de evidência de observação, análise de documentos, entrevista formal e informal, história de vida, aplicação de questionário com perguntas fechadas, levantamentos de dados, análise de conteúdo etc. (VENTURA, 2007). Para observação dos critérios LEED já atendidos pelo projeto, a análise foi feita a partir dos projetos arquitetônicos, elétricos, hidrossanitários, de climatização, de produção de energia solar, seus respectivos memoriais descritivos, planos de gerenciamento de resíduos, laudos, estudos, entre outros materiais, de forma interpretativa e comparativa, também foram analisados os documentos de informações sobre os critérios e classificações disponibilizados pelo GBC Brasil, os fóruns disponíveis no site e realizadas comparações a projetos já classificados pelo selo. Além disso, foram realizadas entrevistas formais e informais com a diretoria abordando questões de projeto, funcionamento do hospital, número de funcionários, requisitos básicos, alterações possíveis, entre outros. Um engenheiro mecânico que trabalha com simulações energéticas para o sistema de certificação LEED também foi consultado.

Nesta etapa, foi elaborada uma tabela listando todos os requisitos do *checklist* LEED 2009 for *Healthcare - New Construction & Major Renovation*, incluindo os setenta e cinco pré-requisitos e créditos das sete categorias de certificação: local sustentável, eficiência hídrica, energia e atmosfera, materiais e recursos, qualidade do ambiente interno, inovação no projeto e prioridade regional, onde foram avaliados os critérios em função do atendimento ou não do projeto aos requisitos. Os créditos e pré-requisitos já atendidos pelo projeto em sua concepção original foram destacados na devida coluna.

3.4 Análise da Possibilidade de Adequação à Critérios Não Atendidos

Os créditos e pré-requisitos classificados como “não atendidos” foram analisados, considerando-se quais mudanças seriam necessárias no projeto para atendimento ao critério. A classificação foi dada da seguinte forma:

- a) Prováveis - Créditos que exigirem mudanças simples de serem aplicadas, como a elaboração de documentos e/ou decisões administrativas e que

gerariam um custo relativamente baixo em relação ao custo total da obra. São medidas que provavelmente serão adotadas caso os investidores e engenheiros do empreendimento decidam buscar a certificação;

- b) Possíveis - Créditos que para serem atendidos exigem grandes alterações no projeto e/ou gastos elevados;
- c) Improváveis - Quando dificilmente houver a possibilidade de atender a determinado crédito.

3.5 Avaliação de Viabilidade da Implantação

Foram elaborados três cenários diferentes para avaliação da pontuação do empreendimento e da classificação do mesmo nas categorias certificado, prata, ouro ou platina. Os cenários avaliados foram:

- 1 – A execução do projeto original, sem alterações;
- 2 – O atendimento a todos os pré-requisitos;
- 3 – O atendimento a todos os pré-requisitos e aos critérios “prováveis”;
- 4 – O atendimento a todos os pré-requisitos e aos critérios “prováveis” e “possíveis”.

4 ESTUDO DE CASO

4.1 Local Sustentável

Esta categoria encoraja estratégias que minimizem o impacto da implantação do empreendimento no ecossistema e que reduzam a utilização de carros e formação de ilhas de calor. (GBC BRASIL, 2018). A Tabela 3 apresenta resumidamente os créditos e pré-requisitos analisados da categoria local sustentável que já são atendidos ou não pelo projeto em estudo. Os itens a seguir descrevem cada critério e como o mesmo pode ser atendido pelo empreendimento.

Tabela 3 – Resumo dos créditos e pré-requisitos da categoria local sustentável

(continua)

Pré-Requisitos	Potenciais	Atendidos	Prováveis	Possíveis	Improváveis
1 Prevenção de Poluição das Atividades da Construção	PR		X		
2 Avaliação Ambiental do Terreno	PR		X		
Créditos					
1 Seleção do Terreno	1		1		
2 Densidade de Desenvolvimento ou Conectividade com a Comunidade	1	1			
3 Recuperação de Terreno Contaminado	1				1
4.1 Transporte Alternativo - Acesso para Transporte Público	3	3			
4.2 Transporte Alternativo - Bicletário e Vestiários	1	1			
4.3 Transporte Alternativo - Veículos Verdes	1		1		
4.4 Transporte Alternativo - Capacidade de Estacionamento	1	1			
5.1 Desenvolvimento do Local - Proteção ou Restauração do Habitat	1		1		
5.2 Desenvolvimento do Local - Maximizar Espaço Aberto	1	1			
6.1 Águas Pluviais - Controle de Quantidade	1		1		

(conclusão)

6.2 Águas Pluviais - Controle de Qualidade	1		1		
7.1 Ilha de Calor - Sem Telhado	1	1			
7.2 Ilha de Calor - Telhado	1		1		
8 Redução de Poluição Luminosa	1			1	
9.1 Conexão à Natureza - Local de Descanso	1			1	
9.2 Conexão à Natureza - Acesso Exterior Direto	1				1
Total	18	8	6	2	2

Fonte: Elaborado pela autora.

4.1.1 Pré-Requisito 1 - Prevenção de Poluição das Atividades da Construção

Para contemplar este pré-requisito, o empreendimento deveria criar e implementar um plano de controle de erosão e sedimentação, seguindo as diretrizes da Licença Geral de Construção da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos ou os códigos locais. Deveria descrever as medidas tomadas para evitar a perda de solo por escoamento de águas pluviais ou erosão eólica, impedir a sedimentação do esgoto e evitar poluir o ar com poeira e partículas.

O projeto em estudo poderia contemplar a elaboração deste plano exigindo-o como item complementar a ser acrescido ao memorial descritivo. Algumas das práticas para prevenção de poluição são simples e não geram investimentos altos, como: lavagem da roda dos caminhões, contenção para proteção de entradas de drenagem pluvial, pavimentação provisória de acessos, entre outros.

4.1.2 Pré-Requisito 2 - Avaliação Ambiental do Terreno

Este pré-requisito é exclusivo das categorias LEED for *Schools* e LEED *Healthcare*, para escolas e unidades de saúde, e requer que seja realizada uma avaliação ambiental do terreno para determinar se existe contaminação do solo. Terrenos contaminados devem ser tratados para atender os padrões locais e deve ser provado que os mesmos estão seguros para uso, com exceção de terrenos contaminados devido à existência de aterros, nos quais a utilização é proibida.

O projeto deve contratar laudo específico, seguindo as normas da ASTM E1527-05 e, caso haja contaminação, o terreno deve ser tratado de forma eficaz. O histórico do terreno em estudo, juntamente a informações relatadas por moradores do município, mostra que a única interferência humana prévia do terreno foi residencial, sugerindo que provavelmente não exista contaminação do solo.

4.1.3 Crédito 1 - Seleção do Terreno

Este crédito visa evitar o desenvolvimento de terrenos inadequados, reduzindo o impacto ambiental gerado pela localização do prédio. Sendo assim, ele pontua empreendimentos que não sejam construídos em áreas classificadas como: terras agrícolas definidas pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, terras não desenvolvidas cuja elevação seja inferior a 1,5 metros da altura da maior enchente dos últimos 100 anos, habitats de espécies ameaçadas de extinção, zonas úmidas, zonas a menos de 15 metros de córregos de água ou terrenos utilizados como parque público.

O empreendimento deve elaborar uma pesquisa que inclua informações sobre topografia (mapeamento do contorno, risco de estabilidade de talude), hidrologia (áreas com perigo de enchente, zonas úmidas, corpos d'água, oportunidades de coleta e reuso de água da chuva), clima (sol, efeito de ilha de calor, ventos, precipitações, faixas de temperatura), vegetação (principais tipos, espécies ameaçadas, mapeamento de árvores significativas), solos (solos saudáveis, desenvolvimento prévio, solos alterados), uso humano (vistas, infraestrutura de transporte e propriedades adjacentes) e efeitos na saúde humana (proximidade de populações vulneráveis ou grandes fontes de poluição do ar).

A localização do terreno segue todos os requisitos indicados e a elaboração da pesquisa não deve gerar gastos significativos, portanto, este crédito pode ser facilmente alcançado pelo projeto.

4.1.4 Crédito 2 - Densidade de Desenvolvimento ou Conectividade com a Comunidade

Com o objetivo de proteger terrenos novos e preservar habitats e recursos naturais, o programa dá ao empreendimento três opções. Dentre elas, a mais viável

para o hospital em estudo seria a opção 2, que requer que a construção seja em um local previamente desenvolvido, a 800m de área residencial e próximo a, ao menos, 10 serviços básicos com acesso para pedestres entre o prédio e os serviços. Os serviços que podem ser considerados e as restrições estão listados no Apêndice 1 do manual de implantação do selo de certificação.

O terreno do projeto está localizado no centro do município de Sapiranga, uma área residencial e com fácil acesso a maior parte dos serviços básicos da cidade. Como exemplo, tem-se a menos de 800 metros de caminhada da futura entrada de acesso: Farmácia, clínica de reabilitação (organização de apoio à saúde), papelaria, banco, consultório odontológico, restaurante, salão de beleza, igreja, academia, biblioteca. Sendo assim, este critério já foi atendido pelo projeto em sua concepção original.

4.1.5 Crédito 3 - Recuperação de Terreno Contaminado

Para este requisito somente terrenos contaminados, identificados pelo pré-requisito número dois, são capazes de pontuar. Sendo assim, para este estudo, o crédito foi classificado como “improvável” de ser alcançado.

4.1.6 Crédito 4.1 - Transporte Alternativo - Acesso para Transporte Público

Os créditos do item 4 têm o objetivo de reduzir a poluição e os impactos causados pelo uso de carros. Para a obtenção de pontuação no crédito 4.1 tem-se duas opções para o empreendimento: estar localizado a cerca de 800 metros de estações de trem, ônibus rápido (BRT) ou metrô ou, então, estar localizado a menos de 400 metros de caminhada de uma ou mais paradas de ônibus que ofereçam acesso a duas ou mais linhas de ônibus.

Já que o terreno do projeto do novo prédio está localizado ao lado do antigo prédio do hospital, muitas linhas de ônibus já englobam as ruas adjacentes. A parada mais próxima está localizada a apenas 100 metros da futura entrada do prédio, e é atendida por três linhas de ônibus diferentes. Portanto, este critério já é atendido pelo projeto.

4.1.7 Crédito 4.2 - Transporte Alternativo - Bicletário e Vestiário

Para atender ao mesmo objetivo do crédito 4.1, o empreendimento deve fornecer bicicletários a menos de 180 metros da entrada do prédio para no mínimo 5% do número de funcionários em períodos de pico e banheiro e vestiário para 0,5% destes funcionários. Estima-se que 230 funcionários ocuparão o prédio simultaneamente em cada turno. O antigo prédio já dispõe de 40 vagas para bicicletas de funcionários, pacientes e usuários e o projeto do novo prédio prevê a instalação de novos bicicletários com vagas para cerca de 60 bicicletas (26%) e também 8 (3,5%) chuveiros com vestiários para funcionários. Este critério já foi atendido pelo projeto em sua concepção original.

4.1.8 Crédito 4.3 - Transporte Alternativo – Veículos Verdes

Este crédito visa a incentivar a utilização de veículos com baixa-emissão de gases e/ou energeticamente eficientes. Para o sistema de certificação, são considerados os veículos classificados como emissão zero pelo *California Air Resources Board* e os que atingiram pontuação 45 ou superior no guia anual do Conselho Americano de Economia Eficiente de Energia, ou equivalente para projetos fora dos Estados Unidos. Uma decisão do LEED, lançada em 2012, permitiu que veículos classificados com quatro estrelas no programa IBAMA Nota Verde e com nota A no programa de consumo e eficiência energética do INMETRO sejam considerados veículos com baixa-emissão para classificação neste critério.

Para o hospital em estudo, dentre as quatro opções possíveis, a que seria mais viável de ser implementada é a opção 1 que prevê a destinação de 5% de vagas preferenciais para os veículos classificados ou, então, um desconto de 20% no valor do estacionamento para estes veículos. Em entrevista com a diretoria, definiu-se que seria possível a implementação do desconto no valor do estacionamento para os veículos classificados como menos poluidores. Assim, os veículos poderiam ser cadastrados no sistema, facilitando a implantação do critério. Conforme especificado pela norma, a tarifa com desconto deve ser divulgada publicamente na entrada da área de estacionamentos e disponível a todos os veículos qualificados. Os estacionamentos do hospital são serviços próprios e a medida é de provável aplicação.

4.1.9 Crédito 4.4 - Transporte Alternativo - Capacidade de Estacionamento

Neste crédito também existem quatro opções possíveis de pontuação. Considerando que o local do projeto em estudo não apresenta, por parte da legislação, item que especifique a capacidade mínima do estacionamento e que a direção considera essencial para o projeto a existência de vagas para colaboradores e usuários, a única opção possível de ser atendida é a número 4, que demanda uma capacidade de estacionamento 25% inferior aos coeficientes base do *Transportation Planning Handbook* do Instituto de Engenheiros de Transporte dos Estados Unidos (*Institute of Transportation Engineers*).

Os coeficientes estimam uma média de 3,47 vagas por leito, considerando um hospital em área urbana. O projeto do novo prédio do Hospital Sapiranga prevê 161 leitos e 195 vagas de estacionamento, 65% inferior ao estipulado pelos coeficientes do Instituto de Engenheiros de Transporte.

4.1.10 Crédito 5.1 – Desenvolvimento do Terreno - Proteção ou Restauração do Habitat

O objetivo deste crédito é conservar as áreas naturais existentes e restaurar áreas danificadas para fornecer habitat e promover a biodiversidade. Para o caso em estudo, uma área previamente ocupada, o selo sugere restaurar ou proteger a vegetação de um mínimo de 50% da área (sem contar a área de ocupação do prédio) ou 20% da área total, o que for maior, utilizando vegetação nativa ou adaptada.

Cerca de 45% da área total do terreno não será ocupada com área construída, sendo assim, parte dela pode ser destinada à conservação de áreas naturais. Ainda não existe um plano paisagístico para esta área do terreno, sendo este um crédito provável de ser alcançado caso o empreendimento decida buscar a certificação.

4.1.11 Crédito 5.2 - Desenvolvimento do Terreno - Maximizar Espaço Aberto

Visando promover a biodiversidade, fornecendo uma alta proporção de espaço externo, o critério requer que o empreendimento forneça espaço aberto com vegetação que exceda em 25% os requisitos locais de zoneamento.

Os requisitos locais de zoneamento exigem 70% de taxa de ocupação. Como mencionado no item 5.1, o projeto prevê cerca de 45% de ocupação do terreno. Portanto, este crédito é atendido pelo projeto em sua concepção original.

4.1.12 Crédito 6.1 - Águas pluviais - Controle de Quantidade

Tem o objetivo de limitar a perturbação da hidrologia natural, reduzindo a cobertura impermeável, aumentando a infiltração de água, reduzindo ou eliminando a poluição do escoamento de águas pluviais e eliminando os contaminantes para promover um comportamento hídrico similar ao natural.

Considerando que esta é uma área em que a impermeabilidade já existente é inferior a 50%, pode-se atingir o crédito implementando um plano de gerenciamento de águas pluviais que impeça que a taxa e a quantidade máxima de descarga pós implantação excedam as taxas pré-implantação para as tempestades de projeto de 24 horas para 1 e 2 anos ou implementar um plano de gerenciamento de águas pluviais que proteja os canais de recebimento da erosão excessiva.

O projeto em estudo pode atender este crédito através da elaboração de um plano de drenagem pluvial que atenda os critérios exigidos.

4.1.12 Crédito 6.2 - Águas pluviais - Controle de Qualidade

Para limitar a interrupção e a poluição dos fluxos de água natural, gerenciando o escoamento das águas pluviais, o crédito requer implementar um plano de gerenciamento de águas pluviais que reduza a cobertura impermeável, promova a infiltração e capture e trate o escoamento de 90% da média anual de chuvas, usando as melhores práticas de gerenciamento aceitáveis (BMPs - *Best Management Practices*). Os BMPs usados para tratar o escoamento devem ser capazes de remover 80% da carga média anual de sólidos suspensos (TSS) após o desenvolvimento, com base nos relatórios de monitoramento existentes.

O projeto em estudo conta com uma cisterna de 25m³ para captação e aproveitamento das águas pluviais, mas não prevê o tratamento destas águas, que serão utilizadas apenas para atividades como abastecimento dos sistemas de combate a incêndio, irrigação e limpeza externa do prédio. Uma estação de tratamento, apesar de gerar economia no consumo de água, geraria um custo alto de projeto e implantação, sendo uma opção possível, mas que depende de decisões importantes da direção e da equipe de planejamento.

4.1.14 Crédito 7.1 - Ilha de Calor - Sem Telhado

Este crédito tem o objetivo de reduzir as ilhas de calor geradas pela urbanização. Pode-se atingir esta pontuação a partir de duas opções. A primeira opção seria cobertura de 50% das estradas, calçadas, pátios e estacionamentos com sombra de árvores, sombra gerada por painéis solares, sombra de dispositivos arquitetônicos ou estruturas que tenham um índice de refletância solar (SRI) de pelo menos 29, materiais de pavimentação com SRI de pelo menos 29 ou um sistema de pavimento de grade aberta (pelo menos 50% permeável). A segunda opção seria ter um mínimo de 50% das vagas de estacionamento cobertas. O telhado usado para sombrear ou cobrir o estacionamento deve ter um SRI de pelo menos 29, ser um telhado verde com vegetação ou ser coberto por painéis solares que produzam energia.

O empreendimento conta com dois estacionamentos, um no subsolo do prédio com 91 vagas e outro externo, no terreno ao lado, com 104 vagas descobertas. O tipo de pavimentação que será utilizado no estacionamento descoberto ainda não foi determinado. No entanto, o hospital realizou um estudo de implantação de placas de energia solar que contempla 42% da área total do estacionamento externo e mais do que 50% do número de vagas. Sendo esse crédito já atendido pelo projeto em sua concepção original.

4.1.15 Crédito 7.2 - Ilha de Calor - Telhado

Com o mesmo objetivo do crédito 7.1, neste, a pontuação pode ser obtida por uma cobertura de 75% da superfície do telhado com material de reflexão solar superior a 29 para telhados muito inclinados ou superior a 78 para telhados pouco

inclinados. A segunda opção seria a utilização de telhado com vegetação para no mínimo 50% da cobertura. E a terceira opção seria a combinação de material de alta reflexão com vegetação, seguindo o mínimo especificado pela equação disponível no manual.

No projeto em estudo, o telhado é considerado pouco inclinado. O telhado com vegetação foi uma opção descartada pela direção devido aos gastos com implantação inicial, adaptação de projeto e manutenção. Sendo assim, a única opção possível seria a instalação de material com reflexão solar superior a 78. O projeto arquitetônico especifica a utilização de telha do tipo sanduíche na cor branca. As telhas do tipo sanduíche são compostas por duas chapas metálicas e material isolante no seu interior, proporcionando melhor isolamento acústico e térmico. O valor exato de reflexão solar do material escolhido deve ser informado pelo fabricante, no entanto, diversas pesquisas como Muniz-Gäal et al (2018), Kültür e Türkeri (2012) e Ferreira e Prado (2003) apontam que a utilização de cores claras resultam em maiores reflexões solares, muitas vezes superiores ao requerido pelo critério. Sendo assim, este critério é provável que seja atingido.

4.1.16 Crédito 8 - Redução de Poluição Luminosa

Para melhorar a visibilidade noturna, minimizar a transgressão de luz e reduzir as consequências do empreendimento à vizinhança, o crédito propõem soluções de redução da poluição luminosa para o interior e exterior do empreendimento.

No interior, o projeto tem a opção de reduzir em pelo menos 50% a potência de todas as luminárias interiores não-emergenciais próximas a aberturas entre as 23h00 e 5h00, ou, então, instalar blindagem controlada e/ou fechada por dispositivos automáticos durante este período.

Para o exterior, a iluminação deve estar de acordo com a norma americana ASHRAE 90.1-2007, com exceção somente para serviços de emergência, área de estacionamento de funcionários e visitantes noturnos, passagens para pedestres e áreas de serviço/carregamento e rotas de circulação associadas. Além disso, o projeto deve ser classificado de acordo com a zona de instalação e seguir as normas específicas para a mesma.

No caso do projeto em estudo, as normas se aplicam à zona 2, predominantemente residencial, com distritos comerciais de bairro, indústrias leves e uso noturno limitado. Para atendimento deste critério, o projeto deverá adotar os requisitos estabelecidos quanto à iluminação em seu projeto de instalações elétricas. Este é um crédito possível de ser adotado.

4.1.17 Crédito 9.1 – Conexão ao Mundo Natural – Local para Descanso

Locais para descanso devem estar presentes para fornecer a pacientes, funcionários e visitantes os benefícios de saúde do ambiente natural, criando locais para descanso ao ar livre na instalação de saúde.

Pode ser atingido providenciado local para descanso de pacientes e visitantes equivalente a 5% da área útil do prédio e ambiente externo para descanso de funcionários equivalente a 2% da área útil do prédio. Estas áreas devem estar próximas aos acessos, com opções de sombra ou luz solar indireta, permitir o ar livre, ser longe de locais para fumantes, entre outros.

No projeto em estudo, os 5% de área útil equivalem a cerca de 500m². Em frente ao prédio novo tem-se um terreno com uma área de cerca de 690m² que poderia ser destinada ao local de descanso de pacientes, visitantes e funcionários. Devendo ser adequada para seguir os parâmetros especificados pelo crédito. Esta solução é viável, mas geraria um custo extra de implantação, por tanto, foi classificada como “possível”.

4.1.18 Crédito 9.2 – Conexão ao Mundo Natural – Acesso Exterior Direto

Com o mesmo objetivo do item 9.2, este crédito exige o fornecimento de acesso direto a um pátio, terraço, jardim ou sacada externa de no mínimo 0,5m² por paciente para 75% dos pacientes internados e 75% dos pacientes externos qualificados, cujo tempo de internação na clínica excede quatro horas.

No estudo de caso não há previsão para a construção de pátios, terraços ou sacadas, nem de um jardim que possa ser acessado de forma direta pelos pacientes. Por isso, para atingir este critério, precisariam ser feitas mudanças expressivas no projeto. O crédito foi então classificado como “Improvável” de ser alcançado.

4.2 Eficiência Hídrica

Esta categoria promove inovações para o uso racional da água, focando na redução do consumo de água potável e reuso dos recursos. (GBC BRASIL, 2018) A Tabela 4 apresenta resumidamente os créditos e pré-requisitos analisados da categoria eficiência hídrica que já são atendidos ou não pelo projeto em estudo. Os itens a seguir descrevem cada critério e como o mesmo pode ser alcançado pelo empreendimento.

Tabela 4 - Resumo dos créditos e pré-requisitos da categoria eficiência hídrica

Pré-Requisitos	Potenciais	Atendidos	Prováveis	Possíveis	Improváveis
1 Redução do Uso de Água	PR	X			
2 Minimizar o uso de água potável para resfriamento de equipamentos médicos	PR	X			
Créditos					
1 Paisagismo eficiente – Sem uso de água potável ou irrigação	1	1			
2 Redução do Uso da Água – Medição e Verificação	2			2	
3 Redução do Uso da Água	3	2			1
4.1 Redução do Uso da Água – Equipamentos do prédio	1	1			
4.2 Redução do Uso da Água – Torres de resfriamento	1				1
4.3 Redução do Uso da Água – Sistemas de resíduos de alimentos	1				1
Total	9	4	0	2	3

Fonte: Elaborado pela Autora

4.2.1 Pré-requisito 1 – Redução do Uso de Água

O primeiro pré-requisito da categoria de eficiência hídrica tem o objetivo de aumentar a eficiência de água nos edifícios, para reduzir a carga sobre o abastecimento de água municipal e sobre os sistemas de águas residuais. A exigência é de que o prédio utilize estratégias que, em conjunto, reduzam pelo menos 20% o consumo em relação aos parâmetros determinados pelo LEED. Os cálculos incluem descargas, urinóis, torneiras de lavatório, chuveiros, torneiras de

pia de cozinha e válvulas de pulverização. E também lavadoras de roupas, lava-louças, máquinas de gelo, vaporizadores de alimentos e fornos.

A Tabela 5 apresenta os valores dos parâmetros do LEED em comparação ao consumo dos dispositivos previstos em projeto.

Tabela 5 – Consumo dos dispositivos de água

Dispositivo	Parâmetro	Consumo	Número de Dispositivos	Economia
Vaso Sanitário com caixa acoplada	6 litros por descarga	2,4 litros por descarga	72	60%
Torneiras de Quartos, Postos de Enfermagem	8,5 litros por minuto	1,8 litros por minuto	58	78,8%
Torneiras Depósitos	8,5 litros por minuto	8 litros por minuto	18	6%
Torneiras de Banheiros e outros	2 litros por minuto	1,8 litros por minuto	104	10%
Chuveiros	9,5 litros por minuto	8 litros por minuto	61	15,8%

Fonte: Elaborado pela autora

Os demais dispositivos informados no manual não constam no projeto em estudo. Considerando-se os valores citados, tem-se uma economia total de 35%, 15% superior ao necessário, sendo este um pré-requisito já atendido pelo projeto.

4.2.2 Pré-requisito 2 – Minimizar o Uso de Água Potável para Resfriamento de Equipamentos Médicos.

Neste pré-requisito, o uso de água potável para resfriamento de equipamentos médicos é aceitável somente em sistemas de backup de emergência ou onde sejam obrigatórios pelos requisitos locais.

O projeto em estudo não prevê a instalação de equipamentos que exijam resfriamento, conseqüentemente, este pré-requisito já é atendido.

4.2.3 Crédito 1 – Paisagismo Eficiente – Sem Uso de Água Potável ou Irrigação

Com o objetivo de eliminar o uso de água potável para irrigação da paisagem, este crédito apresenta duas opções para o empreendimento. A primeira seria a adoção de águas de chuva ou águas tratadas para irrigação. Já a segunda opção sugere a instalação de paisagismo que não exija sistemas de irrigação permanentes, permitindo apenas a irrigação para a instalação da planta nos primeiros 18 meses.

No projeto de expansão do hospital, já existe uma cisterna de captação das águas pluviais para irrigação do paisagismo, sendo assim, este crédito pode ser considerado atingido pelo projeto.

4.2.4 Crédito 2 – Redução do Uso da Água – Medição e Verificação

O crédito 2 desta categoria visa proporcionar a responsabilidade contínua e a otimização do desempenho do consumo de água do edifício ao longo do tempo. Para isso, propõem a instalação de medidores de água para rastrear o consumo de torre de refrigeração, entrada de água, filtros de purificação de água, lavanderia, irrigação, caldeiras, entre outros. Além disso, o empreendimento deve instalar medidores em pelo menos dois dos seguintes equipamentos: laboratórios, centrais de esterilização, áreas de fisioterapia ou hidroterapia, salas de cirurgia, água de reposição para sistemas hidrônicos (climatização) ou água de reposição fria para sistemas de água quente. Caso o empreendimento atenda três itens, pode receber dois pontos por este crédito.

O período de medição e verificação deverá cobrir ao menos um ano após a construção e deve seguir o protocolo internacional de mediação e verificação de performance (IPMVP).

O hospital não prevê a instalação de medidores nestes pontos, sendo o hidrômetro a única forma de acompanhamento do consumo. A instalação de medidores individuais para determinados equipamentos seria possível de ser atendida, apesar de apresentar um custo extra para o empreendimento.

4.2.5 Crédito 3 - Redução do Uso da Água

Com o mesmo objetivo do pré-requisito 1, este crédito pontua empreendimentos que alcançarem porcentagens maiores de economia do consumo de água, seguindo a proporção da Tabela 6.

Tabela 6 – Pontuação relacionada à porcentagem de redução do consumo de água

Porcentagem de Redução	Pontos
30%	1
35%	2
40%	3

Fonte: U.S. Green Building Council (2009)

Como foi demonstrado no pré-requisito de eficiência hídrica, o projeto apresenta 35% de economia em relação aos parâmetros do LEED, obtendo 2 pontos neste crédito. Atingir uma porcentagem maior seria improvável para o projeto, já que não existem muitas opções no mercado brasileiro de dispositivos com valores tão altos de economia hídrica.

4.2.6 Critério 4.1 - Redução do Uso da Água – Equipamentos do Prédio

Para reduzir ou eliminar o uso de água potável nos equipamentos do sistema, o crédito sugere algumas medidas, são elas: instalar apenas bombas a vácuo secas nos sistemas a vácuo (com exceção do sistema de esterilização), não instalar sistemas de vácuo Venturi para esterilizadores, instalar resfriamento a ar ou em circuito fechado (como torres de resfriamento ou chiller) para sistemas de compressores de ar, usar unidades de reciclagem de água de processador de filme em processadores de raio x com mais de 150mm de comprimento ou largura.

Os sistemas a vácuo previstos para o projeto já são de bombas secas (sem a utilização de água), não são utilizados sistemas a vácuo para esterilização, o sistema de refrigeração é chiller e os aparelhos de raio x previstos são digitalizados (sem filme), sendo este critério atendido pelo projeto.

4.2.7 Critério 4.2 - Redução do Uso da Água – Torres de Resfriamento

Com o mesmo objetivo do critério 4.1, este, requer medidas para economia em torres de resfriamento, exigindo valores mínimos de ciclos de concentração e consumo de água potável e a instalação de medidores de compensação e de purga, controladores de condutividade e alarmes de transbordamento. Projetos sem torres de resfriamento ou condensadores evaporativos são inelegíveis para este crédito.

O projeto de climatização do estudo de caso não prevê a utilização de torres de resfriamento. O sistema aplicado é de chillers com condensação a ar. Sendo assim, este crédito foi classificado como improvável de ser atingido.

4.2.8 Crédito 4.3 - Redução do Uso da Água – Sistemas de Resíduos de Alimentos

Este crédito sugere que projetos com sistemas de trituradores de resíduos de alimentos, despulpadores, coletores de sobras e/ou coadores, utilizem água fria, dispositivos sensores de carga que regulem o uso da água e desligamento automático.

O projeto não conta com estes sistemas de resíduos de alimentos. Conseqüentemente, não pode pontuar neste critério.

4.3 Energia e Atmosfera

Esta categoria promove eficiência energética nas edificações por meio de estratégias simples e inovadoras e utilização de equipamentos e sistemas eficientes. (GBC BRASIL, 2018). A Tabela 7 apresenta resumidamente os créditos e pré-requisitos analisados da categoria energia e atmosfera que já são atendidos ou não pelo projeto em estudo. Os itens a seguir descrevem cada critério e como o mesmo pode ser alcançado pelo empreendimento.

Tabela 7 - Resumo dos créditos e pré-requisitos da categoria energia e atmosfera

Pré-Requisitos	Potenciais	Atendidos	Prováveis	Possíveis	Improváveis
1 Comissionamento Fundamental e Verificação dos sistemas de energia	PR		X		
2 Desempenho mínimo de energia	PR		X		
3 Gerenciamento de Gases Refrigerantes	PR	X			
Créditos					
1 Otimizar Desempenho Energético	24		16		8
2 Energia Renovável no Local	8	8			
3 Comissionamento Avançado	2				2
4 Gerenciamento Avançado de Gases Refrigerantes	1			1	
5 Medição e Verificação	2			2	
6 Energia Verde	1				1
7 Prevenção de Contaminação da Comunidade – Lançamentos Aéreos	1			1	
Total	39	8	16	4	11

Fonte: Elaborado pela autora

4.3.1 Pré-requisito 1 – Comissionamento Fundamental e Verificação dos Sistemas de Energia

Este pré-requisito visa verificar se os sistemas relacionados ao uso de energia do projeto estão instalados e calibrados para funcionar corretamente, comprovando a performance energética do prédio. Os benefícios do comissionamento incluem a redução do uso de energia, dos custos operacionais e de reparos pós obra, melhor documentação da construção e melhor produtividade dos ocupantes.

Deve ser desenvolvido um plano de comissionamento, verificando as instalações e desempenho dos sistemas e designado um indivíduo ou equipe (com experiência documentada em pelo menos dois projetos) como autoridade de comissionamento para liderar, revisar e supervisionar a construção. O mesmo deve

relatar resultados e recomendações diretamente ao proprietário, que deve documentar estas informações.

As atividades que devem ser comissionadas são, no mínimo, os sistemas de aquecimento, ventilação, ar condicionado e refrigeração, a iluminação, os sistemas de aquecimento de água e os sistemas de energia renovável.

4.3.2 Pré-requisito 2 – Desempenho Mínimo de Energia

O objetivo deste pré-requisito é estabelecer o nível mínimo de eficiência energética do edifício e dos sistemas reduzindo os impactos ambientais e econômicos associados ao uso excessivo de energia. Para isso, ele oferece três opções de economia, sendo que a opção 2 não se aplica ao projeto por se referir somente a empreendimentos com menos de 8.380m².

A opção 1 exige que haja uma melhora de 10% na performance energética do prédio quando comparada aos parâmetros calculados conforme a norma ANSI/ASHRAE/IESNA 90.1-2007, utilizando uma simulação computacional que leva em consideração a envoltória do prédio e o consumo de energia do sistema de iluminação, ar condicionado e aquecimento de água. Além disso, o projeto deve seguir alguns critérios extras como o cumprimento das seções 5.4, 6.4, 7.4, 8.4, 9.4 e 10.4 da Norma 90.1-2007. A opção 3 faz uma série de recomendações para redução do consumo de energia, como incorporar janelas de alto desempenho, reduzir a densidade de energia de iluminação exterior para 20% abaixo dos requisitos, cumprir com as seções obrigatórias da ASHRAE 90.1-2007, instalar sensores de ocupação na iluminação de todos os escritórios e áreas de armazenamento, reduzir potência dos ventiladores para 10% abaixo do limite da ASHRAE 90.1-2007, entre outras medidas.

Os parâmetros para avaliação do projeto em estudo, disponíveis na norma, foram observados. No entanto, os mesmos não são suficientes para determinar a porcentagem de economia do mesmo, principalmente os valores relacionados aos parâmetros de envoltória (transmitância), ar condicionado e aquecimento de água, sendo necessária a contratação de uma simulação energética em software adequado. Além disso, observou-se que as seções 5.4, 6.4, 7.4, 8.4, 9.4 e 10.4 da Norma 90.1-2007 não estão sendo completamente cumpridas, havendo a necessidade de pequenas alterações no projeto para aprovação neste pré-requisito.

4.3.3 Pré-requisito 3 – Gerenciamento de Gases Refrigerantes

Para reduzir os danos causados à camada de ozônio, este pré-requisito requer o não uso de refrigerantes à base de clorofluorcarbono (CFC) em sistemas de aquecimento, ventilação, ar condicionado e refrigeração.

Este pré-requisito já é atingido pelo projeto, por utilizar um sistema de ar condicionado central (*chiller* da Carrier 30RBA080) que utiliza o HFC-R-410A como gás refrigerante, não danificando a camada de ozônio.

4.3.4 Crédito 1 – Otimizar Desempenho Energético

Com o mesmo objetivo do pré-requisito 2, este crédito pontua o empreendimento a partir da porcentagem de economia gerada no software em comparação aos parâmetros base, seguindo os valores da Tabela 8. Este crédito pode alcançar até 24 pontos para o empreendimento, sendo o crédito com maior valor de pontuação do sistema de certificação.

Tabela 8 – Pontuação para porcentagem de redução do consumo de energia

Porcentagem de Economia	Pontuação	Porcentagem de Economia	Pontuação
12%	1	32%	16
14%	2	34%	17
16%	3	36%	18
18%	5	38%	19
20%	7	40%	20
22%	9	42%	21
24%	11	44%	22
26%	13	46%	23
28%	14	48%	24
30%	15		

Fonte: U.S. Green Building Council (2009)

Conforme indicado no pré-requisito 2, os parâmetros da norma não são suficientes para determinar a porcentagem de economia do projeto quanto à envoltória (transmitância), ar condicionado e aquecimento de água, sendo necessária a contratação de uma simulação energética em software adequado. No entanto, pode-se estimar a economia quanto ao consumo de energia da iluminação. O parâmetro estimado na norma ANSI/ASHRAE/IESNA 90.1-2007 para hospitais é de 13 W/m². O consumo de cada pavimento está especificado na Tabela 9

Tabela 9 – Consumo de energia da iluminação por pavimento

Pavimento	Potência
Térreo	5100W
2º Pavimento	3420W
3º Pavimento	17000W
4º Pavimento	17240W
Cobertura	1180W
Total	43940W

Fonte: Elaborado pela autora

A partir do consumo total da Tabela 9 e da área total do prédio (10.297,50m²), tem-se um consumo médio de 4,27 W/m², 32,8% inferior ao parâmetro *baseline* de 13 W/m².

Desconsiderando-se os parâmetros não calculados nesta etapa do diagnóstico, pode-se presumir que o número de pontos prováveis de serem alcançados neste crédito é 16 pontos (Tabela 8). Os 8 pontos restantes poderiam ser alcançados a partir de alterações no projeto, provenientes de redução na iluminação do mesmo. No entanto, estas mudanças são improváveis devido às necessidades e legislações referentes a iluminação nos ambientes hospitalares. Sendo assim, tem-se 16 pontos prováveis e 8 pontos improváveis para este crédito. Ressalta-se a necessidade de contratação de profissional para a realização de simulação em software dos demais parâmetros (ar condicionado, envoltória e aquecimento de água).

4.3.5 Crédito 2 – Energia Renovável no Local

Para incentivar a utilização de energia renovável e reduzir os impactos econômicos associados ao uso de energia de combustíveis fósseis, este crédito pontua empreendimentos a partir da porcentagem de energia produzida pelos sistemas renováveis. A relação de porcentagem e pontuação pode ser observada na Tabela 10.

Tabela 10 – Pontuação relacionada à porcentagem de energia renovável

Porcentagem de Energia Renovável	Pontuação
1%	1
3%	2
10%	5
20%	6
30%	7
40%	8

Fonte: U.S. Green Building Council (2009)

Como foi mencionado no item 7.1 da categoria local sustentável, o hospital implantará placas de energia solar na cobertura das 104 vagas de estacionamento externo, totalizando 1135,05m² de placas solares. Conforme estudo elaborado pela empresa de energia solar, ao todo, as placas produzirão 50% da estimativa de energia consumida no novo prédio, podendo-se obter, assim, a pontuação máxima disponível para este crédito.

4.3.6 Crédito 3 – Comissionamento Avançado

Complementando o pré-requisito 1, de comissionamento fundamental e verificação dos sistemas de energia, este crédito pontua empreendimentos que designarem uma autoridade de comissionamento antes do início do projeto para realizar algumas atividades como revisões de projetos, verificação da eficácia de treinamentos de operadores, desenvolvimento de manual de sistemas, entre outros. Um ponto extra é concedido para empreendimentos que assegurem também a

verificação do projeto, instalação, teste e operação do sistema de envelopamento térmico do edifício.

O empreendimento em estudo não contratou nenhuma autoridade responsável pelo comissionamento antes do início do projeto, tornando este crédito improvável de ser alcançado.

4.3.7 Crédito 4 – Gerenciamento Avançado de Gases Refrigerantes

Complementando o pré-requisito 3, de gerenciamento de gases refrigerantes, este possibilita duas opções de atendimento ao crédito, a opção 1, de não usar nenhum tipo de refrigerantes, e a opção 2, que recomenda selecionar refrigerantes ou equipamentos de aquecimento, ventilação, ar condicionado e refrigeração que minimizem ou eliminem a emissão de compostos que contribuem para a destruição do ozônio e as alterações climáticas, obedecendo à fórmula determinada na norma.

Este requisito é possível de ser atingido, mas exige uma análise detalhada do sistema de climatização, seguida de uma adaptação ao determinado pelas regras do LEED.

4.3.8 Crédito 5 – Medição e Verificação

Visando proporcionar a responsabilização contínua do consumo de energia do edifício ao longo do tempo, este crédito pontua empreendimentos que desenvolverem e implantarem um plano de medição e verificação seguindo os métodos propostos pelo LEED e especificados no Protocolo de Medição e Verificação de Desempenho (IPMVP), Volume III. O período de medição e verificação deverá cobrir ao menos um ano após a construção.

A obtenção deste crédito geraria alguns custos extras para o projeto em estudo, mas não muito expressivos em relação ao valor total da implantação, sendo ele possível de ser alcançado.

4.3.9 Crédito 6 – Energia Verde

Pontuam com este crédito, os empreendimentos que fizerem um contrato de energia renovável de pelo menos 2 anos para fornecer 35% ou mais da eletricidade

do edifício a partir de fontes renováveis, conforme definidas pelos *Center for Resource Solutions' Green-e Energy* ou equivalente. As energias consideradas renováveis são: solar, fotovoltaica, eólica, geotérmica, biomassa, biogás e hidrelétrica de baixo impacto.

Na região do projeto em estudo não há, por parte da concessionária de energia, a possibilidade de contratação de energia de fontes renováveis. Sendo assim, o atendimento a este crédito é improvável.

4.3.10 Crédito 7 – Prevenção de Contaminação da Comunidade – Lançamentos Aéreos

Com o objetivo de prevenir emissões de contaminantes por produtos de combustão, o crédito exige que sejam alcançados os padrões do *California South Coast Air Quality Management District* para produtos de combustão.

O único aparelho que pode ser considerado emissor de contaminantes aéreos do projeto em estudo é o aquecedor de água a gás. No entanto, com as informações disponíveis não foi possível concluir se o mesmo está de acordo com os padrões exigidos. Para pontuar neste crédito, o empreendimento deve adquirir o produto que se enquadre nas recomendações do manual.

4.4 Materiais e Recursos

Esta categoria encoraja o uso de materiais de baixo impacto ambiental e reduz a geração de resíduos, promovendo também o descarte consciente e redução do volume de aterros sanitários. (GBC BRASIL, 2018) A Tabela 11 apresenta resumidamente os créditos e pré-requisitos analisados da categoria materiais e recursos que já são atendidos ou não pelo projeto em estudo. Os itens a seguir descrevem cada critério e como o mesmo pode ser alcançado pelo empreendimento.

Tabela 11 - Resumo dos créditos e pré-requisitos da categoria materiais e recursos

Pré-Requisitos	Potenciais	Atendidos	Prováveis	Possíveis	Improváveis
1 Armazenamento e Coleta de Resíduos	PR	X			
2 Redução de Fontes de Substâncias PBT – Mercúrio	PR	X			
Créditos					
1.1 Reuso do Edifício – Manter Paredes, Pisos e Telhados	3				3
1.2 Reuso de Edifício – Manter Elementos Interiores Não Estruturais	1				1
2 Gerenciamento de Resíduos da Construção	2		2		
3 Materiais e Produtos de Fontes Sustentáveis	4		4		
4.1 Redução de Fontes de Substâncias PBT – Mercúrio em Lâmpadas	1	1			
4.2 Redução de Fontes de Substâncias PBT – Chumbo, Cádmi e Cobre	2		2		
5 Móveis e Mobiliário Médico	2	1			1
6 Uso de recursos – Design Flexível	1	1			
Total	16	3	8	0	5

Fonte: Elaborado pela autora

4.4.1 Pré-Requisito 1 – Armazenamento e Coleta de Resíduos

Este item tem a intenção de facilitar a redução de resíduos transportados e eliminados em aterros e incineradores através da redução, reutilização, reciclagem e compostagem. Para atendê-lo, basta fornecer uma área de fácil acesso para a coleta e armazenamento de materiais recicláveis em todo o edifício, incluindo papel misto, papelão ondulado, vidro, plásticos e metais. Além disso, deve seguir medidas adequadas para a coleta, armazenamento e descarte seguro de pilhas, baterias, lâmpadas com mercúrio e resíduos eletrônicos.

O terreno do hospital em estudo já contempla uma área dedicada para central de resíduos, visto que é esta inclusive uma exigência da Secretaria Municipal do Meio Ambiente para obtenção da Licença de Operação.

4.4.2 Pré-Requisito 2 – Redução de Fontes de Substâncias Persistentes, Bioacumuláveis e Tóxicas (PBT) – Mercúrio

Para reduzir o uso de produtos e dispositivos contendo mercúrio e evitar a liberação do mesmo, o pré-requisito requer que se identifique tipos de produtos e dispositivos que contêm mercúrio, critérios para manuseio dos mesmos e métodos para descarte. Também determina a concentração máxima de mercúrio para lâmpadas fluorescentes e normas para unidades que oferecem tratamento odontológico com dispositivos de separação de amálgama. Em novos edifícios, é proibida a utilização de equipamentos, como termostatos e dispositivos de ligação contendo mercúrio (com exceção de lâmpadas).

Em 2017, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) proibiu a utilização de aparelhos (inclusive termômetros) contendo mercúrio. Esta resolução atende ao acorde da Convenção de Minamata, assinado por 140 países com o objetivo de eliminar o uso destes aparelhos até 2020. O Hospital Sapiranga já se adequou a resolução desde sua publicação, sendo este critério já atendido.

4.4.3 Crédito 1.1 – Reuso do Edifício – Manter Paredes, Pisos e Telhados.

O objetivo deste crédito é estender o ciclo de vida de edifícios existentes, economizar recursos e reduzir impactos ambientais de novos edifícios. Ele pontua prédios a partir da porcentagem de área reutilizada da estrutura e exterior, podendo atingir até 3 pontos.

Como o prédio em estudo está sendo construído em um terreno novo, sem reaproveitamento, não pode pontuar neste quesito.

4.4.4 Crédito 1.2 – Reuso de Edifício – Manter Elementos Interiores Não Estruturais

Com o mesmo objetivo do crédito 1.1, este, pontua empreendimentos que manterem mais de 50% dos elementos não estruturais internos do antigo edifício. Este crédito também não pode ser aplicado no projeto em estudo.

4.4.5 Crédito 2 - Gerenciamento de Resíduos da Construção

Visando reduzir os resíduos de construção e demolição dispostos em aterros e instalações de incineração, este crédito pontua empreendimentos que reciclam ou recuperem resíduos desenvolvendo um plano de gerenciamento de resíduos da construção que identifique os materiais a serem recuperados e o local de triagem dos mesmos. Os cálculos podem ser feitos por peso ou volume, sendo que a porcentagem mínima de detritos reciclados deve ser 50% (para obter-se 1 ponto) e 75% (para obter-se 2 pontos).

O projeto em estudo ainda não conta com um plano de gerenciamento de resíduos. Este provavelmente será desenvolvido visto que faz parte do atendimento à resolução 307 do CONAMA. Poderá ser desenvolvido visando atender às recomendações do LEED, sendo este um critério provável de ser atendido caso o empreendimento decida buscar a certificação. Além disso, o hospital buscou sempre contratar empresas de coleta de resíduos da obra que comprovassem o descarte em local adequado por lei.

4.4.6 Crédito 3 – Materiais e Produtos de Fontes Sustentáveis

Para reduzir os impactos de materiais e produtos necessários na construção de um empreendimento, um ponto é dado a cada 10% de materiais sustentáveis (considerando o custo total de materiais) que satisfaçam algum dos critérios propostos (atingindo um limite máximo de 4 pontos). Os critérios são: material reciclado, material de origem regional extraído e produzido a menos de 800km, materiais rapidamente renováveis e/ou de madeira certificada. Os sistemas de revestimentos de parede e teto interiores e exteriores devem também atender às exigências relevantes do crédito 4 de qualidade do ambiente interno. Componentes mecânicos, elétricos e hidráulicos e itens especiais, como elevadores, não serão incluídos neste cálculo, nem móveis. Apenas são incluídos materiais permanentemente instalados no projeto.

O projeto em estudo não fez uma especificação quanto a procedência dos materiais adquiridos, podendo este ser um item a ser acrescido ao memorial descritivo. A adequação a este crédito geraria uma necessidade de maior atenção do setor responsável pelas compras e talvez aumentaria o valor total de alguns

materiais, devido às restrições. No entanto, muitos dos materiais orçados pela diretoria já são de origem regional, tendo sua matéria prima extraída a menos de 800km do local do empreendimento, como os blocos cerâmicos e o concreto. Assim, estima-se que este seja um crédito provável de ser atendido.

4.4.7 Crédito 4.1 - Redução de Fontes de Substâncias Persistentes, Bioacumuláveis e Tóxicas (PBT) – Mercúrio em Lâmpadas

Com o mesmo objetivo do pré-requisito 2, até dois pontos extras são obtidos por empreendimentos que utilizarem lâmpadas de mercúrio com um tempo de vida superior, seguindo os critérios da tabela fornecida pelo certificado.

O hospital em estudo não utiliza lâmpadas de mercúrio, tendo já substituído essas por lâmpadas de LED.

4.4.8 Crédito 4.2 - Redução de Fontes de Substâncias Persistentes, Bioacumuláveis e Tóxicas (PBT) – Chumbo, Cádmiio e Cobre

Este crédito também tem o objetivo de reduzir a liberação de produtos químicos PBT. Ele requer que o empreendimento especifique substitutos para materiais fabricados com chumbo e cádmio da seguinte maneira:

- a) Chumbo – Especificar e utilizar solda e fundente de encantamento, tubos, conexões e torneiras atendendo à Norma AB1953 da Califórnia, não contendo mais que 0,2% de chumbo na solda e 0,25% nos fundentes. Especificar também fios e cabos elétricos com conteúdo de chumbo inferior a 300 partes por milhão e a não utilização de tintas contendo chumbo.
- b) Cádmiio – Especificar a não utilização de tintas contendo cádmio.
- c) Cobre - Para aplicações com tubos de cobre, reduzir ou eliminar as fontes de corrosão relacionadas a juntas.

Para atender a este crédito, o projeto em estudo deve especificar no seu memorial descritivo a não utilização dos materiais descritos e a correta instalação e manuseio dos tubos. Considerando que a maior parte dos materiais já não é utilizada, este é um critério provável de ser atendido pelo projeto.

4.4.9 Crédito 5 – Móveis e Mobiliário Médico

Este crédito visa melhorar o desempenho da saúde humana e ambiental associada a móveis e material médico, como colchões, cortinas de cubículos, coberturas de janelas e outros tecidos. Pontua 1 ponto para empreendimentos que atingirem até 30% e 2 pontos para empreendimentos que atingiram até 40% dos móveis em acordo com as restrições de produtos de determinados grupos químicos. Existem três opções de restrições possíveis pela norma. A primeira opção sugere que todos os componentes contêm menos de 100 partes por milhão de quatro dos seguintes grupos químicos: formaldeído de ureia, metais pesados (incluindo mercúrio, cádmio, chumbo e antimônio), cromo hexavalente, tratamentos antimanchas e antiaderentes derivados de compostos perfluorados (PFCs), incluindo ácido perfluoro-octanoico (PFOA) e tratamentos antimicrobianos adicionados. A segunda opção, propõe atingir dois dos grupos listados na primeira e também as normas dos Requisitos Ambientais Especiais da Califórnia, Seção de Especificações 01350. Por último, a terceira opção sugere que todos os componentes de mobiliários médico atendam ao crédito 3 (materiais e produtos de fontes sustentáveis).

No projeto em análise, este crédito foi classificado como improvável de ser atingido, visto que não existe uma preocupação dos fornecedores brasileiros em comprovar o atendimento aos requisitos citados pelo critério. Por conseguinte, a aquisição de materiais certificados ou a realização de testes dos mesmos geraria um alto custo.

4.4.10 Crédito 6 – Uso de Recursos – Design Flexível

Para conservar os recursos associados à construção e gestão de edifícios, este crédito propõe projetar para flexibilidade e facilidade de adaptação futura e, também, para aumentar a vida útil do espaço e dos componentes. Assim, ele pontua empreendimentos que adotem pelo menos três estratégias, entre: Usar espaço intersticial (entre andares) para encanamentos, equipamentos elétricos, TI, gases médicos, entre outros; Fornecer 5% ou mais da área total de departamentos com crescimento previsto como espaço flexível (para administração, armazenamento); Fornecer espaço de envoltória de pelo menos 5% para estes departamentos; Identificar capacidade de expansão horizontal de espaços de diagnóstico ou

tratamento de pelo menos 30% da área de piso existente (exceto unidades de internação) sem a demolição do espaço ocupado (exceto no ponto de conexão); Projetar para expansão vertical futura em pelo menos 75% do telhado, garantindo que as operações e sistemas de serviço existentes possam continuar com a mesma ou quase a mesma capacidade durante a expansão; Designar espaço para estruturas de estacionamento futuras acima do nível do solo, igual a 50% da capacidade de estacionamento existente no nível do solo, com acesso direto ao lobby principal do hospital ou a pontos de circulação; Usar divisórias desmontáveis para 50% das áreas aplicáveis; Usar armários móveis ou modulares para pelo menos 50% dos armários e trabalhos em madeira personalizados.

O projeto em estudo já adota pelo menos quatro destas estratégias, podendo pontuar neste critério. As estratégias adotadas estão listadas a seguir:

- a) espaço intersticial (entre andares) previsto em todos os pavimentos com áreas destinadas à atividade fim. Espaço de 50cm de altura para a instalação de encanamentos, equipamentos elétricos, TI, gases médicos, tubulações de climatização, entre outros.
- b) os estacionamentos internos previstos foram projetados com a intenção de expansão futura. Os dois andares de estacionamento correspondem a 50% do prédio projetado, 20% a mais do que o requerido pelo manual. Possibilitando expansão horizontal de espaços de diagnóstico ou tratamento sem a demolição do espaço ocupado.
- c) 100% das divisórias internas do prédio serão de gesso acartonado desmontável. 50% superior ao requerido.
- d) todos os armários projetados móveis ou modulares.

4.5 Qualidade do Ambiente Interno

Esta categoria promove a qualidade ambiental interno do ar, essencial para ambientes com alta permanência de pessoas, com foco na escolha de materiais com baixa emissão de compostos orgânicos voláteis, controlabilidade de sistemas, conforto térmico e priorização de espaços com vista externa e luz natural. (GBC BRASIL, 2018) A Tabela 12 apresenta resumidamente os créditos e pré-requisitos analisados da categoria qualidade do ambiente interno que já são atendidos ou não

pelo projeto em estudo. Os itens a seguir descrevem cada critério e como o mesmo pode ser alcançado pelo empreendimento.

Tabela 12 - Resumo dos créditos e pré-requisitos da categoria qualidade do ambiente interno

Pré-Requisitos	Potenciais	Atendidos	Prováveis	Possíveis	Improváveis
1 Desempenho Mínimo da Qualidade do Ar Interno	PR		X		
2 Controle ambiental de Fumaça de Tabaco	PR	X			
3 Remoção ou Encapsulamento de Material Perigoso	PR	X			
Créditos					
1 Monitoramento do Ar Externo	1			1	
2 Ambiente Acústico	2			2	
3.1 Plano de Gerenciamento da Qualidade do Ar Interno - Construção	1		1		
3.2 Plano de Gerenciamento da Qualidade do Ar Interno – Antes da Ocupação	1				1
4 Materiais de Baixa Emissão	4			4	
5 Controle de Fontes Internas de Produtos Químicos e Poluentes	1			1	
6.1 Controle de Sistemas – Iluminação	1	1			
6.2 Controle de Sistemas – Conforto Térmico	1	1			
7 Conforto Térmico – Projeto e Verificação	1		1		
8.1 Luz Natural	2			2	
8.2 Vista	3	3			
Total	18	5	2	10	1

Fonte: Elaborado pela autora

4.5.1 Pré-Requisito 1 – Desempenho Mínimo da Qualidade do Ar Interno

Com o objetivo de contribuir para o conforto e bem-estar dos ocupantes do edifício este pré-requisito estabelece padrões mínimo para a qualidade do ar interno. Todo o empreendimento deve seguir os requerimentos das seções 6 a 8 da ASHRAE 170-2008, além disso, os espaços ventilados mecanicamente devem

seguir os valores de ventilação da seção 7 e os requerimentos de 2010 do *FGI Guidelines for Design and Construction of Health Care Facilities* (Table 2.1-2) e os espaços ventilados naturalmente, devem seguir a *ASHRAE Standard 62.1-2007, Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality*, parágrafo 5.1.

Para atender este pré-requisito o empreendimento deve contratar um especialista que possa adequar a qualidade do ar interno projetada à qualidade proposta pelas normas americanas. O projeto de ar condicionado já obedece às seguintes normas brasileiras:

- a) NBR 7256/2005 (Tratamento de ar em estabelecimentos assistenciais de saúde - Requisitos para projeto e execução das instalações)
- b) NBR 16401/2008 – Instalações de ar condicionado - Sistemas Centrais e utilitários (Parte 1 - Projetos das instalações, Parte 2 – Parâmetros de conforto térmico e Parte 3 - Qualidade de ar interior)
- c) SOMASUS (sistema de apoio a elaboração de projetos de investimentos em saúde) – Volumes 1 e 2.

4.5.2 Pré-Requisito 2 – Controle Ambiental de Fumaça de Tabaco

Visando prevenir a exposição dos ocupantes e das superfícies internas e sistemas de distribuição de ar à fumaça do tabaco, o empreendimento deve proibir o fumo de cigarros dentro do edifício e a menos de 16 metros de entradas, janelas, paradas de ônibus, locais de descanso, entre outros. Para isso, deve colocar sinalização adequada.

O uso de cigarros já é proibido em todas as áreas do hospital, desde 2016, política que será mantida no novo prédio. A proibição é identificada com placas e painéis distribuídos pelos ambientes. Esta medida segue a lei brasileira número 12.546 que proíbe o fumo em locais totalmente fechados e também parcialmente fechados, como marquises, e proíbe a instalação de fumódromos em determinados locais de serviço, entre eles, as unidades de saúde. Além disso, o hospital, desde 2015, tem um projeto realizado com os colaboradores, por adesão voluntária, que oferece tratamento completo anti tabaco para colaboradores fumantes, incluindo acompanhamento médico e outros itens necessários.

4.5.3 Pré-requisito 3 - Remoção ou Encapsulamento de Material Perigoso

Este pré-requisito tem o objetivo de reduzir a exposição dos ocupantes do edifício a materiais perigosos, como asbesto, mercúrio, chumbo e bolor, no entanto, se aplica somente a renovações de prédios.

4.5.4 Crédito 1 – Monitoramento do Ar Externo

Para fornecer capacidade de monitoramento do sistema de ventilação, mantendo o conforto e o bem-estar dos ocupantes, este crédito pontua empreendimentos que instalem sistemas de monitoramento do desempenho do sistema de ventilação. O mesmo deve gerar um alarme quando os valores do fluxo de ar ou os níveis de dióxido de carbono (CO₂) variarem em 10% ou mais dos valores projetados.

O projeto não prevê a instalação de nenhum equipamento do tipo. Esta instalação geraria custos para implantação e manutenção, mas também benefícios ao hospital. Sendo este critério, possível de ser atingido, mas não provável.

4.5.5 Crédito 2 – Ambiente Acústico

Com o intuito de promover um ambiente calmo e sem sons intrusivos para os pacientes, este crédito pontua empreendimentos que projetarem atendendo os critérios de som e vibração delineados nas diretrizes do FGI 2010 para Projeto e Construção de Instituições de Saúde (2010 *FGI Guidelines*). Recebem 1 ponto os empreendimentos que projetarem um isolamento de som que propicie privacidade, conforto acústico e redução de incômodo gerada por barulhos externos e por sistemas de encanamento, mecânicos, elétricos e/ou de ar condicionado. Também, um ponto extra é dado a empreendimentos que especificarem materiais de acordo com as diretrizes da tabela 1.2-1 do *FGI Guidelines* e minimizarem o impacto de sons exteriores ao prédio.

O empreendimento em estudo não apresenta nenhum projeto ou estudo de isolamento acústico para ambientes. No entanto, o projeto hidrossanitário já contempla o isolamento acústico das tubulações de esgoto, a partir de tubos da linha Tigre Redux, que garante o amortecimento do ruído. Mesmo assim, para atender a

este crédito, o projeto deverá ser alterado de forma que os ambientes possuam materiais que atendam às normas citadas, atendendo ao desempenho acústico mínimo necessário.

4.5.6 Crédito 3.1 – Plano de Gerenciamento da Qualidade do Ar Interno - Construção

Este crédito tem o objetivo de reduzir os problemas de qualidade do ar interno (IAQ) e os ruídos e vibrações resultantes do processo de construção, a fim de ajudar a manter o conforto e o bem-estar dos trabalhadores e ocupantes. A pontuação é obtida a partir do desenvolvimento e implantação de um Plano de Gestão da Qualidade Ambiental para as fases de construção e pré-ocupação do edifício. O empreendimento deve implementar um plano de controle de umidade para proteger os materiais armazenados, proibir o uso de tabaco, desenvolver um plano baseado na norma britânica (BS 5228) para reduzir as emissões de ruído e vibrações de equipamentos de construção, entre outros.

Nenhuma das medidas sugeridas foi adotada para a construção do empreendimento. Para pontuar neste crédito, o mesmo deve desenvolver e implantar o Plano de Gestão da Qualidade Ambiental e adotar as medidas citadas. As empresas contratadas para execução do projeto devem se adequar às mesmas, sendo este um critério provável de ser executado caso o empreendimento deseje buscar a certificação.

4.5.7 Crédito 3.2 – Plano de Gerenciamento da Qualidade do Ar Interno – Antes da Ocupação

Com o mesmo objetivo do crédito 3.1, este, pontua empreendimentos que desenvolvam um plano de gestão de ar interno e implementem-no depois de todos os acabamentos e mobiliário terem sido instalados e a limpeza finalizada. O crédito apresenta duas opções: realizar um *flush-out* do edifício, processo que força ar pelo prédio antes da ocupação para remover parte da poluição, ou realizar teste da qualidade do ar interno após o término da construção e antes da ocupação, usando testes coerentes com o EPA Métodos para a Determinação de Poluentes do Ar em

Ambientes Internos ou o método ISSO listado na tabela do manual, e demonstrando que os níveis de concentração listados pelo LEED não são excedidos.

O projeto do empreendimento em estudo não prevê nenhum tipo de plano de gestão de ar interno após a finalização da limpeza. Para pontuar neste crédito, deve-se adotar um dos métodos recomendados. Este é um critério possível de ser atendido, porém não é provável pois exige a elaboração do plano de limpeza e também a execução dos testes ou processos de remoção da poluição.

4.5.8 Crédito 4 – Materiais de Baixa Emissão

Este crédito visa reduzir as concentrações de contaminantes químicos que podem prejudicar a qualidade do ar, saúde humana, produtividade e o ambiente. Um ponto pode ser obtido para cada grupo que cumprir os requisitos, sendo 5 grupos disponíveis, e uma pontuação máxima de 4. Os critérios de pontuação são específicos para cada grupo e apresentam normas que devem ser cumpridas pelos materiais para reduzir os contaminantes químicos dos mesmos. Os cinco grupos são: adesivos e selantes internos, acabamentos de paredes e tetos, pisos, madeira composta e produtos de agrofibra e produtos aplicados externamente.

No projeto em análise, não existe nenhuma restrição quanto às concentrações de contaminantes químicos dos grupos citados. Esta medida pode ser adicionada ao memorial descritivo, levando em consideração os compostos orgânicos voláteis dos adesivos, selantes, tintas e vernizes e materiais de impermeabilização, o atendimento das normas referentes aos pisos, a incorporação de formaldeído em produtos de madeira composta e agrofibra, entre outros. Este é um crédito possível de ser atendido, mas não provável devido às mudanças necessárias no projeto.

4.5.9 Crédito 5 – Controle de Fontes Internas de Produtos Químicos e Poluentes

São estabelecidas neste crédito, medidas para minimizar e controlar a entrada de poluentes no edifício. Para pontuar, o empreendimento deve adotar três medidas: a primeira inclui sistemas de entrada, como grelhas, grades ou ranhuras para capturar sujeiras e partículas e permitir a limpeza por baixo. A segunda exige que o empreendimento minimize a entrada de contaminantes de veículos,

pesticidas, herbicidas, helipontos, diesel ou comprove que a concentração de poluidores no ar externo é inferior ao máximo requerido. E a terceira medida, requer um projeto que minimize e controle a contaminação cruzada de áreas regularmente ocupadas criando portas de fechamento automático e partições de laje a laje.

O projeto em estudo não conta com os dispositivos citados, mas o crédito é possível de ser alcançado visto que, apesar de exigir mudanças no projeto, elas são relativamente simples.

4.5.10 Crédito 6.1 – Controle de Sistemas – Iluminação

Este crédito prevê proporcionar um alto nível de controle do sistema de iluminação para promover produtividade, conforto e bem-estar. O projeto deve fornecer controle do sistema de iluminação em todos os espaços compartilhados para permitir ajustes que atendam às necessidades e preferências do grupo. Também deve fornecer controles individuais de iluminação para no mínimo 90% da equipe e dos pacientes. No caso dos pacientes, o controle deve ser facilmente acessível do leito (exceto para áreas de tratamento intensivo, pediátricas ou psiquiátricas).

No projeto em estudo, todos os ambientes preveem controle de iluminação simples. Para as unidades de internação abertas, há o controle individual na cabeceira da cama do paciente, sendo este critério já atendido pelo projeto.

4.5.11 Crédito 6.2 – Controle de Sistemas – Conforto Térmico

Assim como no crédito 6.1, este, requer controle do sistema de conforto térmico para promover produtividade, conforto e bem-estar. Para pontuar, deve-se fornecer controle individual para cada quarto de paciente, para cada espaço de uso compartilhado e para, no mínimo, 50% dos ocupantes das áreas restantes. Os controles de conforto térmico permitem que os ocupantes ajustem pelo menos um dos itens a seguir em seu ambiente local: temperatura do ar, temperatura radiante, velocidade do ar e umidade.

No projeto em estudo, todos os quartos dispõem de controle individual dos sistemas de climatização. Em ambientes como as unidades de tratamento intensivo,

centro cirúrgico e ambientes coletivos, como corredores e salas de espera, também há controle individual, nesses casos, realizado pela equipe multidisciplinar.

4.5.12 Crédito 7 – Conforto Térmico – Projeto e Verificação

Para proporcionar um ambiente térmico confortável que suporte e promova a produtividade e o bem-estar dos ocupantes e forneça a avaliação do conforto térmico do edifício ao longo do tempo, o empreendimento deve projetar sistemas de aquecimento, ventilação e ar condicionado e do entorno do edifício que atendam aos requisitos da ASHRAE 55-2004 ou equivalente ou, então, da ISO 7703:2005 e da norma de conforto europeia EN 15251:2007. Também deve implementar um sistema de monitoramento e um questionário entre os ocupantes a cada 18 meses.

Para atender este pré-requisito o empreendimento deve contratar um especialista que possa adequar a qualidade do ar interno projetada à qualidade proposta pelas normas sugeridas. O projeto de climatização já obedece às seguintes normas brasileiras:

- a) NBR 16401/2008 – Instalações de ar condicionado - Sistemas Centrais e utilitários (Parte 1 - Projetos das instalações, Parte 2 – Parâmetros de conforto térmico e Parte 3 - Qualidade de ar interior)
- b) NBR 13971/2014 – Sistemas de refrigeração, condicionamento de ar, ventilação e aquecimento - Manutenção programada
- c) SOMASUS (Sistema de apoio a elaboração de projetos de investimentos em saúde) – Volumes 1 e 2.

O hospital atualmente aplica um questionário entre os ocupantes regularmente. O questionário não aborda questões de conforto técnico, mas poderia incluir este tópico às perguntas para pontuar neste crédito, sendo ele provável de ser atendido.

4.5.13 Crédito 8.1 – Luz Natural

Este crédito tem o objetivo de proporcionar aos ocupantes do edifício uma ligação entre os espaços interiores e exteriores através da introdução da luz do dia nas áreas regularmente ocupadas do edifício. Para pontuar, o empreendimento deve instalar controles de entrada da luz do dia, que devem reduzir ou desligar a

iluminação elétrica quando houver iluminação natural. Além disso, o projeto deve se qualificar em pelo menos 75% das áreas contabilizadas no crédito 8.2. Para comprovar os níveis mínimos de iluminação, a norma oferece quatro opções: simulação computadorizada, prescrição, medição ou uma combinação dos métodos.

Apesar de não ter sido feita simulação ou outro método que comprove a iluminação natural dos ambientes, o projeto prevê a instalação de janelas que somam cerca de 490m² nos dois pavimentos de operação do prédio. Aproximadamente, 10% da área total de fachadas nestes pavimentos. Sendo assim, o mesmo provavelmente atende aos requisitos mínimos de iluminação natural. No entanto, precisa contratar especialista para realizar as simulações ou verificações necessárias e, também, instalar os controles de redução ou desligamento da iluminação elétrica, dispositivos não previstos no projeto. Sendo assim, este critério foi classificado como possível de ser atendido.

4.5.14 Crédito 8.2 – Vistas

Com o mesmo objetivo do crédito 8.1, neste, o empreendimento pode obter até 3 pontos quando tem 90% das unidades de internação a uma distância de até 6 metros (ou duas vezes a altura da parte de cima da janela) de janelas com vistas até 11 graus desobstruídas na direção vertical e horizontal.

Para outras áreas, a planta deve ser configurada de forma que a área de piso a menos de 4,5 metros do perímetro exceda o requisito de área do perímetro conforme a Tabela 13.

Tabela 13 - Área de perímetro mínima em conformidade, por área da planta

Área da Planta (m ²)	Limite A: 1 Ponto	Limite B: 2 Pontos
Até 1395	683	766
1800	816	928
2325	937	1076
2785	1049	1216
3250	1154	1350
3715	1254	1477
4180	1350	1601
4600 ou mais	1441	1720

Fonte: U.S. Green Building Council (2009)

Todas as unidades contemplam janelas, como abordado no crédito 8.1, sendo que 93% das unidades de internação estão a menos de 6 metros de janelas, atendendo a este critério. A área de planta é de 2427,78m² e a área de piso a 4,5m do perímetro do prédio é 1398,617m², atingindo dois pontos neste critério.

4.6 Inovação no Projeto

Esta categoria incentiva a busca de conhecimento sobre prédios verdes, assim como, a criação de medidas projetais não descritas nas categorias do LEED. Possibilita também a pontuação por pontos de desempenho. (GBC BRASIL, 2018) A Tabela 14 apresenta resumidamente os créditos e pré-requisitos analisados da categoria inovação de projeto que já são atendidos ou não pelo projeto em estudo. Os itens a seguir descrevem cada critério e como o mesmo pode ser alcançado pelo empreendimento.

Tabela 14 - Resumo dos créditos e pré-requisitos da categoria inovação no projeto

Pré-Requisitos	Potenciais	Atendidos	Prováveis	Possíveis	Improváveis
1 Planejamento e Projeto Integrados	PR		X		
Créditos					
1 Inovação no Projeto	4	3	1		
2 Profissional Credenciado pelo LEED	1		1		
3 Planejamento e Projeto Integrados	1		1		
Total	6	3	3	0	0

Fonte: Elaborado pela autora

4.6.1 Pré-Requisito 1 – Planejamento e Projeto Integrados

Este pré-requisito se aplica apenas a unidades de saúde e visa maximizar as oportunidades de integração de estratégias de projeto e construção, enfatizando a saúde humana e utilizando abordagens e técnicas inovadoras para projetos e construções verdes.

Ele exige que o empreendimento elabore um documento do proprietário de requisitos de projeto (OPR) com uma declaração abordando o tripé da sustentabilidade (economia, meio ambiente e sociedade), metas para proteger a saúde dos ocupantes, entre outros. Além disso, recomenda conduzir uma reunião com os membros da equipe para elaborar um plano de ação determinando os créditos LEEDs que serão atendidos e o nível de certificação desejada, ter um número variados de profissionais de diversas áreas (no mínimo 4) trabalhando no desenvolvimento do projeto e realizar uma charrete de projeto (reunião com a equipe de no mínimo 4 horas de duração) para otimizar a integração de estratégias verdes em todos os aspectos da construção, aproveitando, assim, a experiência de todos os participantes.

O documento e as reuniões apontadas não foram organizados pelo hospital em estudo, pois o mesmo não buscou a certificação LEED. No entanto, mais do que quatro profissionais de diferentes áreas trabalharam em conjunto no desenvolvimento do projeto, podendo-se citar: engenheiros elétrico, hidráulico, mecânico e civil, administrador, arquiteto, médicos e enfermeiros, sendo este um critério provável de ser atendido caso mesmo decida buscar a certificação.

4.6.2 Crédito 1 – Inovação no Projeto

Este crédito serve para dar às equipes de projetos a oportunidade de alcançar um desempenho excepcional acima dos requisitos estabelecidos ou não especificamente abordados pelo LEED. Pode ser atingido a partir de três diferentes caminhos: projeto inovador (a partir de desempenho ambiental significativo e mensurável usando uma estratégia não abordada, projetos inovadores utilizados previamente podem ser consultados na biblioteca LEED), desempenho exemplar em crédito já existente (por exemplo, atingindo o dobro do requerido pelo critério) ou créditos piloto, disponíveis na biblioteca LEED. Até 4 pontos podem ser obtidos a partir deste crédito.

O projeto em análise obteve três pontos atingidos e um provável para o crédito de inovação no projeto, os pontos atingidos por desempenho exemplar estão descritos a seguir:

- a) Crédito 4.2 da categoria local sustentável (item 4.1.7) – destacou-se por proporcionar uma quantidade cinco vezes maior de bicicletários requeridos e cerca de sete vezes maior de chuveiros e vestiários.
- b) Crédito 4.4 da categoria local sustentável (item 4.1.9) - destacou-se por proporcionar uma capacidade de estacionamento 65% inferior à referência. A norma exige um mínimo de 25% inferior.
- c) Crédito 2 da categoria energia e atmosfera (item 4.3.5) – destacou-se por alcançar uma porcentagem de produção de energia renovável local superior ao esperado pelo crédito.

Um crédito piloto apresentou requerimentos prováveis de serem alcançados pelo projeto em estudo:

- d) Eficiência de equipamento médico – este crédito piloto determina que pelo menos 50% dos equipamentos médicos adquiridos estejam dentro dos 25 equipamentos consumidores de menos energia. Segundo a diretoria, o hospital já costuma fazer esta pesquisa para adquirir aparelhos visando a economia financeira, sendo este um critério provável de ser atingido.

4.6.3 Crédito 2 – Profissional Credenciado pelo LEED

Um ponto é obtido por empreendimentos que contratarem um profissional credenciado pelo LEED para agilizar o processo de aplicação e certificação.

No caso em estudo, não foi contratado profissional LEED pois a diretoria não tinha conhecimento nem interesse pela certificação. Poderia ser contratado caso fosse decidido adaptar o projeto para buscar as pontuações necessárias.

4.6.4 Crédito 3 – Planejamento e Projeto Integrados

Este crédito tem o mesmo objetivo do pré-requisito 1 e pontua empreendimentos que, além de seguirem o recomendado pelo pré-requisito, também reunirem e envolverem a equipe de projeto integrada em pelo menos 12 reuniões e três fases do projeto, entre elas: Projeto conceitual, planejamento LEED, projeto preliminar, análise de sistemas de energia, desenvolvimento de design, design final e documentos de construção e administração da construção. As reuniões devem ser regulares para rever o status do projeto, apresentar novos membros da equipe, discutir problemas, formular soluções, rever responsabilidades e identificar os próximos passos.

Caso o empreendimento decida buscar a certificação, este critério será provavelmente atendido já que as reuniões são extremamente necessárias para que se obtenha sucesso no projeto.

4.7 Prioridade Regional

Esta categoria incentiva os créditos definidos como prioridade regional para cada país, de acordo com as diferenças ambientais, sociais e econômicas existentes em cada local. (GBC BRASIL, 2018). A Tabela 15 apresenta resumidamente o crédito analisado da categoria prioridade regional. O item a seguir descreve o critério e como o mesmo pode ser alcançado pelo empreendimento.

Tabela 15 - Resumo dos créditos e pré-requisitos da categoria prioridade regional

Créditos	Potenciais	Atendidos	Prováveis	Possíveis	Improváveis
1 Planejamento e Projeto Integrados	4				
*Águas Pluviais - Controle de Quantidade			X		
*Desenvolvimento de Terreno – Proteção ou Restauração do Habitat			X		
*Redução do Uso de Água		X			
*Energia Renovável no Local		X			
*Gerenciamento de Resíduos da Construção			X		
*Luz Natural			X		
Total	4	2	2	0	0

Fonte: Elaborado pela Autora

4.7.1 Crédito 1 – Prioridade Regional

Visando proporcionar um incentivo para a obtenção de créditos que atendam às prioridades ambientais específicas de determinadas regiões, o LEED concede um ponto extra para cada crédito obtido do banco de dados de créditos de prioridade regional identificados pelos conselhos regionais do USGBC. O máximo de pontos possíveis para este crédito é 4.

Os créditos de prioridade regional para o Brasil são:

- a) Local Sustentável – Crédito 5.1 – Desenvolvimento de Terreno – Proteção ou Restauração do Habitat (Item 4.1.10)
- b) Local Sustentável – Crédito 6.1 – Águas Pluviais – Controle de Quantidade (Item 4.1.12)
- c) Eficiência Hídrica – Crédito 3 – Redução do Uso de Água (Item 4.2.5)
- d) Energia e Atmosfera - Crédito 2 – Energia Renovável no Local (Item 4.3.5)
- e) Materiais e Recursos – Crédito 2 – Gerenciamento de Resíduos da Construção (Item 4.4.5)
- f) Qualidade do Ambiente Interno – Crédito 8.1 – Luz Natural (Item 4.5.13)

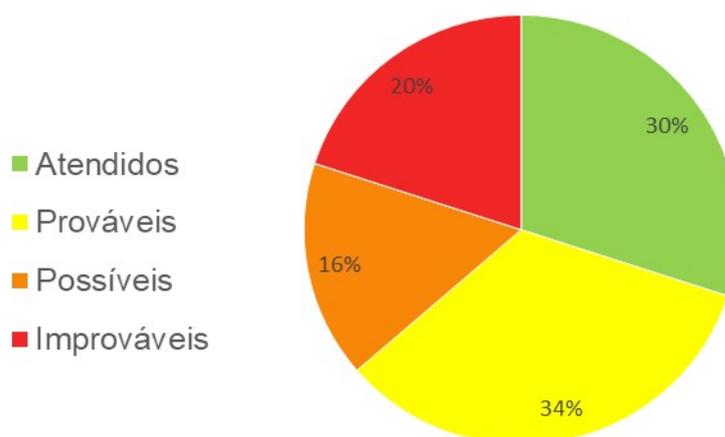
A Tabela 15 apresenta a pontuação ou classificação obtida para cada crédito da prioridade regional. Ao total, entre os seis créditos possíveis, dois são créditos já

atingidos pelo projeto e quatro créditos são prováveis caso o empreendimento decida buscar a certificação. Para a análise da pontuação total do empreendimento foram considerados apenas dois créditos atingidos e dois créditos obtidos, assim, não ultrapassando a pontuação máxima de quatro pontos em prioridade regional.

4.8 Análise Global dos Itens Investigados

A partir da análise de projeto realizada nos itens 4.1 a 4.7, pôde-se obter os resultados disponíveis no Gráfico 5. Entre os 110 créditos analisados, 22 são improváveis de serem atendidos pelo projeto, 18 são considerados possíveis, 37 foram classificados como prováveis e 33 créditos já foram considerados atingidos pelo projeto em sua concepção original.

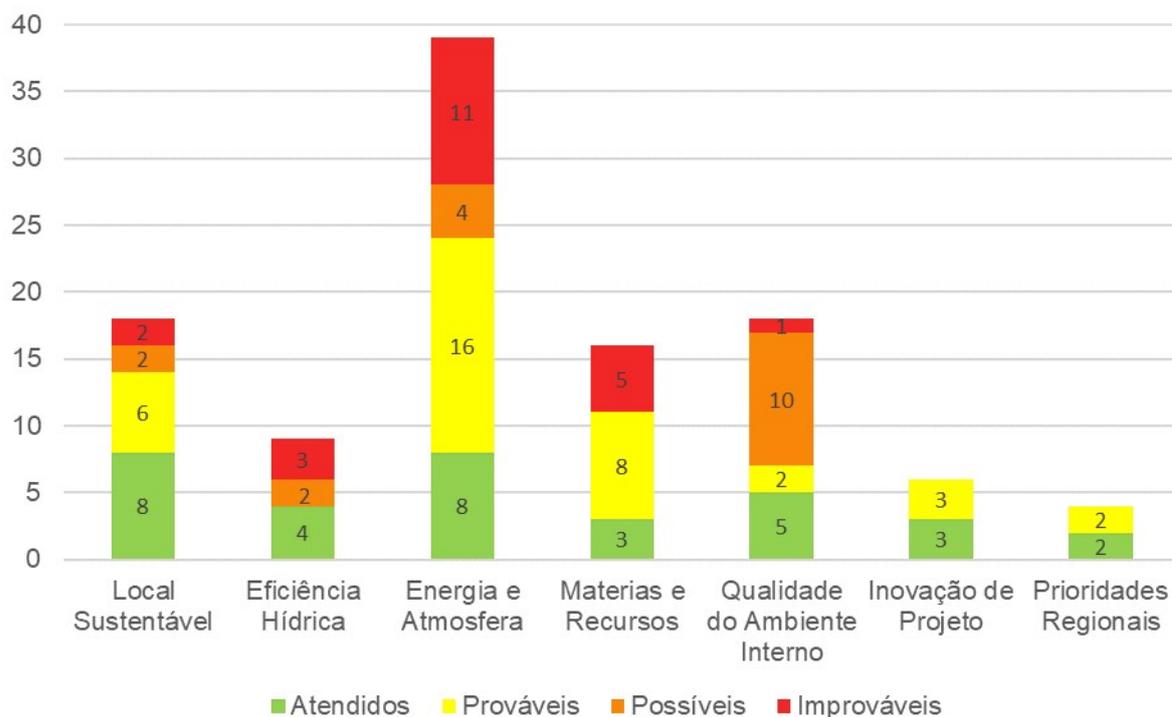
Gráfico 5 – Gráfico do resultado da classificação dos pontos do projeto



Fonte: Elaborado pela autora

No Gráfico 6, pode-se observar os resultados classificados por categoria. Nota-se que as categorias de energia e atmosfera e local sustentável obtiveram o maior número de pontos atingidos. A categoria eficiência hídrica teve a maior porcentagem de itens atingidos, mas também a maior porcentagem de créditos improváveis.

Gráfico 6 - Gráfico do resultado da classificação dos pontos do projeto por categoria



Fonte: Elaborado pela autora

Os resultados foram comparados à Tabela 16 de pontuação para classificação do certificado e avaliados dentro dos quatro cenários sugeridos na metodologia. Obteve-se os resultados numerados a seguir.

Tabela 16 – Sistema de Pontuação LEED *Healthcare* V2009

Nível	Pontuação
Certificado	40 a 49 pontos
Nível Prata	50 a 59 pontos
Nível Ouro	60 a 79 pontos
Nível Platina	80 a 110 pontos

Fonte: Elaborado pela autora

1 - A execução do projeto original, sem alterações: neste caso, apesar de obter 33 pontos, o projeto não seria certificado devido ao não cumprimento a seis dos treze pré-requisitos da certificação, tendo em vista que os pré-requisitos são práticas obrigatórias para certificação.

2 – O atendimento a todos os pré-requisitos: os seis pré-requisitos não atendidos foram classificados como “possíveis”, o que significa que necessitariam de pequenas mudanças de projeto, ações e/ou elaboração de relatórios para serem obtidos, sendo seu atendimento de custo relativamente baixo. No entanto, mesmo assim, o projeto não chegaria aos 40 pontos mínimos para a certificação. Sabe-se que alguns créditos não foram classificados como “atingidos” devido à dificuldade em provar seu cumprimento sem a contratação de profissional ou software adequados. Como por exemplo, o diagnóstico do crédito de otimização do desempenho energético estimou que o projeto pode alcançar 16 dos 24 pontos disponíveis, mas estes pontos foram considerados “prováveis” e não “atingidos” devido à dificuldade de estimar alguns itens consumidores de energia. Sendo assim, neste diagnóstico inicial, não foi possível classificar o projeto original com alterações somente para atendimento aos pré-requisitos como certificado.

3 – O atendimento a todos os pré-requisitos e aos critérios “prováveis”: Neste caso, o empreendimento obteria um total de 70 pontos, o suficiente para ser classificado na categoria “ouro”. Caso o empreendimento busque a certificação, mas não tenha a necessidade de atender um nível tão alto, poderia escolher apenas os créditos “prováveis” que julgar mais importantes ou fáceis de serem atendidos.

4 – O atendimento a todos os pré-requisitos e aos critérios prováveis e possíveis: Assim, seriam obtidos 88 pontos e o empreendimento seria classificado como platina, a maior classificação do sistema de certificação.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento deste trabalho buscou identificar como um projeto de hospital sem a intenção de certificação ambiental pode se adequar aos requisitos do sistema LEED 2009 *for Healthcare: New Construction and Major Renovations*. A partir da análise dos projetos e decisões originais, foi avaliada a viabilidade de aplicação da certificação.

Em geral, o resultado da avaliação individual dos créditos mostrou que o empreendimento em estudo já pontua em uma considerável parcela dos mesmos (30%). Conclui-se que, para buscar a certificação, o projeto deveria contratar a simulação de desempenho energético, reunir a documentação necessária para comprovar a adequação aos 33 créditos atendidos e adotar as mudanças necessárias para atender aos seis pré-requisitos não atendidos pelo projeto (plano de controle de erosão e sedimentação, avaliação de contaminação do solo, plano de comissionamento dos sistemas de energia, adequação da qualidade do ar interno às normas americanas, elaboração de documento do proprietário e registro de reuniões com equipe multidisciplinar).

Contudo, também se observou que o atendimento a alguns critérios é complexo e desafiador. Muitos deles demandam o cumprimento de normas americanas, que não necessariamente se adaptam à realidade brasileira. Outros créditos não se adequam a todos os projetos, como por exemplo, os créditos específicos para reformas ou para projetos com torres de resfriamento. Também foi identificada a dificuldade em encontrar fornecedores de materiais e soluções tecnológicas para atender aos requisitos, além da falta de experiência e conhecimento da certificação de fornecedores e integrantes da equipe.

Todavia, pôde-se observar que os critérios da categoria local sustentável relacionados ao transporte alternativo poderiam ser facilmente alcançados pelo projeto, visto que a cultura brasileira está mais adaptada ao transporte alternativo do que a cultura e as normas americanas. Os aspectos de poluição luminosa e conexão à natureza, no entanto, não foram atingidos devido à baixa relevância dada a estes itens no país. Os benefícios do contato à natureza, apontados no item 2.2 da fundamentação teórica, ainda são desconhecidos ou não são considerados pelos projetistas e investidores de hospitais.

Na categoria eficiência hídrica, concluiu-se que cerca de 50% da pontuação possível foi obtida devido aos esforços direcionados na redução do consumo de água e custo da manutenção e operação do empreendimento.

O mesmo aconteceu na categoria energia e atmosfera, na qual o empreendimento pontuou pela otimização do desempenho energético e instalação de produção de energia solar fotovoltaica visando a redução do consumo. Todavia, estratégias simples e de baixo custo para economia, como medição, verificação e comissionamento não foram adotadas pelo projeto.

Algumas estratégias que geraram pontuação na categoria materiais e recursos já são adotadas no atual prédio do hospital, como a destinação adequada de resíduos e o uso de lâmpadas LED para substituição das antigas lâmpadas de mercúrio.

Na categoria qualidade do ambiente interno, pôde-se concluir que alguns créditos não foram atingidos por não serem usualmente considerados em empreendimentos no país, devido ao baixo retorno financeiro e/ou desconhecimento dos benefícios gerados, como é o caso do monitoramento do ar externo, isolamento acústico, qualidade do ar interno e controle de fontes de produtos químicos poluentes.

Durante a avaliação dos projetos e realização deste trabalho, pôde-se observar que, apesar dos mesmos terem sido desenvolvidos por equipe multidisciplinar, como sugere o pré-requisito 1 da categoria inovação no projeto, o empreendimento poderia se beneficiar de um melhor planejamento e integração dos projetos. Muitas vezes, houve incompatibilidades que geraram desperdícios e retrabalho. Além disso, por ser um hospital filantrópico e depender de verbas disponibilizadas pelo governo, em determinados momentos houve a necessidade de concentrar os esforços no início e andamento da obra em vez de destinar um maior investimento de tempo e recursos nas etapas anteriores à execução, prática que, sabe-se que influi diretamente nos custos e qualidade da construção.

Atualmente, alguns hospitais e centros de saúde buscam soluções sustentáveis considerando os benefícios financeiros e a satisfação e bem-estar dos usuários. Estes empreendimentos veem as medidas sustentáveis também como oportunidade de combater o desperdício, reduzir custos, obter mais controle da gestão administrativa e operacional e obter maior satisfação dos clientes, como foi o caso na instalação de placas de energia solar, bicicletários, cisterna, entre outros, no

projeto em estudo. Além disso, observou-se que diversos critérios fazem parte das exigências legais dos empreendimentos, destacando a importância das medidas e dos incentivos governamentais.

Desta forma, a análise dos critérios atingidos pelo projeto mostra que a certificação não é tão difícil de ser atendida quanto se imagina. Conclui-se que o baixo número de hospitais certificados no Brasil (apenas doze) se deve, entre outras razões, à falta de entendimento dos investidores, engenheiros e demais profissionais envolvidos, que não conhecem ou consideram a certificação durante o desenvolvimento do projeto, seja pela falta de divulgação do selo ou interesse dos profissionais.

REFERÊNCIAS

- ABRAMOVAY, R. Desenvolvimento sustentável: qual a estratégia para o Brasil? **Novos estudos CEBRAP**, São Paulo, n. 87, p. 97–113, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/nec/n87/a06n87.pdf>>. Acesso em 23 mar. de 2018.
- AGOPYAN, V. **Agenda 21 para a construção sustentável**. Tradução do Relatório CIB – Publicação 237. International Council for Research and Innovation in Building and Construction. Tradução de I. Gonçalves; T. Whitaker; ed. de G. Weinstock, D.M. Weinstock. São Paulo: 2000. 131p.
- AMERICAN SOCIETY FOR HEALTHCARE ENGINEERING (ASHE). **Green Healthcare Construction Guidance Statement**. American Society for Healthcare Engineering. Chicago, 2002. Disponível em: <<https://www.gghc.org/documents/misc/ASHEGreenConstructionGuidance2002-A.pdf>>. Acesso em: 10 nov. de 2018.
- ANGULO, S. C.; ZORDAN, S. E.; JOHN, V. M. **Desenvolvimento sustentável e a reciclagem de resíduos na construção civil**. Anais. São Paulo: IBRACON, 2001.
- AZHAR, S. et al. Building information modeling for sustainable design and LEED® rating analysis. **Automation in Construction: Building Information Modeling and Changing Construction Practices**, Auburn, v. 20, n. 2, p. 217–224, 2011.
- BARBISAN, A. O. et al. Impactos ambientais causados pela construção civil. **Unoesc & Ciência-ACSA**, Joaçaba, v. 2, n. 2, p. 173–180, 2012.
- BARROS, A. D. M. **A adoção de sistemas de avaliação ambiental de edifícios (LEED e Processo AQUA) no Brasil: motivações, benefícios e dificuldades**. 2012. 203 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura em Urbanismo) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/102/102131/tde-06112012-155745/pt-br.php>>. Acesso em 10 jul. 2018
- BEAUCHEMIN, K. M.; HAYS, P. Sunny hospital rooms expedite recovery from severe and refractory depressions. **Journal of Affective Disorders**, Alberta, v. 40, n. 1–2, p. 49–51, 1996.
- BECCHIO, C. et al. Application of the LEED PRM to an Italian Existing Building. **Energy Procedia**, Torino, v. 62, p. 141–149, 2014.
- BELLEN, H. M. V. **Indicadores de Sustentabilidade: Uma Análise Comparativa**. Rio de Janeiro: FGV Editora, 2005. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=EKPPu5y5WylC&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 10 mai. 2018.
- BITENCOURT, F. A Sustentabilidade em ambientes de saúde: um componente de utopia ou de sobrevivência? In: **Quem tem medo da Arquitetura Hospitalar?** Organizador: Antonio Pedro Alves de Carvalho. Salvador, FAUFBA, 2006. p. 13-48. :il.

BOULDER ASSOCIATES. **Boulder Associates - Boulder Community Hospital – Foothills Campus**. Disponível em: <<https://www.boulderassociates.com/project/boulder-community-hospital-foothills-campus/>>. Acesso em: 3 mai. 2018.

BOURDEAU, L. **Agenda 21 on Sustainable Construction**. CIB report publication, Rotterdam, v. 237, 1999.

CASTRO, M. F.; MATEUS, R.; BRAGANÇA, L. The importance of the hospital buildings to the sustainability of the built environment. **Integration of BSA tools in building design tools**, Guimarães, p. 9, 2012.

DAVIS LANGDON. **The Road to Green Property V 2.0**, Londres, 2010. Disponível em: <http://www.gbcsa.org.za/wp-content/uploads/2013/06/Davis-Langdon_Road-to-Green-Building-Handbook-2010.pdf>.

DIETZ, T.; ROSA, E. A.; YORK, R. Environmentally efficient well-being: Rethinking sustainability as the relationship between human well-being and environmental impacts. **Human Ecology Review**, Michigan, v. 16, n. 1, p. 114–123, 2009.

FERREIRA, F. L. S.; PRADO, R. T. A. Medição do Albedo ou Refletância dos Materiais Utilizados em Coberturas de Edifícios no Brasil. **Encontro Nacional Sobre Conforto no Ambiente Construído**, Curitiba, p. 1292-1299, 2003.

FOSSATI, M. **Metodologia para avaliação da sustentabilidade de projetos de edifícios**. 2008. 342 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - PPGEC, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, 2008.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **População Estimada**. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/sapiranga>>. Acesso em: 16 mai 2018.

FUNDAÇÃO VANZOLINI. **Processo Aqua - Construção Sustentável**. 2018. Disponível em: <<https://vanzolini.org.br/aqua/>>. Acesso em: 3 mai. 2018.

GBC BRASIL. **LEED. 2018**. Disponível em: <<http://www.gbcbrazil.org.br/?p=educacao&gclid=CJT63uDw9rgCFWNxQgod2DwAlQ>>. Acesso em: 12 ago. 2013.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002. Disponível em: <https://professores.faccat.br/moodle/pluginfile.php/13410/mod_resource/content/1/como_elaborar_projeto_de_pesquisa_-_antonio_carlos_gil.pdf>. Acesso em 28 ago. 2018.

GURGUN, A. P. et al. Performance of LEED Energy Credit Requirements in European Countries. *Procedia Engineering*, **Selected papers from Creative Construction Conference 2016**. Istanbul, v. 164, p. 432–438, 2016.

HARRIS, D. D. Return on investment of a LEED platinum hospital: the influence of healthcare facility environments on healthcare employees and organizational effectiveness. **Journal of Hospital Administration**, Austin, v. 3, n. 6, 2014. Disponível em: < <http://sciedu.ca/journal/index.php/jha/article/view/5161>>. Acesso em 2 abr. 2018.

HOSPITAL SAPIRANGA. **Projeto Arquitetônico**. Saporanga, 2018.

HOUGHTON, A.; VITTORI, G.; GUENTHER, R. Demystifying First-Cost Green Building Premiums in Healthcare. **HERD: Health Environments Research & Design Journal**, Nova Iorque, v. 2, n. 4, p. 10–45, 2009. Disponível em: < <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/193758670900200402>>. Acesso em 20 abr. 2018.

INSTITUTE FOR INNOVATION IN LARGE ORGANIZATIONS. **The Business Case for Greening the Health Care Sector**. Estados Unidos: Practice Greenhealth, 2007.

JOHN, V. M.; OLIVEIRA, D. P.; AGOPYAN, V. **Crerios de sustentabilidade para a seleo de materiais e componentes – uma perspectiva de pas em desenvolvimento**. Departamento de Engenharia Civil, Escola Politcnica, Universidade de So Paulo (USP), 2006. Disponível em: <http://pcc2540.pcc.usp.br/Material%202006/VMJOHN_AGOPYAN_OLIVEIRA_05_v4_TRADU__O.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2013

JOHN, W. M.; PRADO, R. T. A. **Selo Casa Azul Construo Sustentvel: Boas Prticas para Habitao Mais Sustentvel**. Braslia, DF: Caixa, 2010.

JOHNSON, B. T. **Barriers to certification for LEED registered projects**. Colorado, Colorado State University Fort Collins, 2005.

KUBBA, S. **Handbook of Green Building Design and Construction: LEED, BREEAM, and Green Globes**. Waltham: Butterworth-Heinemann, 2012.

KÜLTÜR, S.; TÜRKERİ, N. Assessment of long term solar reflectance performance of roof coverings measured in laboratory and in field. **Building and Environment**, Istanbul, v. 48, p. 164–172, 1 fev. 2012. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132311002824>>. Acesso em 05 set. 2018

LANTELME, E, M. V. **Proposta de um sistema de indicadores de qualidade e produtividade para a construo civil**. 1994. 123 f. Dissertao (Mestrado em Engenharia). - Curso de Pós-Graduao em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, So Leopoldo, 1994.

LEAMAN, A.; BORDASS, B.; STEVENSON, F. Building Evaluation: Practice and Principles. **Building Research & Information**, Oxford, v. 38, n. 5, p. 564–657, 2010. Disponível em: < <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/09613218.2010.495217?needAccess=true>>. Acesso em: 13 mar. 2018

LEFF, E.; VIEIRA, P. F. **Epistemologia ambiental**. So Paulo: Cortez, 2001. v. 2

LEITE, V. F. **Certificação Ambiental na Construção Civil: Sistemas Leed e Aqua**. 2011. 59 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011. Disponível em: <<http://pos.demc.ufmg.br/novocecc/trabalhos/pg2/76.pdf>>. Acesso em: 27 jun. 2018.

LUCAS, V. S. **Construção sustentável-sistema de avaliação e certificação**. 2011. 197 f. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil). Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2011.

MACEDO FILHO, A. **TEM Sustentável: “Green Hospitals”**: Certificação LEED® para hospitais sustentáveis. Disponível em: <<http://www.temsustentavel.com.br/green-hospitals-certificacao-leed-para-hospitais-sustentaveis/>>. Acesso em: 5 abr. 2018

MAGNANI, J. M. **Análise comparativa do selo Casa Azul e do sistema de certificação LEED for Homes**. 2011. 77 f. Monografia (Especialização em Construção Civil). Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/BUOS-9A5FWX>>. Acesso em: 26 abr. 2018.

MALMQVIST, T. et al. Design and construction strategies for reducing embodied impacts from buildings – Case study analysis. **Energy and Buildings**, Estocolmo, v. 166, p. 35–47, 1 maio 2018.

MARTINEZ, M. F. B. **Avaliação energética visando certificação de prédio verde**. 2009. 134 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre 2009. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/21265/000736635.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 25 jun. 2018.

MATEUS, R. **Avaliação da sustentabilidade na construção**: propostas para o desenvolvimento de edifícios mais sustentáveis. 2009. 427 f. Tese. (Doutorado em Engenharia Civil). Escola de Engenharia, Universidade de Minho, Braga, 2009.

MENZIES, D. et al. **Hospital ventilation and risk for tuberculous infection in canadian health care workers**. Canadian Collaborative Group in Nosocomial Transmission of TB. *Annals of Internal Medicine*, Toronto, v. 133, n. 10, p. 779–789, 21 nov. 2000.

MOREIRA, A. C. M. **Conceitos de ambiente e de impacto ambiental aplicáveis ao meio urbano**. São Paulo, 1999. Disponível em: <http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/spm/usu_doc/moreira6-conceito_impacto_urbano.pdf>. Acesso em 2 jun. 2018.

MORGADO, R.; RIBEIRO, S. **A Sustentabilidade em Hospitais**. 2010. 123 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2010. Disponível em: <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/395142133508/tese_RaquelRibeiro.pdf>. Acesso em 17 de mar. de 2018.

MUCELIN, C. A.; BELLINI, M. Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 20, 1 jun. 2008. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/sn/v20n1/a08v20n1>>. Acesso em 8 jul. 2018.

MUNIZ-GÄAL, L. P.; PEZZUTO, C. C.; CARVALHO, M. F. H. de; MOTA, L. T. M. Eficiência térmica de materiais de cobertura. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 18, n. 1, p. 503-518, jan./mar. 2018.

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**, Poto Alegre, Vol. 10, n. 3, pp. 69-79.2010.

RASTOGI, A. et al. Impact of different LEED versions for green building certification and energy efficiency rating system: A Multifamily Midrise case study. **Applied Energy**, Chicago, v. 205, p. 732–740, 1 nov. 2017. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261917311662#!>>. Acesso em 21 mai. 2018.

ROBERT WOOD JOHNSON FOUNDATION. **Evidence-Based Hospital Design Improves Healthcare Outcomes For Patients, Families and Staff**. Disponível em: <<https://www.rwjf.org/en/library/articles-and-news/2004/06/evidence-based-hospital-design-improves-healthcare-outcomes-for-.html>>. Acesso em: 9 abr. 2018.

ROBERTO, H. F. DA F.; CAVA, A. M. L. Hospital sustentável ambientalmente: reflexões para a gestão do projeto. **Revista Acreditação**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 9, p. 19, 2015.

SADATSAFAVI, H.; SHEPLEY, M. M. Performance Evaluation of 32 LEED Hospitals on Operation Costs. **Procedia Engineering**, Ithaca, v. 145, p. 1234–1241, 2016.

SAMPAIO, A. V. C. DE F. **Arquitetura hospitalar, projetos ambientalmente sustentáveis, conforto e qualidade: Proposta de um instrumento de avaliação**. 2005. 20 f. 322. Tese (Doutorado na área de concetração Estruturas Ambientais Urbanas). Faculdade de Arquiteutra e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

SAPIRANGA. In: GOOGLE MAPS. Município de Saporanga: Google, 2017. Disponível em: <<https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=z8e8SSvk3gHI.kdu7aTw5MKSk&>>. Acesso em: 20 mar. de 2018.

SCOFIELD, J. H. Do LEED-certified buildings save energy? Not really.... **Energy and Buildings**, Oberlin, v. 41, n. 12, p. 1386–1390, dez. 2009.

SHORT, C. A.; AL-MAIYAH, S. Design strategy for low-energy ventilation and cooling of hospitals. **Building Research & Information**, Londres, v. 37, n. 3, p. 264–292, 1 jun. 2009.

SILVA, V.G.; DA SILVA, M.G.; AGOPYAN, V. Avaliação de edifícios no Brasil: da avaliação ambiental para avaliação de sustentabilidade. **Ambiente Construído**, v. 3, n. 3, p. 7- 18, 2003.

SILVA, V. G. **Metodologias de avaliação de desempenho ambiental de edifícios: estado atual e discussão metodológica**. Campinas: UNICAMP, 2007.

SLAPER, T. F., HALL, T. J. The triple bottom line: what is it and how does it work? **Indiana business review**, Indiana, v. 86, n. 1, p. 4, 2011. Disponível em: <<https://stuff.mit.edu/afs/athena/course/2/2.813/www/readings/TripleBottomLine.pdf>>. Acesso em: mai. 2018.

SOUZA, U. E. L.; DEANA, D. F. Levantamento do estado da arte: consumo de materiais. **Projeto FINEP**, Campinas, v. 2386, p. 43, 2007.

TORGAL, F. P.; JALALI, S. **A Sustentabilidade Dos Materiais de Construção**. 1.^a ed. Minho: Tecminho, 2010.

TURINA, A. N. Sustentabilidade na área da Saúde. **Facility Hospital: Ambientes de Saúde**, v. 7, p. 32–43, abr. 2013.

U.S. GREEN BUILDING COUNCIL. **LEED 2009 for Healthcare**. Green Building Council: Washington, DC, USA, 2009. <<https://new.usgbc.org/leed>>. Acesso em: 1 maio. 2018.

U.S. GREEN BUILDING COUNCIL. **LEED**. Disponível em: <<https://new.usgbc.org/leed>>. Acesso em: 1 maio. 2018.

VENTURA, M. M. O Estudo de Caso como Modalidade de Pesquisa. **SOCERJ**, v. 20, n. 5, p. 383–386, 2007.

WORLD GREEN BUILDING COUNCIL. **Our Green Building Councils | World Green Building Council**. Disponível em: <<http://www.worldgbc.org/our-green-building-councils>>. Acesso em: 3 maio. 2018.

ZIONI, E. **Aplicação da Certificação LEED em Hospitais**. ABRAVA - Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento. São Paulo, 2013. Disponível em: <<http://abrava.com.br/?p=2351>>. Acesso em: 5 abr. 2018