

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE  
PRODUÇÃO**

Camila Candida Compagnoni dos Reis

**VIABILIDADE ECONOMICA DA ADAPTAÇÃO DE UM HOSPITAL  
PÚBLICO PARA OBTENÇÃO DE UMA CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL**

Santa Maria, RS  
2017

**Camila Candida Compagnoni dos Reis**

**VIABILIDADE ECONOMICA DA ADAPTAÇÃO DE UM HOSPITAL PÚBLICO  
PARA OBTENÇÃO DE UMA CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção, Área de Concentração em Gestão da Produção, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Engenharia de Produção.**

Orientador: Prof. Dr. Andreas Dittmar Weise

Santa Maria, RS  
2017

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da  
Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Reis, Camila Candida Compagnoni dos  
VIABILIDADE ECONOMICA DA ADAPTAÇÃO DE UM HOSPITAL  
PÚBLICO PARA OBTENÇÃO DE UMA CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL /  
Camila Candida Compagnoni dos Reis.- 2017.  
99 p.; 30 cm

Orientador: Andreas Dittmar Weise  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Maria, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia de Produção, RS, 2017

1. Certificação LEED 2. Simulação Monte Carlo 3.  
Análise de Investimentos I. Dittmar Weise, Andreas II.  
Titulo.

---

© 2017

Todos os direitos autorais reservados a Camila Candida Compagnoni dos Reis. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

Endereço: Rua Visconde de Guarapuava, n. 2645, Centro, Cascavel, PR. CEP: 85810-110

Fone: (0xx)45 3223 2550; E-mail: camilacompagnoni@gmail.com

**Camila Candida Compagnoni dos Reis**

**VIABILIDADE ECONOMICA DA ADAPTAÇÃO DE UM HOSPITAL PÚBLICO  
PARA OBTENÇÃO DE UMA CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção, Área de Concentração em Gestão da Produção, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Engenharia de Produção.**

**Aprovado em 15 de fevereiro de 2016:**

---

**Andreas Dittmar Weise, Dr. (UFSM)**  
(Presidente/Orientador)

---

**Lynceo Falavigna Braghirolli, Dr. (UFSM)**

---

**Daniel Reis Medeiros, Dr. (UNISINOS)**

**Santa Maria, RS**  
**2017**

## DEDICATÓRIA

*Aos meus pais, Osvaldo e Mariza, que sempre me apoiaram e me incentivaram a ser uma pessoa melhor. Que sempre me ensinaram o valor do estudo e da perseverança.*

*A minha irmã, Cristina, minha melhor amiga, companheira e inspiração, que leva sempre um sorriso no rosto e é dona de uma alegria contagiante.*

*Ao meu irmão Cristiano e minha cunhada Franciele, que me proporcionaram a alegria de ter os sobrinhos mais lindos, Mateus e Samuel, me lembrando durante toda essa trajetória que a felicidade estará sempre ali, escondida nas coisas mais simples.*

## AGRADECIMENTOS

Por um breve momento pensei em não incluir nesta pesquisa este elemento pré textual, não obrigatório, que se apresenta como sendo dispensável. Tamanho equívoco, posto que sozinho não se chega a lugar algum, posto a infinidade de pessoas que viabilizaram este trabalho, posto que a gratidão é o que de mais relevante posso oferecer aos envolvidos.

Agradeço a minha família, a quem dedico este trabalho e agradeço todo o apoio e compreensão, seja pela ausência durante estes dois anos ou pelo estresse que suportaram, inúmeras vezes.

Agradeço aos meus amigos, que mesmo distante sempre se fizeram presente. Amigos da UTFPR, amigos de Cascavel e primas amigas, companheiras do Próximo Destino – que diariamente me acompanharam neste percurso.

Ao orientador desta pesquisa, professor Andreas, que não me deixou desistir. Obrigada por todo ensinamento e carinho ao longo desta caminhada.

Agradeço aos colegas do GPOPPS e do PPGEP, responsáveis por proporcionar ótimos momentos de descontração e tornar os dias mais leves. Agradeço em especial a Safra 2015/01: Sandrine e Matheus, que foram mais do que amigos, foram companheiros de estudos, de pesquisas, compartilharam mais que os bons momentos, estavam sempre ali nas horas que eu mais precisei, meu sincero obrigada.

Agradeço aos amigos que fiz em Santa Maria, pois foram eles que tive como família durante esses dois anos. Essa cidade que me acolheu de maneira ímpar e que vou carregar sempre no coração.

Agradeço a todos os colaboradores do Hospital Universitário do Oeste do Paraná que não mediram esforços para fornecer informações imprescindíveis para que essa pesquisa fosse concluída. Agradeço também as empresas envolvidas no levantamento orçamentário, com destaque a querida Sandra, da empresa de consultoria Petinelli e ao Rafael, da empresa Master Solar, obrigada pela atenção e dedicação nas informações cedidas. Da mesma forma, agradeço aos servidores da UFSM que sempre que necessário estiveram dispostos a ajudar.

À todos que de alguma forma estiveram envolvidos, minha imensa gratidão a vocês.

## RESUMO

### VIABILIDADE ECONOMICA DA ADAPTAÇÃO DE UM HOSPITAL PÚBLICO PARA OBTENÇÃO DE UMA CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL

AUTORA: CAMILA CANDIDA COMPAGNONI DOS REIS  
ORIENTADOR: PROF. DR. ANDREAS DITTMAR WEISE

O desenvolvimento sustentável impulsionou a adoção de ferramentas metodológicas de avaliação da sustentabilidade em edifícios, de modo que os benefícios vão além da proteção com o meio ambiente, resultando em melhor desempenho financeiro, posicionamento competitivo e ainda melhor qualidade de vida inerente aos ocupantes de ambientes mais sustentáveis. Há um sentimento no mercado de que os custos envolvidos em construções sustentáveis são na base de 10% superiores às construções tradicionais, entretanto, a comunidade científica pouco aborda estudos de viabilidade de investimentos para que certificações ambientais possam ser obtidas. A Certificação LEED é o sistema de classificação sustentável mais utilizado no mundo. Posto isto, questiona-se se é economicamente viável que ambientes assistenciais a saúde adotem padrões de edificações sustentáveis em seus projetos de renovação. Assim este estudo visa preencher esta lacuna, tendo como objetivo analisar a viabilidade econômica das adaptações físicas necessárias em um hospital universitário, de caráter público estadual, para que o mesmo possa vir a ser certificado pela metodologia LEED. Após a identificação dos aspectos relevantes para a compreensão da certificação foi realizado um diagnóstico considerando as características de desempenho ambiental no hospital. Com base no diagnóstico foram identificadas as adaptações necessárias para possibilitar o processo de certificação, bem como os custos incorridos. Três cenários foram determinados para o estudo de viabilidade econômica, com variações nas projeções de economias geradas a partir das adaptações sugeridas: (a) cenário pessimista, com redução de 10% no custo referente ao consumo de água e 13% ao consumo de energia; (b) cenário mais provável, com reduções de 30% no custo referente ao consumo de água e 18% ao consumo de energia e; (c) cenário otimista, considerando 50% de redução no custo referente ao consumo de água e 25% ao consumo de energia. Por meio da Simulação de Monte Carlo foram obtidas distribuições de probabilidade para a variável Valor Presente Líquido dos três cenários, realizando 200.000 simulações para cada cenário. Os resultados mostraram inviabilidade para o cenário pessimista, com 100% de certeza para valor negativo do VPL. Em contrapartida, o cenário otimista apresentou 100% de certeza para resultado positivo de VPL. O cenário mais provável apresentou resultado satisfatório, com aproximadamente 64% de certeza de VPL positivo, com valor médio esperado de R\$65.082,31 e Taxa Interna de Retorno de 16%. Os resultados obtidos permitem concluir que é economicamente viável a adaptação por padrões de edificações sustentáveis em projetos de renovação, como no caso do hospital estudado. O objetivo proposto foi auferido e o estudo contribui para o enriquecimento da comunidade científica no que tange o tema abordado. As adaptações consideradas no hospital público permitem uma redução nos custos operacionais mensais e o valor investido apresentou *payback* de três anos.

**Palavras-chave:** Certificação LEED. Simulação de Monte Carlo. Análise de investimentos.

## ABSTRACT

### ECONOMIC VIABILITY OF THE PUBLIC HOSPITAL ADAPTATION TO OBTAIN AN ENVIRONMENTAL CERTIFICATION

AUTHOR: CAMILA CANDIDA COMPAGNONI DOS REIS

ADVISOR: PROF. DR. ANDREAS DITTMAR WEISE

The sustainable development has boosted the adoption of methodological tools for the evaluation of sustainability in buildings, so that the benefits go beyond protection with the environmental, resulting in better financial performance, competitive positioning and even better quality of life to the occupants of sustainable places. There is a sense in the market that the costs involved in sustainable construction are a 10% base for traditional constructions. The LEED certification is the system of sustainable classification most utilized of the world. Given this, it is questioned whether it is economically feasible for health care environments to adopt sustainable building standards in their renovation projects. Thus, this study aims to fill this gap, with the objective of analyzing the economic feasibility of the necessary physical adaptations in a university hospital, of public state, so that it can be certified by the LEED methodology. After identifying the aspects relevant to the understanding of the certification, a diagnosis was made considering the characteristics of environmental performance in the hospital. Based on the diagnosis, the necessary adaptations were identified to enable the certification process, as well as the costs incurred. Three scenarios were determined for the economic feasibility study, with variations in the projections of economies generated from the suggested adaptations: (a) pessimistic scenario, with a reduction of 10% in water consumption and 13% in energy consumption; (b) the most probable scenario, with reductions of 30% in the cost of water consumption and 18% of energy consumption; (c) an optimistic scenario, considering a 50% reduction in the cost of water consumption and a 25% reduction in energy consumption. Through Monte Carlo Simulation, we obtained probability distributions for the variable Net Present Value of the three scenarios, performing 200,000 simulations for each scenario. For the first scenario, 12 and 13% per year. For the second scenario and 14 and 15% per year. For the third scenario. The results showed non-viability for the pessimistic scenario, with 100% certainty for the NPV negative value. On the other hand, the optimistic scenario presented 100% certainty for positive NPV results. The most probable scenario presented a satisfactory result, with approximately 64% certainty of positive NPV, with an expected average value of R \$ 65,082.31 and an Internal Rate of Return of 16%. The results obtained allow us to conclude that it is economically feasible to adapt by sustainable building standards in renovation projects, as in the case of the hospital studied. The proposed objective was obtained and the study contributes to the enrichment of the scientific community regarding the topic addressed. The adaptations considered in the public hospital allow a reduction in the monthly operating costs and the amount invested presented a payback of three years.

**Keywords:** LEED Certification. Monte Carlo Simulation. Investment Analysis.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação do diagrama do fluxo de caixa.....	38
Figura 2 - Simulação simples de Monte Carlo. ....	47
Figura 3 - Estrutura da pesquisa. ....	48
Figura 4 - Lista de verificação considerada para estudo de viabilidade econômica.....	56
Figura 5 - Fluxo de caixa do cenário pessimista. ....	71
Figura 6 - Fluxo de caixa referente ao cenário mais provável.....	74
Figura 7 - Fluxo de caixa considerado para o cenário otimista.....	77
Figura 8 - Custos para a certificação LEED O+M. ....	98
Figura 9 - Checklist para certificação LEED O+M. ....	99

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Evolução de publicações considerando as palavras " <i>sustainability</i> " ou " <i>sustainability+development</i> ", entre os anos de 2005 e 2015. ....	21
Gráfico 2 - Relação de tópicos encontrados na busca realizada com os termos " <i>environmental+certification</i> " ou " <i>LEED+Certification</i> ". ....	22
Gráfico 3 - Evolução da quantidade de artigos publicados nos últimos dez anos considerando as palavras " <i>environmental+certification</i> " ou " <i>LEED+Certification</i> ". ....	22
Gráfico 4 - Projetos e certificações acumuladas nos últimos dez anos no Brasil. ....	35
Gráfico 5 - Previsão do volume de chuva mensal x capacidade da cisterna. ....	57
Gráfico 6 - Previsão de geração de energia mensal versus consumo mensal (ano de referência 2016). ....	63
Gráfico 7 - Total de energia gerada versus consumo em horário de ponta. ....	64
Gráfico 8 - Histórico de demanda em kW referente ao ano de 2016. ....	65
Gráfico 9 - Distribuição de frequência de probabilidades para a função VPL do cenário pessimista. ....	72
Gráfico 10 - Análise de sensibilidade da função VPL para o cenário pessimista. ....	73
Gráfico 11 - Distribuição de frequência da função VPL para o cenário mais provável. ....	75
Gráfico 12 - Análise de sensibilidade para o cenário mais provável. ....	76
Gráfico 13 - Distribuição de frequência da função VPL para o cenário otimista. ....	78
Gráfico 14 - Análise de sensibilidade para o cenário otimista. ....	79

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Resumo dos métodos de avaliação de desempenho ambiental. ....	28
Quadro 2 - Categorias básicas de pontuação e respectivas características abordadas.....	32
Quadro 3 - Tipologias de Certificações. ....	34
Quadro 4 - Representação do fluxo de caixa analítico. ....	38
Quadro 5 - Principais métodos para análise de investimento de acordo com alguns autores da área.....	39
Quadro 6 - Dispositivos economizadores. ....	59
Quadro 7 - Descrição dos itens orçados. ....	68
Quadro 8 - Resumo dos cenários propostos para simulação. ....	69

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Publicações de 2005 a 2015 nas bases de dados indexadas pelo Portal de Periódicos CAPES. ....	23
Tabela 2 - Valores e percentuais considerados para simulação dos cenários estabelecidos. ...	70
Tabela 3 - Resumo estatístico das simulações realizadas para o cenário pessimista. ....	71
Tabela 4 - Resumo estatístico da função VPL para o cenário mais provável. ....	75
Tabela 5 - Resumo estatístico dos resultados da função VPL para o cenário otimista. ....	78
Tabela 6 - Comparativo dos resultados a partir das simulações para os três cenários estudados. ....	80
Tabela 7 - TIR e Payback para os três cenários estudados. ....	81

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO E PROBLEMA DA PESQUISA .....	14
1.2	OBJETIVOS .....	17
<b>1.2.1</b>	<b>Objetivo geral .....</b>	<b>17</b>
<b>1.2.2</b>	<b>Objetivos específicos .....</b>	<b>17</b>
1.3	JUSTIFICATIVA .....	18
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO .....	24
<b>2.</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>26</b>
2.1	SISTEMAS DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL DE CONSTRUÇÕES .....	26
<b>2.1.1</b>	<b>Protocolo de certificação LEED .....</b>	<b>31</b>
2.2	ANÁLISE DE INVESTIMENTOS .....	37
<b>2.2.1</b>	<b>Valor presente líquido .....</b>	<b>41</b>
<b>2.2.2</b>	<b>Taxa interna de retorno .....</b>	<b>42</b>
<b>2.2.3</b>	<b>Payback.....</b>	<b>43</b>
2.3	SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO .....	44
<b>3.</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>48</b>
3.1	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA .....	49
3.2	PROCEDIMENTOS DA PESQUISA .....	50
3.3	DELIMITAÇÕES DA PESQUISA .....	51
3.4	LIMITAÇÕES DA PESQUISA .....	52
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>53</b>
4.1	DIAGNÓSTICO DA EDIFICAÇÃO E ESTRATÉGIAS DE CERTIFICAÇÃO .....	54
4.2	CONSTRUÇÃO DOS CENÁRIOS .....	67
4.3	VIABILIDADE ECONÔMICA DO CENÁRIO PESSIMISTA.....	71
4.4	VIABILIDADE ECONOMICA DO CENÁRIO MAIS PROVÁVEL .....	74
4.5	VIABILIDADE ECONOMICA DO CENÁRIO OTIMISTA .....	77
4.6	RESUMO DOS RESULTADOS.....	80
<b>5.</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>83</b>
	<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>86</b>
	<b>ANEXO I .....</b>	<b>97</b>
	<b>ANEXO II .....</b>	<b>98</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Este Capítulo aborda os assuntos pertinentes para uma melhor compreensão deste projeto de pesquisa. Compõe-se da seção 1.1, que trata da contextualização da pesquisa, bem como a problemática envolvida, seguida pela seção 1.2 onde são apresentados os objetivos propostos e a justificativa na seção 1.3. Por fim, apresenta-se a estrutura do trabalho, na seção 1.4, com uma breve descrição dos demais capítulos.

### 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E PROBLEMA DA PESQUISA

Inerente ao modelo de desenvolvimento capitalista estão os riscos causados pelo aumento crescente da industrialização, urbanização, mecanização da agricultura e uso de agrotóxicos (ABDALLA; FEICHAS, 2005; LEANDRO et al., 2015; LEITE, 2011) que apontam para questões como aquecimento global e mudanças climáticas, incitando, a partir da década de 1960, movimentos políticos internacionais tratados por agentes privados, públicos ou ONG's que alertam as nações sobre estes riscos (LEANDRO et al., 2015; ROSSETI, 2008; SELLITTO; BORCHARDT; PEREIRA, 2010). Assim, a configuração da crise ambiental percebida nos dias de hoje torna indispensável o debate acerca de assuntos como a sustentabilidade (MEDEIROS et al., 2012), exigindo uma participação de toda a sociedade e envolvimento de todos os setores produtivos. As graves questões ambientais globais, não só como mudanças climáticas, mas também como contaminações químicas e o uso não sustentável de recursos naturais agravam não só a saúde ambiental como também da população como um todo (BENETTI, 2007).

O desenvolvimento sustentável leva à preocupação não só com a vida do planeta, mas também com a qualidade de vida inerente (GOMES; PARDINI, 2010). O desenvolvimento econômico e a conservação do meio ambiente confrontam-se constantemente de modo que grupos governamentais, empresariais e a comunidade acadêmica e científica conglobam esforços para encontrar um elo efetivo e vantajoso seja do ponto de vista ambiental como do ponto de vista econômico (LEITE, 2011; STEINBERGER et al., 2013). Tomando consciência dos desastres ambientais como tufões, enchentes, degelos, crises hídricas e de energia elétrica (WACLAWOVSKY; ALVES, 2010), a sociedade passa a exercer uma pressão significativa no mercado para que práticas de desenvolvimento sustentável passem a ser utilizadas. Para que se possa alcançar uma boa gestão em termos de sustentabilidade torna-se indispensável o uso de ferramentas que possibilitem a medição destes esforços (ZIONI, 2014). Parte-se do princípio

administrativo de que deve-se medir para poder gerir, considerando dados, indicadores e evidências para que decisões sejam tomadas eficazmente.

À vista disso, tem-se as certificações ambientais como ferramentas para a medição do desempenho ambiental de uma edificação, considerando critérios estabelecidos (RUZENE, 2011; THIEL et al., 2014). O movimento sinérgico da atual conjuntura econômica e socioambiental no mundo contribui para a expansão do interesse das organizações em possuir um selo verde, por meio de alguma certificação válida que as coroe como uma organização preocupada com o desenvolvimento sustentável.

O compromisso com a sustentabilidade por intermédio de construções sustentáveis demonstra melhoras tangíveis no desempenho financeiro, posicionamento competitivo e diferenciação de mercado (JALAEI; JRADE, 2015), o que faz com que a procura por edifícios sustentáveis venha apresentando um movimento ascendente (BISWAS; WANG; KRISHNAMURTI, 2008; VIEIRA, 2014). Práticas sustentáveis aliadas a construção civil proporcionam economias significativas, não só em relação à redução de custos operacionais no que tange o uso das edificações, mas também economia e reaproveitamento de materiais nas etapas primárias, como na concepção das edificações. Almeida et al. (2015) afirmam que 90% do entulho de construções pode ser triturado e então utilizado como agregado na produção de componentes de construção e argamassas.

Ferramentas metodológicas de avaliação de edificações sustentáveis, como o sistema LEED – *Leadership in Energy and Environmental Design*, representam modelos de certificação por meio de selo que indicam a condição atual e o potencial de melhora destas edificações (MUÑOZ BARROS, 2012; THIEL et al., 2014). As avaliações podem abranger a construção de novas edificações ou grandes reformas, englobando materiais utilizados e procedimentos e técnicas de construção, operação e manutenção de construções já existentes, desenvolvimento de espaços interiores e até mesmo desenvolvimento de bairros.

O setor da saúde tem grande importância para o desenvolvimento do país (DALLORA; FORSTER, 2013). No ano de 2011 a movimentação financeira do setor foi de quase 9% do Produto Interno Bruto – PIB, cerca de 20 bilhões de reais, empregando cerca de 12 milhões de trabalhadores formais (BRASIL, 2011). Sua relevância excede o cenário econômico, de modo que o setor exprime, outrossim, um impacto direto e de grande valia na comunidade científica bem como no bem estar e qualidade de vida da população.

O Brasil conta atualmente, segundo o Ministério da Saúde (BRASIL, 2016), com mais de 286 mil estabelecimentos de saúde regularizados no Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde - CNES. Este número engloba 82 categorias de estabelecimentos, entre elas: Postos

de Saúde, Centro de Saúde, Hospitais, Farmácias, Secretarias de Saúde, Pronto Atendimento, Laboratório de Saúde Pública, entre outros. Assim, o número de hospitais, seja de caráter geral ou especializado, chega a 6159 unidades. Edifícios hospitalares apresentam um consumo energético cerca de 30% superior a prédios de escritórios. Somado a isso, a construção de edifícios hospitalares dentro dos padrões sustentáveis demanda custo até 10% maiores em relação às obras tradicionais, entretanto, apresentam potencial de gerar economia por toda a vida útil do prédio (SAÚDE RIO, 2011).

A Construção Civil engloba atividades que modificam o meio ambiente seja na fase de planejamento, construção, uso e renovação, sendo considerado, conforme afirmam Chen, Ong e Hsu (2016), Yusof (2016), Grünberg, Medeiros e Tavares (2014) e Kim (2013), um dos maiores causadores de impactos ambientais. Além da enorme quantidade de resíduos gerados há ainda o consumo excessivo de recursos naturais, problemas estes que podem ser minimizados por meio da reutilização de materiais oriundos de demolições, adoção de métodos e procedimentos construtivos e otimização das edificações voltadas ao melhor aproveitamento dos espaços buscando menor utilização de recursos hídricos e energéticos, de modo que o segmento da indústria da construção desenvolva produtos e serviços de maior qualidade ambiental (STEFANUTO; HENKES, 2013).

O custo envolvido na construção, reformas e manutenção de Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS), especificamente, diferencia-se dos demais tipos de estabelecimentos uma vez que engloba um programa físico-funcional minucioso para garantir a integridade em saúde, envolvendo até mesmo estudos de Controle de Infecção Hospitalar que englobam não só a infraestrutura do local e materiais utilizados, como também a qualidade do ar interior (FREIRE, 2005; LIMA, 2010; LIMEIRA, 2006). Em âmbito nacional, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária estabelece a resolução RDC nº50/2002 que dispõe sobre o regulamento técnico para planejamento, programação elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais a saúde, dependendo da adequação a esta norma a liberação do funcionamento dos estabelecimentos (BRASIL, 2002).

Enquanto encontram-se estudos que evidenciam as vantagens de edificações sustentáveis (DOBIÁS; MACEK, 2014; MILLER et al., 2009), bem como motivações e dificuldades para adoção de sistemas de avaliação ambiental (HERNANDES, 2006; MUÑOZ BARROS, 2012) e ainda comparações e avaliações entre diferentes metodologias de certificação (GOULDSON; CARPENTER; AFIONIS, 2014; GRÜNBERG; MEDEIROS; TAVARES, 2014; RUZENE, 2011), pouco se encontra no universo de divulgação científica sobre a adoção de certificações em hospitais, ou ainda, estudos de viabilidade econômica para



adaptação de edificações já existentes (MILLER et al., 2009). Estudos de viabilidade econômica de investimentos, por meio da Engenharia Econômica, envolve aspectos de análise do projeto verificando pontos financeiros, jurídicos, competitivos, comerciais e técnicos (HIRSCHFELD, 2011), a fim de aprimorar o processo de tomada de decisão.

Perante o exposto, este estudo vem a contribuir com a ampliação dos estudos acerca da adaptação de edificações já existentes para que a mesma apresente potencial de obtenção da certificação LEED, preenchendo a lacuna existente na literatura sobre estudos de viabilidade econômica neste processo de adaptação. Os esforços desta pesquisa concentram-se em responder a seguinte questão: no que tange os estabelecimentos de saúde existentes, é economicamente viável adotar padrões de edificações sustentáveis nos projetos de renovação? Para que resultados confiáveis sejam obtidos frente a esse questionamento, a proposta é analisar, por intermédio de métodos da Engenharia Econômica, o investimento necessário na adaptação de um hospital escola, de caráter público, para que o mesmo possa vir a ser certificado pela metodologia LEED. Este sistema de certificação foi escolhido devido sua ampla aceitação mundial. Cenários para análise da viabilidade serão propostos com a Simulação de Monte Carlo, de modo a se obter melhores resultados no tempo de recuperação do capital investido adaptação, com a redução de custos gerada.

## 1.2 OBJETIVOS

Esta seção aborda a finalidade pela qual esta pesquisa será realizada. Engloba assim o objetivo geral e os objetivos específicos delineados.

### 1.2.1 Objetivo geral

A presente pesquisa tem como objetivo geral avaliar a viabilidade econômica da adaptação de um hospital para obtenção da certificação LEED.

### 1.2.2 Objetivos específicos

Para que o objetivo geral seja auferido, os seguintes objetivos específicos foram delineados:

- a) Identificar aspectos relevantes para a compreensão da obtenção de certificações LEED;

- b) Identificar as características atuais de desempenho ambiental no hospital, sob foco dos itens considerados na certificação LEED;
- c) Identificar as adaptações necessárias no hospital para que o mesmo se adeque aos critérios estabelecidos na certificação, bem como o custo das modificações; e
- d) Construir os cenários para a Simulação de Monte Carlo e realizar o estudo de viabilidade econômica.

### 1.3 JUSTIFICATIVA

O setor da saúde, com toda sua representatividade e importância sócio econômica, vêm apresentando uma demanda crescente de recursos, devido à alta tecnologia envolvida no mesmo, concomitante a uma insuficiência de recursos do setor público, o que justifica, segundo Bonacim e Araujo (2010), a necessidade de estudos e práticas na área. Considerando países que contam com sistema universal de saúde, o Brasil é o que apresenta menor percentual de investimento em relação ao PIB, 4% contra um investimento de 4,9% da Argentina, 7,7% do Reino Unido e 7,8% do Canadá (BRASIL, 2014). Paralelo ao baixo investimento, problemas recentes de redução de verba destinada à saúde pública (LOUISE, 2015) assolam o setor, implicando em uma preocupação sobre a abrangência e qualidade dos serviços oferecidos pelo Sistema Único de Saúde.

Edifícios hospitalares funcionam 24 horas por dia, 7 dias por semana, 365 dias no ano, o que os fazem grandes consumidores de recursos como água e energia (ZIONI, 2015), conjuntura coexistente com a adoção de alta tecnologia para diagnósticos e tratamentos, bem como o alto índice de desperdícios (CONTRERAS PINOCHET; LOPES; SILVA, 2014) que intensifica no aumento de custos operacionais destes estabelecimentos. Vogl (2014) sustenta que mais de 90% dos custos em hospitais na Alemanha são considerados custos operacionais, o que corrobora, conforme advogam Adrados et al. (2015), e Dallora e Forster (2013), para a intensificação de estudos para a redução destes. Isso ainda se dá pelo fato de os hospitais serem ambientes que requerem uma limpeza rigorosa e trocas de ar frequentes, elevando ainda mais os custos de energia, de modo que Sahamir e Zakaria (2014) afirmam estar entre os maiores consumidores de energia comparado às demais instituições.

Edifícios sustentáveis vêm aumentando sua popularidade, tanto em níveis comerciais como residenciais, e referem-se à adoção “de práticas e produtos na construção que minimizem os efeitos nocivos sobre o meio ambiente” (MATISO; NOONAN; MAZZOLINI, 2014, p. 2001). O sistema LEED de certificação ambiental é aceito em mais de 160 países, contando

com mais de 79 mil projetos certificados, ultrapassando 1,3 bilhões de metros quadrados, o que o faz o sistema de classificação de construções verdes mais utilizados no mundo (USGBC, 2016a). O Conselho Americano de Organizações Verdes - *U.S. Green Building Council* (USGBC) ainda constatou que, nos Estados Unidos, berço do LEED, os edifícios certificados são responsáveis pela redução de 38% da emissão de CO<sub>2</sub>, 13,6% do consumo de água potável e 73% do consumo de energia elétrica do ano. No mesmo território, em 2008, 17% das empresas buscavam a obtenção da certificação para redução de custos operacionais, interesse esse que cresceu para 30% em 2012.

Além da redução de custos, uma pesquisa realizada nos Estados Unidos constatou que 61% dos líderes empresariais acreditam que a sustentabilidade os leva à diferenciação no mercado competitivo, melhorando seu desempenho financeiro e ainda, que a obtenção da certificação LEED implica em ambientes mais saudáveis, que otimizam o bem estar (USGBC, 2016a). Kats et al. (2003) apresentaram um relatório sobre os custos envolvidos na construção de edifícios verdes e os benefícios destes, abordando em um dos tópicos de estudo “produtividade e saúde”, constatando maior produtividade dos trabalhadores e menos tempo doentes, devido, principalmente, a aspectos como controle da ventilação, controle da temperatura, controle de iluminação e aumento da iluminação natural. Posteriormente, Miller et al. (2009) também estudaram a produtividade dos ocupantes de prédios verdes, certificados tanto pelo protocolo de certificação LEED como pela metodologia *Energy Star*, corroborando com os resultados apresentados por Kats et al. (2003).

Ruzene (2011, p. 16) permite concluir que, aproximadamente, 50% da energia elétrica consumida no país se dá pela operação e manutenção de edificações, incluindo “sistemas artificiais que proporcionam conforto ambiental para seus usuários, como iluminação, climatização e aquecimento de água”. Na compreensão de Kras (2011), tendo como referência a Holanda, as edificações são responsáveis por 40% de toda a emissão de CO<sub>2</sub>, onde 4% de todo o ambiente construído reporta-se aos hospitais. A forma de projetar, construir e operar uma edificação apresenta um impacto significativo na saúde das pessoas e no meio ambiente (SAHAMIR; ZAKARIA, 2014).

Destaca-se que, especificamente no que se refere aos hospitais certificados, como afirmam Mourshed e Zhao (2012), o ambiente físico é essencial para criar um ambiente terapêutico eficaz. Uma pesquisa realizada no Hospital Infantil de Pittsburgh considerou métricas para avaliação do efeito de edifícios verdes sobre usuários e ocupantes do hospital, de modo que, as medidas iniciais foram tomadas na sede localizada no bairro de Oakland, e então, com a decisão da construção de uma nova instalação verde com certificação LEED, no bairro

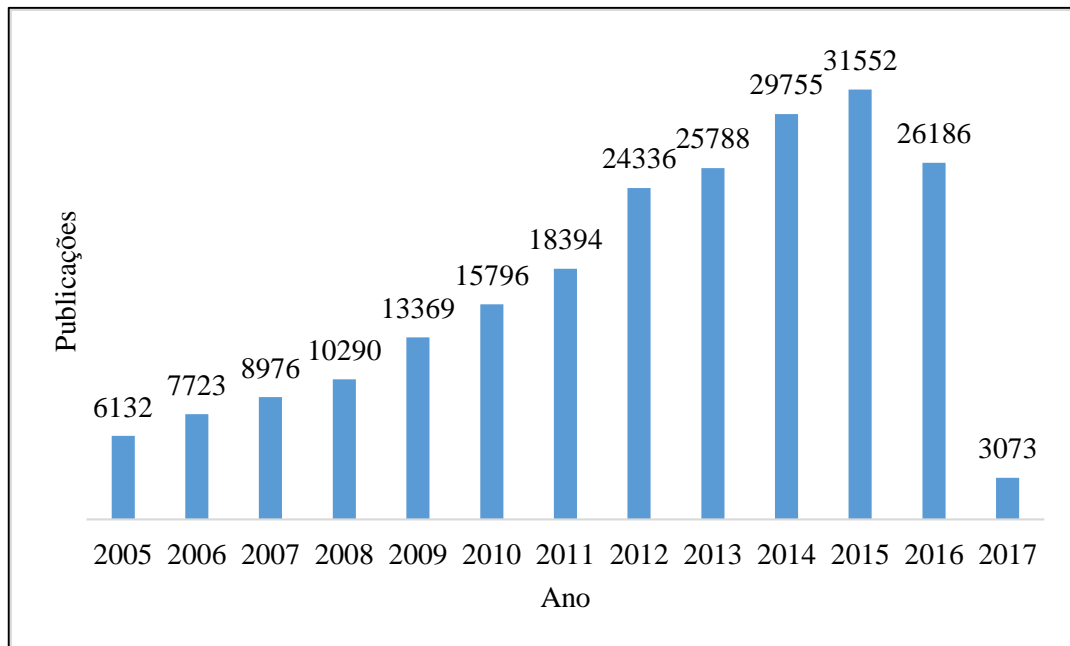
de Lawrenceville, tomou-as novamente para posterior comparação (THIEL et al., 2014). Os resultados foram melhorias estatisticamente significativas no que se refere a qualidade dos cuidados, satisfação pessoal, produtividade, além de uma redução de mais de 50% no consumo de energia e 60% no consumo de água e tratamento de esgoto, com destaque para a redução de 19% na mortalidade real, enquanto as despesas por paciente internado permaneceram estáveis. O estudo aponta resultados tão expressivos que, na comparação com o hospital antigo, a média de internamento de crianças em tratamento foi reduzida em um dia (THIEL et al., 2014).

A redução dos custos e as vantagens ambientais e sociais podem ser inconclusas para optar por uma construção verde, assim, o estudo de viabilidade econômica apresenta-se como complemento e ferramenta de apoio para a tomada de decisão. No que tange a análise de projetos, torna-se relevante conhecer o provável tempo de retorno do capital investido. Esta pesquisa faz uso de métodos e técnicas da Engenharia Econômica, especificamente métodos determinísticos e não determinísticos de análise de investimentos, objetivando um estudo de viabilidade, assunto este já abordado em diversas áreas de aplicação.

O desenvolvimento de construções sustentáveis apresenta-se como um tópico de considerável importância nos dias atuais (SAÚDE RIO, 2011; YAN; LAI; LIN, 2014). Ao se verificar, por meio de uma breve pesquisa com a palavra “*sustainability*” ou “*sustainability+development*” nas bases de dados componentes do Portal de Periódicos da CAPES – Coordenação e Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, considerando o título, resumo e palavras-chave, nos últimos dez anos 77.221 artigos foram publicados. O Gráfico 1 apresenta a evolução nos anos dos artigos encontrados.

Conforme afirmam Goncales Filho e Campos (2014, p. 2), “uma das principais atribuições dos artigos científicos está em difundir o conhecimento por meio da publicação dos resultados de pesquisa científica”. O Gráfico 1 mostra com clareza que publicações que envolvem o termo Sustentabilidade vêm ganhando espaço. Contudo, o universo científico pouco aborda a viabilidade financeira de empreendimentos verdes ou certificados pela metodologia *LEED*. A fim de robustecer esta afirmação e garantir a relevância e integridade deste estudo, realizou-se um estudo bibliométrico nas bases de dados componentes do Portal de Periódicos da CAPES considerando-se publicações entre 2005 e 2015.

Gráfico 1 - Evolução de publicações considerando as palavras "sustainability" ou "sustainability+development", entre os anos de 2005 e 2015.

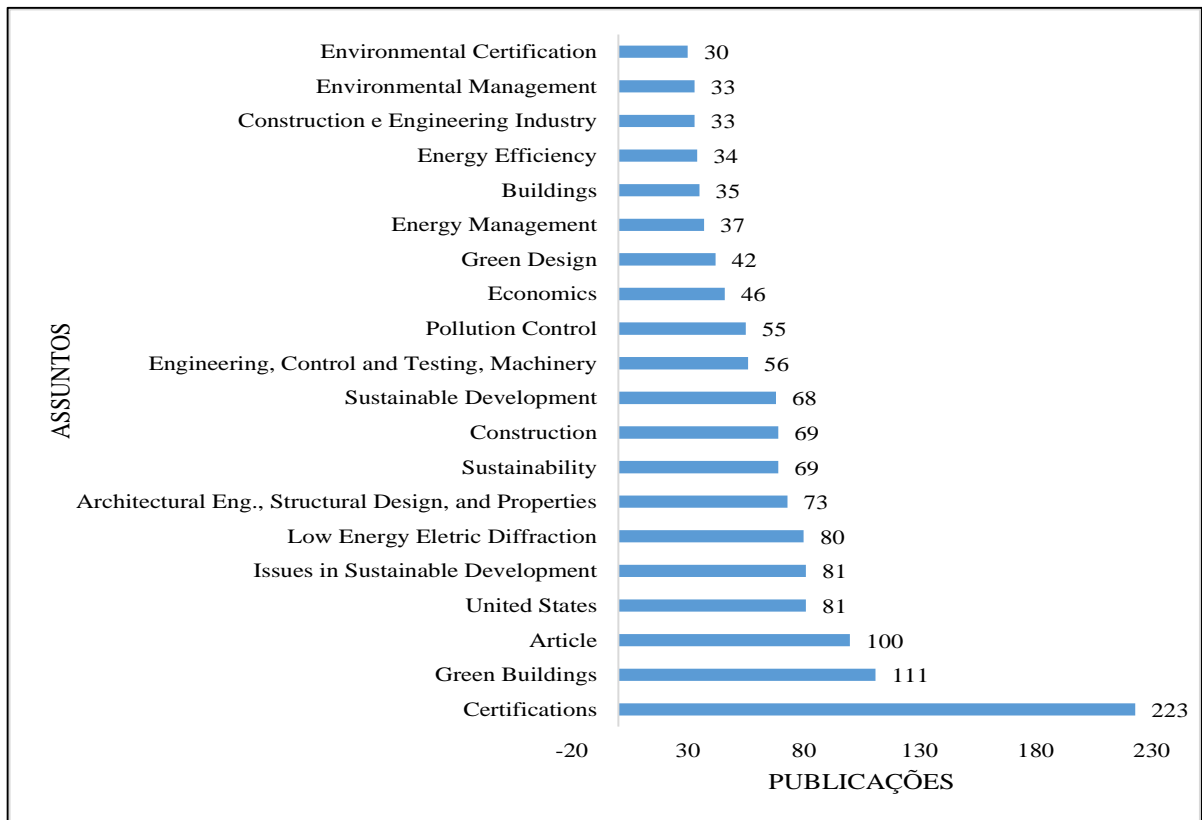


Fonte: Elaborado pelo autor.

Utilizou-se palavras-chave “*Environmental+Certification*” ou “*LEED+Certification*” considerando a busca no título, resumo e palavras chave. Obteve-se 423 resultados, dos quais 213 pertenciam a periódicos revisados por pares. O principal idioma de publicação é inglês (375 artigos), seguido do espanhol (28 artigos) e então o português (11 artigos), demonstrando a internacionalização do tema abordado. Os artigos foram classificados pelo sistema de busca em 21 tópicos, conforme pode ser observado no Gráfico 2.

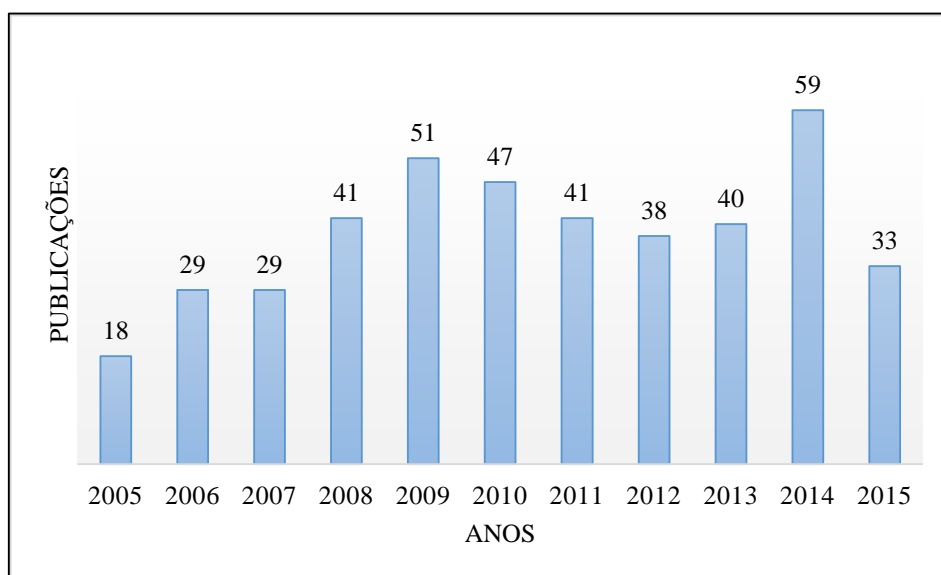
Os artigos resultantes da busca dividem-se em 18 diferentes periódicos, dos quais apenas 3 tem Qualis na área de Engenharias III (a qual engloba a Engenharia de Produção, conforme a classificação de 2014): *Energy and Buildings* (6 publicações) e *Journal of Cleaner Production* (5 publicações) ambas qualis A1, e *Journal of Construction Engineering and Management* (5 publicações) qualis B1. Em relação à evolução de pesquisas sobre o tema abordado, apresenta-se o Gráfico 3, onde o eixo das abscissas representa os anos relativos a pesquisa e o eixo das ordenadas a quantidade de publicação referente.

Gráfico 2 - Relação de tópicos encontrados na busca realizada com os termos "*environmental+certification*" ou "*LEED+Certification*".



Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 3 - Evolução da quantidade de artigos publicados nos últimos dez anos considerando as palavras "*environmental+certification*" ou "*LEED+Certification*".



Fonte: Elaborado pelo autor.

A fim de demonstrar e confirmar a relevância dos estudos de viabilidade econômica, realizou-se o mesmo estudo bibliométrico considerando as palavras “*economic+viability*” ou “*feasibility+economic*” para o mesmo período (de 2005 a 2015), considerando a busca no título, resumo e palavra-chave, obteve-se um resultado de 4.529 artigos, destes, 3.837 são publicações revisadas por pares. Entretanto, quando cruza-se a pesquisa com as palavras buscadas anteriormente, não encontra-se resultados, conforme pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1- Publicações de 2005 a 2015 nas bases de dados indexadas pelo Portal de Periódicos CAPES.

<i>Combinações</i>	<b>Resultados</b>
“ <i>Sustainability</i> ” ou “ <i>Sustainability+Development</i> ”	77.221
“ <i>Environmental+Certification</i> ” ou “ <i>LEED+Certification</i> ”	213
“ <i>Economic+Viability</i> ” ou “ <i>Feasibility+Economic</i> ”	3.837
“ <i>Economic+Viability</i> ” e “ <i>Environmental+Certification</i> ”	0
“ <i>Feasibility+Economic</i> ” e “ <i>LEED+Certification</i> ”	0

Fonte: Elaborado pelo autor.

Deste modo, confirma-se que estudos de viabilidade econômica para obtenção da certificação LEED não são comumente realizados. Considerando a inexistência, no portal utilizado para realização das pesquisas, de publicações científicas que relacionem estudos de viabilidade econômica com a obtenção de certificações ambientais, buscou-se envolver as palavras “*green+building*” cruzando pesquisas com “*economic+viability*” e “*economic+feasibility*”. O resultado foi de apenas 6 artigos publicados em onze anos. Destaca-se ainda, que de maneira mais comum, encontra-se pesquisas voltadas para o custo benefício de construções verdes, ou seja, investigando a existência do aumento do custo para construções sustentáveis (LIU; GUO; HU, 2014).

Confirma-se assim que há uma escassez de estudos voltados para a viabilidade econômica de edifícios sustentáveis, mais acentuada ainda no que tange a adoção de certificações ambientais, como é o caso deste trabalho. É importante ressaltar que estudos de viabilidade econômica devem ser realizados antes de o projeto ser executado possibilitando que decisões e alterações possam ser tomadas de maneira mais eficaz. Esta pesquisa torna-se possível, uma vez que a metodologia LEED dispõe de um *check-list* que norteia os resultados que devem ser auferidos através de pesquisas em derredor de tecnologias e materiais disponíveis no mercado.

Liu, Guo e Hu (2014) advogam que sistemas de avaliação como o LEED, BREEAM (*Building Research Environmental Assessment Method*) e CASBEE (*Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency*) não consideram avaliações econômicas, corroborando para que muitas pessoas mantenham a ideia de que construções sustentáveis exigem investimentos de alto custo, destacando a necessidade de se criar sistemas de métodos teóricos para a análise de custo benefício destas construções. Isto posto, torna-se evidente a lacuna a ser preenchida com esta pesquisa, abordando a viabilidade econômica da adaptação de um hospital para obtenção da certificação LEED. Não obstante, este trabalho ainda mostra-se propício, uma vez que o cenário econômico atual nos revela redução de gastos nos mais diversificados setores públicos, entre eles, a saúde. Assim, avaliações econômicas podem ser entendidas como elementos de promoção da sustentabilidade, uma vez que implica em demonstrar se os investimentos acarretam em benefícios financeiros, seja de forma imediata ou a longo prazo (RUZENE, 2011).

#### 1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente projeto encontra-se estruturado em cinco capítulos a fim de melhor apresentar as informações relevantes, sendo inicialmente efetuada a introdução, como meio de apresentação do tema abordado, bem como a contextualização e problemática envolvida na pesquisa. Neste primeiro capítulo aborda-se ainda a justificativa e relevância desta pesquisa, bem como os objetivos que a norteiam.

No segundo capítulo aborda-se o referencial teórico utilizado como embasamento para a pesquisa, constituindo-se dos temas relevantes para este estudo, como sistemas de avaliação e desempenho ambiental, protocolo de certificação LEED, viabilidade econômica e alguns métodos determinísticos e não determinísticos de análise de investimentos. Na sequência, o terceiro capítulo apresenta a metodologia deste estudo, incluindo a classificação da pesquisa, detalhamento dos procedimentos a serem realizados para alcance dos objetivos, delimitação e limitações da pesquisa.

Os resultados obtidos, uma vez auferidos os objetivos propostos, encontram-se no capítulo quatro. No capítulo em questão pode ser verificado o diagnóstico da edificação, bem como os custos envolvidos nas adaptações e estratégias para perseguição da pontuação mínima exigida para certificação. Apresenta-se os cenários construídos bem como os estudos de viabilidade para cada cenário definido, encerrando-se o capítulo com uma comparação entre os



resultados obtidos para cada cenário somando-se a apresentação do tempo de retorno do investimento em questão e demais comentários cabíveis.

As conclusões da presente pesquisa são apresentadas no capítulo cinco e referem-se tanto aos objetivos específicos delineados, quanto aos resultados gerais constatados. Destaca-se alguns fatores relevantes para o desfecho da pesquisa considerando aspectos incorridos no decorrer da mesma. O capítulo é encerrado com a sugestão de futuros trabalhos tanto para a complementação desta pesquisa quanto para o enriquecimento do tema abordado no que tange a comunidade científica. As referências bibliográficas são expostas na sequência, possibilitando a busca por maiores detalhamentos do material utilizado.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção trata de assuntos que são a base para a realização deste trabalho, associando-se aos objetivos propostos. Aborda-se brevemente alguns aspectos intrínsecos aos sistemas de avaliação ambiental de construções, de modo a introduzir a relevância do sistema de avaliação considerado nesta pesquisa, o LEED. Este, por sua vez, é destacado na sequência, para entendimento do seu funcionamento, suas características e por fim algumas considerações pertinentes. Destarte, alguns preceitos envolvidos à análise de investimentos são apresentados, a fim de abordar com clareza o estudo de viabilidade econômica a partir da utilização de métodos como Valor Presente Líquido, Taxa Interna de Retorno e *Payback*, finalizando esta seção com esclarecimentos sobre a Simulação de Monte Carlo.

### 2.1 SISTEMAS DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL DE CONSTRUÇÕES

Integrado aos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio, por meio da Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, também conhecida como Rio+20, os governos comprometeram-se em criar um conjunto de metas para implementação do desenvolvimento sustentável – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Sob uma ótica mais atual, Desenvolvimento Sustentável passa a ser entendido como o “desenvolvimento que integra plenamente a necessidade de promover prosperidade, bem-estar e proteção do ambiente” considerando perspectivas de bem-estar social econômico e ambiental de modo a lidar globalmente com a sustentabilidade (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2012). Posto que Griggs (2013) afirma, os ODS devem ser mensuráveis e devem aplicar-se tanto aos países desenvolvidos como aos países em desenvolvimento, de modo que as políticas nacionais passem a aplicar um valor em capital natural e um custo em ações insustentáveis, como por exemplo, a precificação do carbono. Sob esta perspectiva, incita-se o desenvolvimento de sistemas de avaliação ambiental de edifícios (HONDA; LIMA JR., 2015; LIMA, 2010). Destarte, pode-se afirmar que o desenvolvimento de sistemas de avaliação ambiental passou a ser necessário no processo de desenvolvimento devido aos consideráveis problemas ambientais, sociais e econômicos expostos em âmbito mundial (ALI; AL NSAIRAT, 2009).

Um aspecto a ser considerado são os diferentes impactos ambientais causados em diferentes regiões do mundo (SUZER, 2015), assim, um sistema de avaliação desenvolvido sob perspectivas de um determinado país pode não apresentar resultados tão eficientes em outros lugares. As ferramentas de avaliação para o setor de edificações podem ser divididas em dois

grupos: ferramentas que fazem uso de avaliações do ciclo de vida e ferramentas baseadas em sistemas de critérios (ALI; AL NSAIRAT, 2009).

No que tange a avaliação do ciclo de vida considera-se os impactos gerados durante todo o ciclo de vida do produto. Entretanto, tornam-se métodos difíceis de serem utilizados, uma vez que a esperança de vida de um edifício é consideravelmente longa, de modo que fases futuras acabam sendo avaliadas através de suposições (SUZER, 2015). Ademais, a complexidade dos projetos dificulta a aplicação dos métodos, tornando a ferramenta preferível no apoio à tomada de decisão (BRIBIÁN; USÓN; SCARPELLINI, 2009). Em sua maioria, estes métodos têm sido utilizados para seleção de projeto e material de construção, podendo ser citado o *GreenCalc*, que considera três categorias (ciclo de vida dos materiais, índices de rendimento energético e coeficiente de desempenho de água) para a composição de um índice ambiental (KRAS, 2011). Outras metodologias que incluem análises do ciclo de vida são *BEES* (EUA), *Beat* (Dinamarca), *EcoQuantum* (países Baixos) e *KCL Eco* (Finlândia) (ALI; AL NSAIRAT, 2009).

De modo antagônico, as ferramentas baseadas em critérios são amplamente utilizadas em todo o mundo, apresentando maior facilidade de compreensão e aplicação dos resultados, uma vez que contam com listas de verificação, sendo então consideradas regimes abrangentes de avaliação ambiental (SUZER, 2015). Autores como Ali e Al Nsairat (2009, p. 1054) definem as ferramentas baseadas em critérios “*as a system of assigning point values to a selected number of parameters on a scale ranging between ‘small’ and ‘large’ environmental impact*”, isto é, critérios pré estabelecidos são considerados, e avaliados conforme uma pontuação determinada. O Reino Unido contou com a primeira ferramenta de avaliação ambiental baseada em critérios, o *BREEAM - Building Research Environmental Assessment Method*, e atualmente tem-se o *SBTool* (Canadá), *CASBEE* (Japão), *GreenStar* (Austrália) e *LEED* (EUA) semelhantes ao *BREEAM* (COLE, 2005).

Diversos são os países que possuem seus respectivos sistemas de avaliação ambiental e classificação de edificações. O Quadro 1 apresenta as informações relacionadas a alguns dos sistemas de avaliação existentes e alguns estudos encontrados no universo científico sobre os mesmos. Construções sustentáveis não só contribuem com o meio ambiente, como também têm o potencial de apresentar custos operacionais e de manutenção inferiores às tradicionais (PARDINI, 2009).

Quadro 1 - Resumo dos métodos de avaliação de desempenho ambiental.

(continua)

<b>País</b>	<b>Sistema de Certificação</b>	<b>Características</b>	<b>Referências</b>
França	HQE – <i>Haute Qualité Environnementale</i>	Criado em 1990, baseia-se em critérios divididos em dois grupos. Certifica edifícios comerciais e residenciais novos e usados e habitações unifamiliares.	(BIDOU, 2006; CAUCHARD, 2013)
Alemanha	Certificação Alemã para Edificações Sustentáveis	Foi criado em 2007 e certifica Edifícios Públicos, Comerciais e Residenciais em Geral – Construção ou Reforma; Loteamentos e Bairros. A classificação do selo é dividida em ouro, prata e bronze. O Governo oferece benefícios fiscais para as edificações certificadas. (DGNB)	(REITH; OROVA, 2015; ZIEBA; BELNIAK; GLUSZAK, 2013)
Austrália	NABERS - <i>National Australian Building Environment Rating Scheme</i>	Certifica edifícios novos e existentes atribuindo uma classificação única (pontuação de 0 a 10), a partir de critérios diferentes para proprietários e usuários. Certifica edifícios comerciais e residenciais. Os níveis de classificação são revisados anualmente. (NABERS)	(LOVE; BULLEN, 2009; NEWELL; MACFARLANE; WALKER, 2014)
África do Sul	SBAT – <i>Sustainable Building Assessment Tool</i>	Utiliza 5 critérios de desempenho que consideram questões sociais e econômicas. Avalia partes integradas do edifício, baseado na análise do ciclo de vida.	(GIBBERD, 2005)
Brasil	AQUA – Alta Qualidade Ambiental do Empreendimento	Criado pela Fundação Vanzolini em 2007. É adaptado da metodologia francesa HQE. Certifica Edifícios Habitacionais; Escritórios e Edifícios Escolares; Renovação; Hospedagem, Lazer, Bem Estar, Eventos e Cultura; Bairros e Loteamentos. Avalia 14 critérios divididos em 4 categorias.	(DALLA COSTA; MORAES, 2013; GRÜNBERG; MEDEIROS; TAVARES, 2014; MUÑOZ BARROS, 2012; OLIVEIRA; SILVEIRA; QUELHAS, 2011)
	Selo Casa Azul	Criado em 2008 pela Caixa Econômica Federal. Classifica edifícios habitacionais em três níveis: ouro, prata e bronze.	(KALIL et al., 2012; GRÜNBERG; MEDEIROS; TAVARES, 2014)

Quadro 1 - Resumo dos métodos de avaliação de desempenho ambiental.

(continuação)

Brasil	Procel Edifica – Programa Nacional de Eficiência Energética em Edificações	Lançado em 2003 pelo Ministério de Minas e Energias. Certifica edifícios comerciais, de serviços públicos e residenciais. A etiqueta é concedida na fase do projeto e após a construção do edifício. Assim, pode ser considerado mais como uma “etiquetagem” ou identificação do que com um certificado.	(BATISTA; ROVERE; AGUIAR, 2011; DE OLIVEIRA; SHAYANI; DE OLIVEIRA, 2013; LAMBERTS et al., 2006)
Canadá	BEPAC - <i>Building Environmental Performance Assessment Criteria</i>	Foi criado em 1993, inspirado no BREEAM e certifica edifícios comerciais novos ou existentes. Distingue critérios de projeto e de gestão separados para o edifício-base e para as formas de ocupação que ele abriga.	(CRAWLEY; AHO, 1999) (DING, 2008)
Holanda	Eco-Quantum	É baseado na avaliação do ciclo de vida, com uma vasta base de dados de materiais e produtos comumente utilizados. Não é um método de avaliação global, que certifica apenas edifícios residenciais.	(SEO et al., 2006)
Hong Kong	HK-BEAM - <i>Hong Kong Building Environmental Assessment Method</i>	Foi criado em 1996 como uma adaptação do sistema BREEAM e certifica edifícios de escritórios e residenciais novos ou em uso. As categorias de avaliação dividem-se em globais, locais e <i>Indoor</i> .	(DAVIES, 2001; LEE et al., 2002)
Japão	CASBEE - <i>Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency</i>	Criado em 1998 é composto por várias ferramentas para diferentes estágios do ciclo de vida. A ferramenta de projeto trabalha com um índice de eficiência ambiental do edifício e aplica ponderação fixa e em todos os níveis.	(SEO et al., 2006)
Singapura	Green Mark	Lançado em 2005 para promover o desenvolvimento sustentável no ambiente construído, bem como difundir o conhecimento entre incorporadores, projetistas e construtores quando da concepção e execução do projeto. Certifica novas construções e edifícios existentes.	(BOZOVIC-STAMENOVIC et al., 2015)

Quadro 1 - Resumo dos métodos de avaliação de desempenho ambiental.

(conclusão)

Reino Unido	BREEAM - <i>Building Research Environmental Assessment Method</i>	Criado em 1990 é um sistema com base em avaliação de critérios para várias tipologias de edifícios. Um terço dos itens avaliados é parte de um bloco opcional de avaliação de gestão e operação para edifícios em uso. Os créditos são ponderados para gerar um índice de desempenho ambiental do edifício. Foi pioneiro nos sistemas de avaliação ambiental de edificações.	(ALI; AL NSAIRAT, 2009; REITH; OROVA, 2015; SEINRE; KURNITSKI; VOLL, 2014; SUZER, 2015)
EUA	LEED - <i>Leadership in Energy and Environmental Design</i>	Criado em 1993 inspirado no BREEAM. Sistema com base em critérios. Participam dele todos os setores da cadeia produtiva da indústria da construção civil. Usa um sistema simples de lista de verificação. O LEED é o mais comercial dos sistemas existentes, usado em vários países, como Brasil (GBCBRASIL), Canadá (CAGBC), Emirados Árabes (EMIRATESGBC) e Índia (IGBC).	(BAUMANN; REISER; SCHÄFER, 2009; DOBIÁS; MACEK, 2014; JALAEI; JRADE, 2015; MATISO; NOONAN; MAZZOLINI, 2014; STEFANUTO; HENKES, 2013; SUZER, 2015; THIEL et al., 2014)

Fonte: Adaptado de Ding (2008), Pardini (2009), Lima (2010) e Ruzene (2011).

Entretanto, como afirmam Ries et al. (2006) em sua pesquisa, a qual apontou ganhos de produtividade, qualidade interna do ambiente e redução no consumo de energia, a mensuração destes ganhos ainda é um dificultador para que comparações possam ser traduzidas em valores, de modo que a utilização de sistemas de avaliação ambiental possam vir a reduzir essa problemática.

Lützkendorf e Lorenz (2006) afirmam ser preferível um sistema padronizado de avaliação de sustentabilidade, entretanto, o contexto local vem provando ser amplamente valoroso (SEINRE; KURNITSKI; VOLL, 2014). Apesar das diversas metodologias de certificação em diferentes países, há uma notável preferência das empresas internacionais pela certificação LEED (BAUMANN; REISER; SCHÄFER, 2009). Ao que tange os vários sistemas de certificação existentes, Seinre, Kurnitski e Voll (2014, p. 1) afirmam que “novos podem ser esperados”, como é o caso do trabalho desenvolvido por Ali e Al Nsairat (2009), que ao perceberam a carência de recursos, bem como o uso ineficiente deles na Jordânia, desenvolveram uma ferramenta de análise de desempenho ambiental de construções (baseada no LEED, CASBEE, BREEAM e GBTool) que atende de forma mais efetiva as necessidades locais.

### **2.1.1 Protocolo de certificação LEED**

*Leadership in Energy and Environmental Design*, ou LEED, é um método de avaliação do desempenho de edifícios que considera adoção de estratégias e melhores práticas de construção visando a sustentabilidade. Fornece uma escala para que as práticas verdes em um empreendimento possam ser medidas, propiciando informações de possíveis melhoras. Foi criado em 1993 objetivando promover não só edifícios responsáveis no que tange o desenvolvimento sustentável, mas também lucrativos e mais saudáveis, seja como ambiente de trabalho ou residência. Esta certificação considera todos os setores da cadeia produtiva da Indústria da Construção Civil e é o mais comercial dos sistemas existentes (GOMES; PARDINI, 2010) e o de maior reconhecimento internacional (MATISO; NOONAN; MAZZOLINI, 2014). É um sistema voluntário, de auto avaliação, orientado para o mercado de classificação de edifícios. Atualmente, empresas do mundo todo buscam a obtenção da certificação LEED (BAUMANN; REISER; SCHÄFER, 2009; DING, 2008).

O sistema de avaliação é composto por listas de verificação – *checklist*, que facilita a sua utilização desde o processo de planejamento. Desta forma, as equipes podem usar o *checklist* como base para discussões das estratégias que serão utilizadas e ainda quais créditos

serão visados (SEO et al., 2006). Para que se possa obter a certificação é necessário satisfazer um conjunto de critérios de desempenho. Estes critérios são agrupados em áreas chave e o peso de cada critério varia de acordo com a tipologia da edificação. Há quatro níveis da certificação LEED, onde diferenciam-se e determinam-se pelo número de pontos que ganha o projeto em questão. Assim, tem-se:

- a) Certificado: de 40 a 49 pontos;
- b) *Silver*: de 50 a 59 pontos;
- c) *Gold*: de 60 a 79 pontos; e
- d) *Platinum*: 80 a 110 pontos.

A certificação *LEED* abrange oito categorias que abordam os principais aspectos de edifícios verdes, as quais são demonstradas no Quadro 2. Em cada uma destas categorias há pré-requisitos específicos a serem satisfeitos pelos projetos, ademais, há uma pontuação máxima que pode ser obtida em cada categoria, acumulando então uma soma de pontos finais.

Quadro 2 - Categorias básicas de pontuação e respectivas características abordadas.

(continua)

<b>Categoria</b>	<b>Descrição</b>
Localização e Transporte	Considera as características existentes da comunidade envolvente e como esta infraestrutura afeta o comportamento dos ocupantes e desempenho ambiental, como por exemplo o trânsito local, existência de ciclovias, pistas para pedestres, instalações de saneamento básico, transporte público, etc. Estacionamentos limitados para veículos privados, incentivando redução do uso destes, espaço específico para bicicletas, acesso ao transporte público, etc.
Locais Sustentáveis	Aborda a integração do local com o ecossistema regional, construções localizadas em locais que não agridam ou prejudiquem o meio ambiente, minimização da poluição, etc.
Eficiência da Água	Considera a redução do uso da água, utilização de sistemas de medição, reutilização de águas residuais para as necessidades de água não-potável, etc.
Energia e Atmosfera	Considera a redução do uso de energia, uso de iluminação natural, estratégias para eficiência energética, fontes de energias renováveis, estratégias de aquecimento e refrigeração passivos, como ventilação natural, etc.
Materiais e Recursos	Objetiva a minimização da energia incorporada e outros impactos associados com a extração, processamento, transporte, manutenção e descarte de materiais de construção. Engloba a redução de resíduos, considera a avaliação do ciclo de vida dos materiais utilizados, custos dos produtos, etc.



Quadro 2 - Categorias básicas de pontuação e respectivas características abordadas.

Categoria	Descrição
Qualidade Ambiental Interna	Considera a qualidade do ar interior, aspectos térmicos, aspectos visuais, conforto acústico, iluminação, etc.
Inovação	Objetiva reconhecer projetos para características de construção inovadores e práticas de construção sustentável e demais estratégias. Considera ainda a contratação e profissionais credenciados LEED.
Prioridades Regionais	Considera questões ambientais particulares de cada localidade e como são abordadas na edificação, como, por exemplo, escassez de água.

(conclusão)

Fonte: Adaptado de USGBC (2016b).

Este sistema de certificação encontra-se constantemente em aperfeiçoamento e adaptação e atualmente conta com uma divisão de referenciais onde intenta-se atender as particularidades de diferentes tipos de projetos (DALLA COSTA; MORAES, 2013). A versão mais atual é o LEED v4, lançado em 2012. Cada tipo de projeto e construção demanda de requisitos específicos a serem avaliados, assim, o LEED apresenta-se flexível o suficiente para diversas tipologias. Destarte, a metodologia é efetiva para todas as construções e em todas as fases de desenvolvimento, seja para construções novas ou já existentes nos mais diversos ramos: comerciais; hospitalares; de escolas; residenciais; entre outros. O Quadro 3 aborda os diferentes tipos de construções certificados nesta metodologia, bem como sua aplicabilidade.

Para que a certificação seja concebida, algumas etapas devem ser seguidas. De acordo com o GBCBRASIL (2016), primeiramente deve-se escolher a qual tipologia (dentre as apresentadas no Quadro 4) se enquadra o projeto em questão, para então registrá-lo junto ao *United States Green Building Council (USGBC)* por meio do *LEED ONLINE*, efetuando então o pagamento da taxa de Certificação. Seguidamente preenche-se no *LEED ONLINE* as informações acerca da conformidade com os créditos da certificação em questão. Submete-se então todo o material relacionado ao projeto e/ou a obra para análise por parte dos profissionais do GBCI (*Green Building Council Institute*), podendo estes solicitar informações adicionais ou esclarecimentos. Após a análise final do material, a equipe de projeto pode recorrer e solicitar revisão de qualquer crédito individual, caso a pontuação tenha sido negada, sob pagamento de uma taxa adicional ao GBCI. Em relação aos custos, estima-se o valor referente a 0,01% do custo da obra (FUJIHARA, 2016). Os valores são cobrados pelo USGBC e pagos ao mesmo, e

variam de acordo com o tamanho dos projetos em análise, como podem ser observados no Anexo I deste documento.

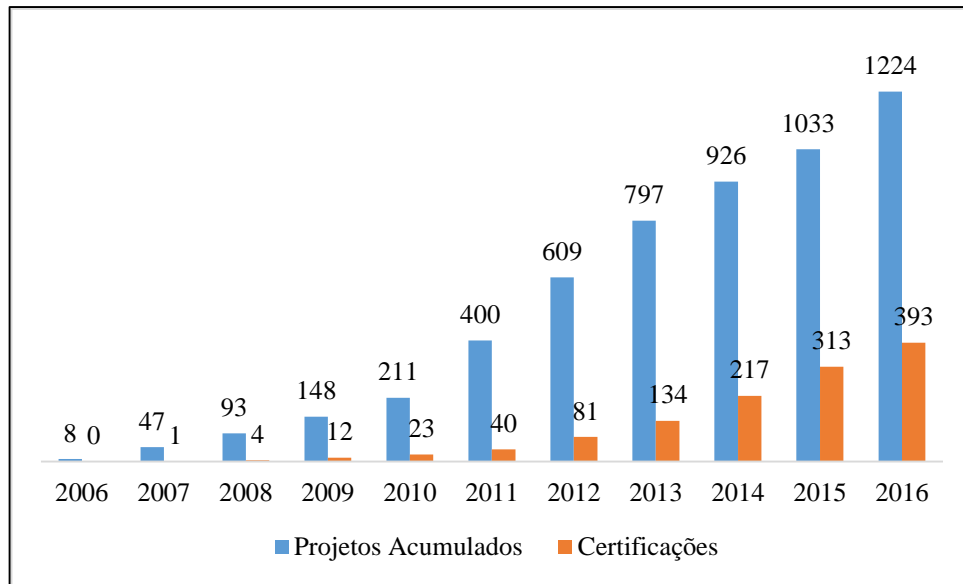
Quadro 3 - Tipologias de Certificações.

<b>Tipologia</b>	<b>Aplicabilidade</b>	<b>Subdivisões</b>
<i>LEED BD + C</i>	Novas construções e grandes projetos de renovação de construções já existentes	<i>Core and Shell Data Centers Healthcare Hospitality Retail Schools Warehouses and Distribution Centers New Constructions</i>
<i>LEED O+M</i>	Operação predial e manutenção	<i>Existing Buildings Data Centers Hospitality Retail Schools Warehouses and Distribution Centers</i>
<i>LEED ID+C</i>	Desenvolvimento de espaços interiores	<i>Commercial Interiors Hospitality Retail</i>
<i>LEED HOMES</i>	Construção de casas unifamiliares e multifamiliares de até oito andares	<i>Homes Multifamily Midrise</i>
<i>LEED ND</i>	Integra princípios de crescimento planejado e inteligente, urbanismo sustentável e edificações verdes, por meio de diferentes tipologias de edificações e mistura de usos dos espaços urbanos. Incentiva ainda a utilização de transporte público, eficiente e alternativo e criação de áreas de lazer, tais como parques e espaços públicos de alta qualidade.	<i>Plan Built Project</i>

Fonte: Adaptado de USCBC (2016c).

Segundo o USGBC (2016c), o Brasil detém o quinto lugar no ranking de construções certificadas, com 393 projetos certificados e 1224 atualmente registrados, atrás dos EUA (24.880 projetos certificados e 31.344 registrados), Canadá (2.265 projetos certificados e 2.732 registrados), China (750 projetos certificados e 1.524 registrados) e Índia (544 projetos certificados e 1.457 registrados). Ressalta-se que o Canadá e a Índia criaram suas próprias adaptações do LEED para necessidades específicas do seu país. Dentre as certificações concebidas no Brasil, 131 são do nível Gold, 102 Silver, 12 Platinum e 74 certificados (USGBC, 2016c). O Gráfico 4 apresenta a evolução dos projetos acumulados no país e das certificações acumuladas nos últimos dez anos, confirmando uma dinâmica positiva neste cenário.

Gráfico 4 - Projetos e certificações acumuladas nos últimos dez anos no Brasil.



Fonte: Adaptado de USGBC (2016c).

Do total de projetos acumulados, 43,75% são relativos a envoltória e estrutura principal (CS: Core & Shell), 38,46% relativos a novas construções e apenas 3,37% a unidades de saúde, ou seja, 35 num total de 1040 registros acumulados (USGBC, 2016c). Comparando com o país líder em certificações (EUA) essa porcentagem é bem próxima, sendo de 3,99% (sendo 0,22% no Canadá, 0,84% na China e 0,1% na Índia) (USGBC, 2016c).

Outro fato relevante é que destes 1040 projetos, 0,87% são edificações pertencentes ao governo federal, 1,15% pertencentes a governos estaduais e 1,06% pertencentes a governos municipais, o que totaliza 3,8% de projetos de edificações públicas (contra 20,51% no EUA, 0,74% no Canadá e 6,2% na China) o que demonstra o desinteresse do governo brasileiro frente a estes países – exceto o Canadá, em obter melhores resultados sustentáveis no setor de edificações. Entretanto, no que tange o critério de Eficiência de Água, o Brasil só perde para o EUA: em 82% de todos os projetos LEED BD+C o Brasil conta com a máxima pontuação (USGBC, 2015).

No cenário nacional pode-se citar como exemplo de obra certificada a Agência do Banco Real, na Granja Viana, em São Paulo - foi o primeiro empreendimento certificado na América Latina. O Eldorado Business Tower, também localizado em São Paulo, foi o primeiro a receber a certificação em nível Platinum e conta com sistema de ar-condicionado com volume de refrigeração variável que possibilita baixo consumo energético, utilizando gás R-410, conta com sistema de aproveitamento de água da chuva para fins de necessidade de água não potável,

a fachada dispõe de 43% de área envidraçada com vidros *low-e* que permitem melhor desempenho térmico no interior do edifício, entre outras características que o diferenciam de uma edificação tradicional.

A garagem da empresa de viação Urubupungá, localizada em Santana do Parnaíba (SP), possui certificação LEED em nível Gold para o edifício de manutenção e nível Silver para o prédio Administrativo. A empresa apresenta que o investimento para obtenção da certificação foi de 4,4 % do custo total da obra, com previsão de retorno deste com a redução de 8% no custo de operação e com a valorização do edifício em 10% a 20% (URUBUPUNGÁ, 2016).

A Arena Fonte Nova, localizada em Salvador, possui certificação no nível Silver e a preocupação com a sustentabilidade se deu desde a demolição da antiga edificação, onde 100% do concreto da antiga sede foi reutilizado na nova construção e apenas 25% dos resíduos da construção foram destinados a aterros. A Arena conta com lâmpadas de maior eficiência energética, elevadores verdes (que proporcionam uma economia de 50% no consumo de energia, em relação aos elevadores comuns), possui coletores para o reaproveitamento da água da chuva além de contar com 35% de sua energia proveniente de fontes renováveis (ARENA, 2016).

Pardini (2009, p. 57) explora em sua dissertação o uso apenas comercial do LEED, afirmando que “o cumprimento de requisitos do LEED não garante um desempenho excepcional a ponto de permitir uma classificação clara que distinguisse indiscutivelmente ‘edificações sustentáveis’ e ‘edificações convencionais’ ”. As certificações, entretanto, incentivam as práticas sustentáveis, porém, não garantem um melhor desempenho durante o uso do edifício (DALLA COSTA; MORAES, 2013), de modo que a certificação LEED pode então ser vista como possuidora de grande potência no que tange a disseminação de conceitos e boas práticas (HERNANDES, 2006).

Um estudo proposto por Chen, Ong e Hsu (2016) analisou a relação entre a internacionalização de empresas e adoção de estratégias ambientais, de modo que os resultados mostraram que, até certo ponto, empresas pró ativas no que tange a estratégias ambientais demonstram maiores índices de internacionalização, de modo que uma pró atividade adicional não apresenta correlação com a internacionalização.

Dalla Costa e Moraes (2013) afirmam que a forte conotação comercial que as certificações ambientais adquiriram demonstram seu valor no que tange sua eficiência como diferencial de mercado. Robustecendo este ponto de vista, o estudo de Ranã (2014) constatou que a motivação das construtoras paranaenses (objeto do estudo) em buscarem a certificação

LEED, após a preocupação com a responsabilidade ambiental, é a valorização econômica das unidades de venda, a redução dos custos operacionais e o marketing envolvido.

No que tange a motivação de obter certificações LEED devido ao marketing envolvido, Matiso, Noonan e Mazzolini (2014) confirmam a mesma constatação. Ademais, a incorporação de práticas sustentáveis impulsiona vantagens como aumento de produtividade, aumento da qualidade de vida, redução de taxa de mortalidade e menos tempo de internamento (especificamente no caso de hospitais), redução de custos operacionais e de manutenção já abordadas em outras seções deste trabalho (DOBIÁS; MACEK, 2014; KATS et al., 2003; MILLER et al., 2009; SAHAMIR; ZAKARIA, 2014; THIEL et al., 2014). Assim, a certificação LEED pode ser compreendida como viabilizador destas vantagens.

## 2.2 ANÁLISE DE INVESTIMENTOS

No que tange a análise de alternativas econômicas, a Engenharia Econômica apresenta-se como a base para análises a serem feitas de forma preliminar a qualquer tomada de decisão (HIRSCHFELD, 2011). A Engenharia Econômica aborda a utilização de técnicas fundamentadas na matemática financeira para descrever as relações entre tempo e dinheiro, permitindo a análise de problemas que envolvam situações de risco ou incerteza, ou em decisões que abordam aspectos qualitativos (CASAROTTO FILHO; KOPITTKKE, 2007). Em investimentos a serem realizados, considera-se o custo do capital empregado para se confirmar a viabilidade do mesmo.

Investimentos podem ser compreendidos por um conjunto de decisões com vista a uma estrutura ideal para que os objetivos do negócio sejam auferidos (SANVICENTE, 2008). Para mais, a análise de investimentos envolve a geração e a avaliação de alternativas distintas disponíveis identificando as mais atrativas financeiramente (CLEMENTE; SOUZA, 2009).

Decisões de investimento devem apresentar retornos positivos para o investidor, superando as taxas de remuneração requeridas pelos proprietários do capital, ou ainda, as receitas inerentes ao projeto devem superar os custos necessários. O objetivo proposto em projetos, muitas vezes só é alcançado “após decorrido um determinado tempo para maturação do investimento” (MOTTA; CALÔBA, 2009). Retoma-se o binômio tempo e dinheiro: a remuneração do capital sob determinada taxa de juros, podendo sofrer efeitos de inflação (ganhar valor no decorrer do tempo) ou deflação (redução de valor no decorrer do tempo).

Como método de representação de entradas e saídas efetivas de dinheiro ao longo do tempo, utiliza-se comumente o diagrama do fluxo de caixa (MEDEIROS, 2015). Sob

perspectiva de investimentos, o fluxo de caixa permite conhecer a sua rentabilidade e viabilidade econômica (SAMANEZ, 2009). O fluxo de caixa pode ser representado de maneira analítica, entretanto, independente da forma de representação, deve ser composto de contribuições que refletem “as entradas e saídas de dinheiro que realmente vão atuar ao longo do prazo analisado” ou o mais próximo possível dos valores reais (HIRSCHFELD, 2011, p. 183).

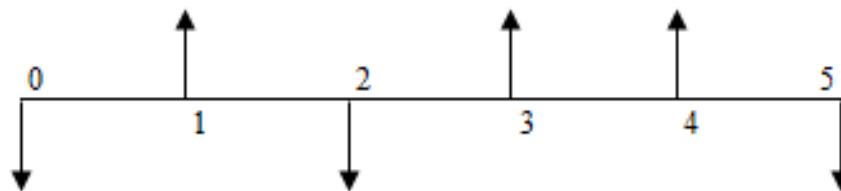
Ao considerar um investimento realizado da seguinte forma:  $F_0$  no instante inicial,  $F_2$  no instante 2 e  $F_5$  no instante 5, com recebimentos de  $F_1$  no instante 1,  $F_3$  no instante 3 e  $F_4$  no instante 4, pode-se obter a representação do mesmo de diferentes formas. O Quadro 4 apresenta o fluxo de caixa analítico respectivo a esta movimentação e a Figura 1 o diagrama de fluxo de caixa, onde o eixo horizontal representa o tempo a partir do instante considerado inicial até o instante considerado final.

Quadro 4 - Representação do fluxo de caixa analítico.

Instante	Entradas	Saídas
0		$F_0$
1	$F_1$	
2		$F_2$
3	$F_3$	
4	$F_4$	
5		$F_5$

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Figura 1 - Representação do diagrama do fluxo de caixa.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Cada representação apresenta suas vantagens de representação. Entretanto, para cada caso de análise de investimento ambas podem se complementar e permitir maior compreensão da dinâmica envolvida. No que tange as contribuições a cada período de um empreendimento, alguns conjuntos importantes podem ser destacados:

1. *Investimentos*.
2. *Resultados operacionais*, isto é, *Receitas operacionais* subtraídas das *Despesas operacionais*.
3. *Receitas eventuais* provenientes, por exemplo, de vendas por valores residuais de bens não mais utilizados ou de aplicações financeiras externas.
4. *Gastos eventuais* provenientes, por exemplo, de pagamentos de juros em virtude de empréstimos momentâneos ou financiamentos longos, novas aquisições de bens etc. (HIRSCHFELD, 2011, p. 183).

A representação do fluxo de caixa permite verificar eventuais excedentes e escassez no caixa, propiciando o planejamento de medidas que venham minimizar consequências não desejadas dessas alterações (SILVA, 2006). Samanez (2009, p. 36) estabelece que a análise de investimento de capital demanda “um grau justo de raciocínio econômico e projeção das condições futuras, o que vai além do uso das demonstrações financeiras normais”, como é o caso do fluxo de caixa. Uma vez identificadas as variáveis inerentes ao projeto e compreendida a dinâmica de operação, os métodos e procedimentos de análise podem ser verificados, de modo a discernir sob o mais adequado em cada situação (MEDEIROS, 2015).

Segundo Casarotto Filho e Kopittke (2007, p.105), a decisão da implantação de um projeto deve considerar: “(a) critérios econômicos: rentabilidade do investimento; (b) critérios financeiros: disponibilidade de recursos; e (c) critérios imponderáveis: fatores não conversíveis em dinheiro”. Esta pesquisa atenta-se sobre os critérios econômicos, abordando técnicas, métodos, convenções e critérios utilizados comumente na análise do processo decisório. O Quadro 5 apresenta a consideração de alguns autores sobre quais seriam os principais métodos para análise de investimentos, dentre eles: Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Valor Uniforme Equivalente (VUE), Custo Anual Equivalente (CAE), Valor Futuro Líquido (VFL), *Payback* (PB), *Payback* Descontado (PB descontado), Custo-Benefício (C/B).

Quadro 5 - Principais métodos para análise de investimento de acordo com alguns autores da área.

<b>Autores</b>	<b>Principais Métodos</b>
Casarotto Filho e Kopittke, 2007	VUE, VPL, TIR
Mota e Calôba, 2009	VPL, TIR, CAE, Payback
Samanez, 2009	VPL, TIR, PB descontado, C/B, VUE
Hirschfeld, 2011	VPL, VUL, VFL

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Os métodos do Valor Presente Líquido, Valor Anual Equivalente e Taxa Interna de Retorno são considerados métodos exatos, ajustando-se perfeitamente ao conceito de “Equivalência” da matemática financeira, onde método como o *Payback*, ou Método de Tempo de Recuperação do Capital, é considerado não exato (CASAROTTO FILHO; KOPITTKKE, 2007).

Frischmann (2015) apresentou um estudo de viabilidade econômica de um empreendimento residencial utilizando como métodos para análise e tomada de decisão o VPL, a TIR, o *Payback* descontado, a Lucratividade e a Rentabilidade direta. O VPL, TIR e *Payback* também foi utilizado, por Artuzo et al. (2015), para viabilidade econômica de mecanização para uma propriedade rural, como etapa do processo de tomada de decisão no investimento em máquinas e implementos agrícolas, confirmando a viabilidade da mecanização. Cicone Junior et al. (2007) utilizaram, também, o VPL, TIR, *Payback* e ainda o Método de Análise Hierárquica (MHP ou *Analytic Hierarchy Process – AHP*) na análise de projetos de eficiência energética, uma vez que consideraram também fatores qualitativos como influenciadores na decisão, considerando os resultados satisfatórios.

Medeiros (2015) abordou o estudo de comparação da viabilidade econômica de aquisição dos imóveis financiados pelo Programa Minha Casa, Minha Vida 2 com o valor do aluguel. A Simulação de Monte Carlo foi aplicada para diferentes valores de imóveis gerando probabilidades e análise de sensibilidade em relação ao VPL (para compra e aluguel). Os resultados obtidos no comparativo entre o VPL do aluguel versus o VPL de compra, imóveis com uma TMA de 5% a 7% se mostraram como melhor opção para compra (financiamento) e imóveis que tenham TMA de 11% a 15%, o aluguel é a melhor escolha.

A partir do exposto, as próximas seções abordam as metodologias de análise de investimento comumente utilizadas em estudos de viabilidade econômica (VPL, TIR e *Payback*). Definições são abordadas, bem como sua utilização, fórmulas e demais fatores relevantes. Destarte, para melhor compreensão, torna-se relevante abordar o Custo de Capital (SAMANEZ, 2009), Taxa de Desconto (MOTTA; CALÔBA, 2009) ou ainda, Taxa Mínima de Atratividade (TMA).

Na concepção de Casarotto Filho e Kopittke (2007, p. 253), os recursos utilizados para investimento provêm de diversas fontes, dentre elas empréstimos, debêntures ou mesmo capital próprio da empresa ou patrimônio líquido, de forma que cada um desses recursos é remunerado de alguma forma ou tem seu custo. De maneira prática, os investimentos devem, então, apresentar um rendimento suficiente para o pagamento de juros (no caso de capital de terceiros) e proporcionar um lucro compatível com as expectativas dos acionistas. Destarte, “a taxa de



juros que o dinheiro investido irá proporcionar, via de regra, deve ser superior a uma taxa prefixada”, a TMA (HIRSCHFELD, 2011, p. 98).

### 2.2.1 Valor presente líquido

É o mais conhecido e mais utilizado dos métodos para fundamentar decisões de investimento (RODRIGUES JUNIOR; SOUSA; SOUSA NETO, 2015), considerado um método robusto (CLEMENTE; SOUZA, 2009; FERREIRA, 2009) e simples (CASAROTTO FILHO; KOPITTKKE, 2007). Neste método todos os valores esperados do fluxo de caixa são deslocados para o período inicial (zero). As taxas de juros são descontadas do valor futuro, ou seja, desconsidera-se a capitalização do custo de recuperação do capital, obtendo-se, então, o valor no instante zero. Neste caso, a taxa utilizada para o cálculo do VPL é a Taxa Mínima de Atratividade.

É evidente, então, que o cálculo do VPL considera o valor do dinheiro no tempo, e a medida atenta-se ao valor monetário atual. Samanez (2009, p. 36) afirma que a finalidade do VPL é calcular “o impacto dos eventos futuros associados a uma alternativa de investimento” e apresenta a Equação 1 para sua definição.

$$VPL = -I + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1 + K)^t} \quad (1)$$

Onde:

I é o investimento inicial;

$\sum$  é o somatório, indica que deve ser realizada a soma da data 1 até a data n nos fluxos de caixa descontados ao período inicial;

FC é o fluxo de caixa no t-ésimo período; e

K é o custo do capital.

Na comparação entre diferentes projetos de investimento, a decisão de escolha dá-se pela alternativa que apresentar maior VPL, ou seja, “o maior valor algébrico, da soma de todos os valores presentes, considerando-se adotada a convenção de que qualquer dispêndio tem sinal negativo e qualquer receita tem sinal positivo” (HIRSCHFELD, 2011, p. 110).

Na ausência de restrições de capital, a utilização correta do VPL leva à escolha ótima, uma vez que um recurso acessível hoje vale mais do que no futuro, sendo que este pode ser investido e gerar rentabilidade (RODRIGUES JUNIOR; SOUSA; SOUSA NETO, 2015). Samanez (2009) ainda afirma que o cálculo do VPL reflete na preferência para análise de valores presentes, uma vez que incertezas são associadas aos fluxos de caixa futuros. Um VPL positivo demonstra a certeza de recuperação do capital, considerando não só o valor do dinheiro no tempo, mas também o custo de oportunidade do capital investido, evidenciando a noção de risco envolvido. A utilização de um valor apropriado para o custo de capital é um determinante para a acuracidade do método considerando sua sensibilidade a mudanças da taxa, especialmente no caso de projetos de longo prazo.

### 2.2.2 Taxa Interna de Retorno

Este método requer o cálculo de uma taxa que torna nulo o cálculo do VPL dos fluxos de caixa das alternativas em análise. Ou seja, matematicamente, é a taxa que iguala os recebimentos futuros aos investimentos feitos no projeto. A decisão da realização de um investimento está, geralmente, intrínseca ao desejo de receber, uma quantia que, em relação à quantia investida, corresponda, no mínimo, à TMA ou custo do capital (HIRSCHFELD, 2011). A equação matemática que define a Taxa Interna de Retorno (TIR) é apresentada, conforme Samanez (2009, p. 39), na Equação 2.

$$VPL = -I + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1 + i^*)^t} = 0 \quad (2)$$

Sob o critério de decisão: se  $i^* > K \Rightarrow$  projeto economicamente viável, onde:

I é o investimento inicial;

$\sum$  é o somatório, indica que deve ser realizada a soma da data 1 até a data n nos fluxos de caixa descontados ao período inicial;

FC é o fluxo de caixa no t-ésimo período;

i é a taxa de retorno ou TIR; e

K é o custo do capital.

No que tange a análise de investimentos a partir do método TIR, Motta e Calôba (2009) afirmam que se a TIR for superior que a TMA ou que o custo de capital, então a alternativa merece consideração, caso contrário, a alternativa é rejeitada. Deste modo, a TIR não tem como finalidade a avaliação da rentabilidade absoluta de determinado custo de capital (SAMANEZ, 2009), mas apresenta-se como o índice relativo que mede a rentabilidade do investimento por unidade de tempo. Um investimento que é desejável, porque possui VPL positivo, também apresenta TIR superior ao retorno mínimo considerado aceitável (TMA ou custo de capital).

### 2.2.3 *Payback*

O Tempo de Recuperação do Capital, ou *Payback* (PB) é o principal método não exato em análises de investimento (CASAROTTO FILHO; KOPITTKKE, 2007). A partir dos fluxos de caixa, o PB demonstra o prazo para que o capital investido comece a dar retorno, período em que o montante dos investimentos gastos se tornam positivos.

Kassai et al. (2000) afirma que no cálculo do PB o tempo de retorno é encontrado somando os valores das entradas de caixa negativas ou positivas até encontrar o zero, ou seja não está se considerando o valor do dinheiro no tempo, o que torna falho o método do PB. Quando considera-se o valor do dinheiro no tempo, o que é o mais correto a se fazer, utiliza-se o *Payback* Descontado (PBD). Assim, corrigido a falha intrínseca ao PB, o PBD apresenta os mesmos benefícios, entretanto, com resultados mais próximos dos cenários reais. A partir da Equação 1 apresentada na seção 2.2.1 deste trabalho, podemos definir o PBD como demonstra a Equação 3.

$$I = \sum_{t=1}^T \frac{FC_t}{(1 + K)^t} \quad (3)$$

Onde:

I é o investimento inicial;

$\sum$  é o somatório, indica que deve ser realizada a soma da data 1 até a data n nos fluxos de caixa descontados ao período inicial;

T é o PBD;

FC é o fluxo de caixa no t-ésimo período; e

K é o custo do capital.

Samanez (2009) apregoa que, na análise de investimentos, o PB deve sempre ser utilizado em conjunto com outros métodos, como o método do VPL ou do TIR. Apesar de não servir para seleção entre alternativas, ele é utilizado como referência no julgamento da atratividade relativa das opções de investimento, servindo assim como um indicador (MOTTA; CALÔBA, 2009).

### 2.3 SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO

A realização da análise de sensibilidade em estudos de viabilidade econômica permite identificar parâmetros que, sob pequenas variações, produzem alguma “alteração no valor representativo do respectivo fluxo de caixa” (HIRSCHFELD, 2011, p. 386). Uma variante da análise de sensibilidade é a análise de cenários, a qual apresenta “a variação de um conjunto de parâmetros” que passam a constituir cenários, destarte, análises de sensibilidade podem viabilizar a identificação de variáveis chave que determinam o sucesso ou insucesso do projeto (SAMANEZ, 2009, p.143).

Os sistemas computacionais como softwares e planilhas eletrônicas cresceram ao longo dos anos, fator este que facilita a análise de problemas reais e complexos em pouco espaço de tempo. Para tanto, surgem as simulações, que reproduzem informações essenciais para a tomada de decisões. A simulação reproduz o comportamento de uma atividade real, quantificando relações entre variáveis complexas. O objetivo é facilitar o planejamento por meio de demonstrações claras de variáveis importantes e relações hipotéticas, assim orientando em questão de aspectos importantes de um determinado problema (DOANE; SEWARD, 2014; CHWIF; MEDINA, 2014).

A simulação pode ser definida como um método que utiliza o computador para realizar experimentos antes que uma determinada atividade seja, efetivamente, aplicada. É empregada quando se pretende desenvolver sistemas e projetos complexos, que necessitam de testes para provar que serão desenvolvidos de maneira correta, possibilitando que os resultados esperados sejam alcançados, poupando que o tempo gasto na implantação do projeto seja em vão (JACOBS; CHASE, 2012). Destarte, simulação é um método iterativo que atenta-se a demonstração de fatos reais com a utilização de modelos matemáticos ou lógicos (SENA, 2013). Corroborando, Samanez (2009) apregoa que em casos em que não existem fórmulas analíticas ou equações matemáticas que expressem determinado fenômeno, o procedimento chamado Simulação de Monte Carlo (SMC) é amplamente utilizada.

A Simulação de Monte Carlo como ferramenta de análise teve impulso durante o programa atômico Manhattan dos EUA. Jonh Von Neumann, Stanilslaw Ulan e Nicholas Metropolis deram este nome para referenciar os jogos que ocorrem em Monte Carlo, Mônaco. A técnica matemática que recebeu esse nome era utilizada para facilitar a solução da física nuclear, durante a segunda guerra mundial, pois viabilizava a simulação de problemas probabilísticos relacionadas aos fatores que influenciavam os coeficientes para construção da bomba atômica (METROPOLIS, ULAM, 1949). Este método surge como via para estudos e tomada de decisões em diversas áreas do conhecimento, estando assim associada a diversos ramos da ciência (TAKEDA, 2006).

Por meio da simulação de situações incertas, a SMC determina valores esperados para a variável desconhecida em estudo, podendo ser definida “como um método de ensaios estatísticos, em que os valores são estabelecidos por meio de uma seleção aleatória, na qual a probabilidade de escolher determinado resultado entre todos os possíveis é obtida a partir de uma amostragem aleatória de identificação de eventos” (SAMANEZ, 2009, p. 148). De modo que a SMC é descrita como um método que avalia iterativamente um modelo determinístico, seu uso se dá, principalmente, quando o modelo é não linear ou complexo (LIMA et al., 2008; ROCHA; NOGUEIRA, 2012). O método possibilita que problemas sejam resolvidos, facilitando a compreensão dos resultados esperados (GARCIA; BARROS; LUSTOSA, 2010; MOONEY, 1997). Arantes e Famá (2009) apregoam que a SMC permite a obtenção de soluções para os mais diversos problemas matemáticos e, ainda, contribui para analisar os riscos de projetos de investimentos.

No que tange estudos financeiros, a SMC é abordada em problemas de orçamentação de capital, gerenciamento de risco sobre taxas de juros, cálculo de *value at risk*, medição de risco de mercado, medição de risco de crédito, avaliação de investimentos – tema abordado nesta pesquisa, entre outros (SAMANEZ, 2009). Os métodos econômico-financeiros já tratados aqui, como o VPL, TIR e *Payback*, apresentam-se como indicadores determinísticos na análise de investimentos, de modo que não são capazes de contemplar a dinâmica do mercado, neste caso imobiliário (MONTEIRO; SOUZA; MORIN, 2013). Quanto menor as incertezas na análise do ativo, mais eficiente se torna o gerenciamento de riscos. Deste modo, o método de SMC é amplamente utilizado na análise de investimentos como ferramenta na tomada de decisão (MOORE; WEATHERFORD, 2006). Ou seja, após as premissas serem identificadas, a simulação avaliará os cenários elaborados. Indicadores que antes eram determinísticos, com a SMC tornam-se estocásticos e probabilísticos.

Autores como Moore e Weatherford (2006) afirmam que uma das vantagens deste método é analisar o comportamento de uma variável randomizada, mapeada e conhecida, que represente o risco ao retorno do investimento. A SMC pode auxiliar no julgamento da viabilidade econômica de projetos, sendo que critérios podem assumidos, como o fluxo caixa livre, influenciando na construção de uma possível variável, como o VPL (LIMA et al., 2008).

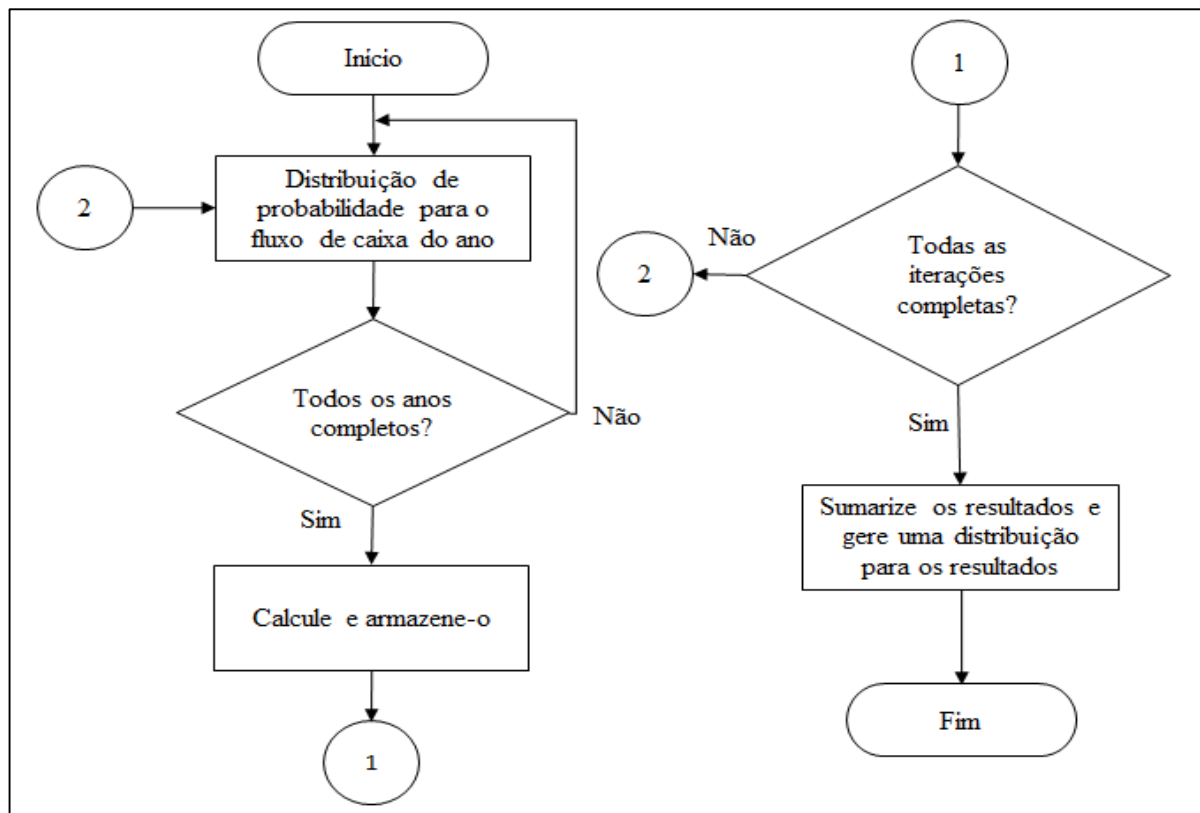
Kelliher e Mahoney (2000) reiteram que o método de Monte Carlo tem sido a prática aplicada para prever os fluxos de caixa futuro, a fim de melhorar a decisão de investimento voltado para o longo prazo. Tratando-se de uma simulação para análise de um projeto imobiliário, o uso do método de Monte Carlo permitirá a escolha dos cenários mais vantajosos (MONTEIRO; SOUZA; MORIN, 2013). A aplicação deste método não se limita apenas em apresentar uma estimativa pontual. Trata-se da produção de uma distribuição de valores, que através da probabilidade, poderá retornar com o valor do ativo imobiliário mais próximo a realidade.

Um exemplo da utilização da SMC em estudos de viabilidade é o trabalho desenvolvido por Medeiros (2015), que aplicou a SMC com o auxílio de um software para verificar a viabilidade econômica do aluguel e da compra de casas do Programa Minha Casa Minha vida (considerando o Sistema de Amortização Constante e o Sistema de Amortização Francês). Por meio deste método, a autora obteve um número mínimo e máximo que enquadra o VPL das opções estudadas em 200.000 iterações, além de obter média, desvio padrão, coeficiente de variação.

Salienta-se que o método gera interações e os resultados são apresentados em uma distribuição de frequência, probabilidade. Ou seja, pode-se utilizá-lo para obter estatística descritiva, como desvio padrão, média, e outros fatores. Além disso, o operacionalizador da simulação pode vir a cogitar novos cenários, prevendo um possível futuro do sistema (GARCIA; BARROS; LUSTOSA, 2010). O processo da SMC pode ser observado na Figura 2 de maneira simplificado, como proposto por Smith (1994).

Contudo, Garcia, Barros e Lutosa (2010) enfatizam que o método deve ser aplicado cem vezes ou mais para que os resultados sejam significativos. Os autores abordam em sua literatura que o modelo apresenta vantagens e desvantagens.

Figura 2 - Simulação simples de Monte Carlo.



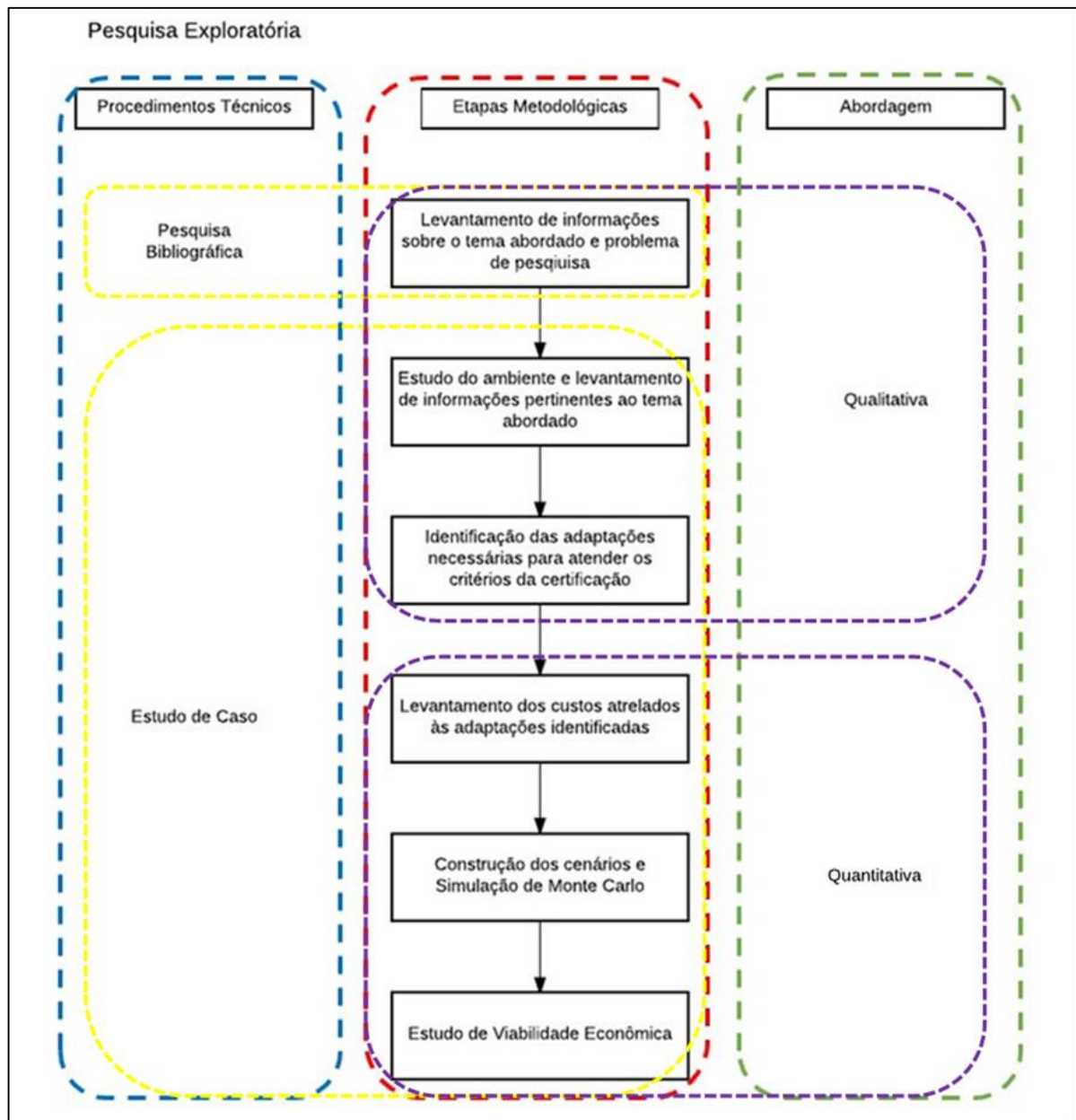
Fonte: Adaptado de Smith (1994, p. 21).

As vantagens podem ser vistas como o fato de a aplicação independer da natureza do modelo, beneficiar o entendimento do sistema como um todo, ser útil para elaboração de projetos, possibilitar o teste de diversos fenômenos contestando se são aplicáveis ou não, etc. Todavia, desvantagens também são verificadas: carece de uma avaliação da qualidade dos formadores de números aleatórios, os resultados podem ser de difícil interpretação, uma vez que não gera resultados diretos.

### 3. METODOLOGIA

Este capítulo aborda aspectos relevantes no que tange a classificação e o direcionamento desta pesquisa. A Figura 3 apresenta a estrutura da pesquisa, bem como sua classificação quanto a abordagem, procedimentos técnicos abordados e etapas metodológicas.

Figura 3 - Estrutura da pesquisa.



Fonte: Elaborado pelo autor.



Destarte, a Seção 3.1 deste capítulo apresenta a classificação da pesquisa no que tange a abordagem e os objetivos, bem como os procedimentos técnicos utilizados. A Seção 3.2 trata dos procedimentos da pesquisa, ou seja, as etapas metodológicas traçadas para que os objetivos traçados sejam auferidos. A delimitação da pesquisa é abordada na Seção 3.3. Por fim, elucidam-se as limitações da pesquisa, apresentadas na Seção 3.4.

### 3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Para que os objetivos propostos no Capítulo 1 deste estudo sejam auferidos, uma pesquisa exploratória deve ser realizada. Segundo Gil (2010), a pesquisa exploratória atenta-se a proporcionar uma maior familiaridade com o problema, fator que neste trabalho deu-se com o desenvolvimento de pesquisas bibliográficas dos temas abordados no Capítulo 2. Ainda segundo o autor, esta familiaridade com o tema tem vistas a torná-lo explícito ou a construir hipóteses, o que será feito por meio do estudo de caso, incorporando assim os objetivos específicos propostos, e, por fim, auferir o objetivo geral desta pesquisa.

No que tange a abordagem desta pesquisa, é previsto que sejam tratadas variáveis qualitativas e quantitativas. A compreensão e interpretação da lista de verificação da certificação LEED considerada neste estudo direciona à uma abordagem qualitativa, como também é o caso dos estudos e pesquisas a serem desenvolvidos na busca de possíveis adaptações a serem feitas para que os parâmetros das listas de verificação sejam atendidos.

Uma vez concluída esta primeira etapa, parte-se para o levantamento dos custos envolvidos, referindo-se então a uma abordagem quantitativa. Cálculos para análise da viabilidade econômica serão executados com o auxílio da Simulação de Monte Carlo. Assim, utilizar-se-á de programas e softwares computacionais, assunto este que será abordado na Seção 3.2 deste capítulo. Como procedimentos técnicos abordados tem-se a pesquisa bibliográfica e o estudo de caso. O objeto do estudo de caso é um Hospital Escola, de caráter Público-Estadual. Localiza-se no oeste do estado do Paraná, e conta, atualmente, com 195 leitos (100% destinado ao atendimento SUS) e um total de 1.050 colaboradores, entre eles médicos residentes, profissionais docentes, agentes universitários, médicos terceirizados, residentes de farmácia hospitalar, residentes de análises clínicas, entre outros. Abrange quatro regionais da Secretaria de Saúde do Paraná (SSPR), contemplando uma população universalizada em aproximadamente 2 milhões de habitantes, o que demonstra a sua relevância na região de atuação.

### 3.2 PROCEDIMENTOS DA PESQUISA

Para que os objetivos definidos sejam auferidos esta pesquisa pode ser segmentada em seis etapas, como pode ser observado na Figura 3. Notavelmente no desenvolvimento de pesquisas emprega-se a busca ampla pelo conhecimento dos assuntos envolvidos, esclarecendo dúvidas existentes, buscando informações, metodologias e opiniões respaldadas em outras pesquisas já realizadas. O levantamento das informações sobre o protocolo de metodologia LEED caracteriza-se para compreensão da mesma, consolidando os conceitos envolvidos, levantando questões e proposições envolvidas de forma a fundamentar o estudo do ambiente. Destarte, a conjectura pela qual os meios foram utilizados incidem em materiais já publicados, como livros, artigos científicos, artigos técnicos, teses, dissertações, anais de encontros e congressos, materiais disponíveis em rede eletrônica, dentre outros materiais.

O Estudo do Ambiente se dará no hospital já mencionado na seção 3.1 deste capítulo. Uma investigação da edificação será realizada, a fim de que possa identificar as características atuais do desempenho ambiental da mesma. Para isto, será abordado o processo de observação sistemática sob o ambiente construído, materiais de consumo utilizados, disposição de resíduos, entre outras características que envolvam a política do terreno, eficiência hídrica, energia e atmosfera, materiais e recursos e qualidade do ambiente interno. Tais informações também serão coletadas por meio de conversas informais junto aos colaboradores do hospital responsáveis pelo setor de Engenharia Clínica, Manutenção e Diretoria de Planejamento Físico.

Após o estudo do ambiente e conseqüente diagnóstico do mesmo, se identifica as adaptações e alterações necessárias para que os créditos da certificação em questão possam vir a ser atendidos, bem como estratégias a serem traçadas, buscando informações relevantes com a equipe dos colaboradores conforme já mencionado. Destaca-se que a tipologia a ser considerada, conforme classificação apresentada no Capítulo 2 desta pesquisa, seção 2.1.1, é *LEED O+M: Building Operations and Maintenance* (operação predial e manutenção), para prédios já existentes. O *checklist* em questão é disponibilizado pelo *U.S. Green Building Council* por meio do seu domínio eletrônico, e pode ser verificada no Anexo II deste documento. Os custos atrelados a essas modificações são levantados por meio de orçamentos e pesquisas de mercado, para que seja auferida uma pontuação igual ou superior a 40, conforme o *checklist* considerado nesta etapa ainda considera-se os custos referentes às taxas cobradas pelo USGBC (Anexo I).

Os cenários serão construídos com base nas possíveis reduções de custos operacionais geradas caso as modificações fossem implementadas. Ou seja, com base em informações

técnicas especificadas por fabricantes, pesquisas em estudos de caso já realizados, relatórios técnicos e buscas assistemáticas de informações relacionadas as modificações identificadas no que tange a obtenção da certificação LEED, medidas de projeções de reduções de custos operacionais serão obtidas. Serão então construídos os cenários para a SMC, de modo que três cenários serão considerados: cenário otimista; cenário pessimista; e cenário mais provável, com base nas projeções de economias geradas.

Por fim, realiza-se o estudo de viabilidade econômica, com cálculos de VPL, TIR e *payback*, possibilitando que se tenha informações mais próximas possíveis dos cenários reais, no que tange a adaptação de edificações já existentes para a obtenção da certificação LEED. Ressalta-se que para processar as informações que o Monte Carlo exige utilizar-se-á o *software Crystal Ball®*, realizando-se as simulações necessárias. Para a realização dos demais cálculos utilizar-se-á planilhas do *software Microsoft Excel®*.

### 3.3 DELIMITAÇÕES DA PESQUISA

As delimitações da pesquisa são abordadas, uma vez que, devido à complexidade da realidade, não se pode analisa-la como um todo (VERGARA, 2013). Uma vez que, quanto a sua natureza, essa é uma pesquisa aplicada, objetiva-se gerar conhecimentos de aplicação prática envolvendo problemas específicos e interesses locais.

Destarte, essa pesquisa limita-se a realizar o estudo de viabilidade econômica, verificando o tempo de retorno do capital a ser investido em adaptações realizadas em um hospital público. Estas adaptações serão estudadas tendo as listas de verificação da certificação LEED O+M para edifícios já existentes como direcionador, de modo a se alcançar pelo menos 40 pontos, o mínimo necessário para a certificação. Deste modo, além de alcançar reduções nos custos operacionais, o hospital ainda estaria adotando uma atitude mais sustentável, podendo obter, então, uma certificação ambiental.

Serão consideradas apenas mudanças e adaptações que não alterem a estrutura física da edificação, de modo que grandes reformas e construções não serão abordadas neste trabalho. Considerações de viabilidade técnica não serão abordadas nesta pesquisa. Não serão mensurados os custos de mão de obra envolvidos nem os custos de implementação das alterações identificadas, mas sim o custo dos materiais e equipamentos.

### 3.4 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

Posto que o objeto de estudo é um órgão público o processo de compras e substituições de materiais de consumo e permanentes é diferenciado, devendo passar por trâmites de licitações que englobam não só o custo dos equipamentos, como também especificações, instalação, assistência técnica, manutenção, entre outros fatores. Destarte, os valores considerados nesta pesquisa podem não ser compatíveis com os valores praticados pelas empresas concorrentes nos processos de licitação. Alguns critérios do *checklist* da LEED O+M para edifícios já existentes podem implicar em difícil mensuração dos custos, uma vez que esta pesquisa trabalha com a hipótese de possibilidade de adaptações no que tange o hospital, objeto do estudo de caso. Ademais, alguns critérios podem vir a demandar maior tempo para análise e estudo do que o disponível para conclusão desta pesquisa. Assim, limita-se em se obter informações dos custos relacionados a maior quantidade de crédito possível, não estabelecendo-se um valor máximo, e sim, o mínimo para obtenção da certificação: 40 pontos.

Considerando ainda os critérios para certificação, este estudo se limita a não desenvolver atividades de comissionamento, simulação energética, bem como dimensionamento de equipamentos no que tange a categoria de eficiência energética abordada na simulação. Para tais atividades uma empresa especializada será consultada, afim de se conhecer os valores reais cobrados pela mesma pelo processo de consultoria. Destaca-se que valores não conhecidos resultantes das atividades não serão inclusos na construção dos custos.

Ressalta-se que a escolha do prédio objeto deste estudo de caso se deu exclusivamente por parte do pesquisador, devido a relevância econômica e social para a comunidade, de modo que não há evidências de que o mesmo apresente interesse futuro de buscar a certificação. Objeções serão faceadas uma vez que a edificação pode não contar com informações a despeito de alguns fatores relevantes, como consumo de insumos, entre outros. Na falta de informações ou dados históricos, trabalhar-se-á com o que há de disponível, ou então buscar-se-á de informações de hospitais semelhantes. As economias geradas consideradas nessa pesquisa dar-se-ão por meio de projeções, especificação de fornecedores, estudos de casos já publicados, relatórios técnicos, etc., de modo que as economias reais, caso o hospital opte por praticar as modificações identificadas, possam não ser exatamente as consideradas. Por fim, destaca-se que desde a sua criação, em 1993, a metodologia LEED vem apresentando modificações, o que pode ser verificado pelas diversas versões da mesma. Este estudo limita-se por considerar a versão v4 da certificação LEED O+M para edifícios existentes.

#### 4. RESULTADOS

A partir das análises realizadas junto ao hospital, com auxílio dos responsáveis pela Diretoria de Planejamento Físico, pelo setor de Manutenção e setor de Engenharia Clínica, foram identificadas as características atuais da edificação e as possibilidades de adaptação, ou seja, realizou-se um diagnóstico da situação atual da edificação em relação ao seu nível de sustentabilidade, tomando como referência os pré-requisitos e créditos do LEED O+M. Para viabilizar a realização do diagnóstico realizou-se uma reunião com os envolvidos, para que pudesse ser esclarecido aspectos como o objetivo da presente pesquisa, funcionamento do protocolo de certificação e planejamento para realização das investigações junto a edificação. Em contrapartida, os colaboradores do hospital dilucidaram sobre características e protocolos de operações, bem como particularidades que tangem os hospitais de caráter público, dinâmicas de internamento, recebimentos por internamentos e/ou procedimentos, entre outros.

Por meio desta troca de informações foi possível compreender a necessidade e interesse por parte do hospital em otimizar o processamento de informações bem como em oferecer maior bem estar aos usuários, objetivando não só a redução dos custos envolvidos com tratamentos, mas também menores tempos de internamento, uma vez que os hospitais públicos recebem por paciente atendido, demonstrando assim a possibilidade de aumentar a receita do hospital. Conforme estudos já mencionados neste documento, edificações certificadas alcançam não só a redução de custos operacionais (verificação primordial desta pesquisa) mas também apresentam potencial para oferecer um ambiente mais saudáveis que otimizem o bem estar, auxiliando na recuperação dos pacientes.

Os colaboradores do hospital informaram sobre estudos existentes para que reduções de custos operacionais possam ser alcançadas, demonstrando o interesse pelo assunto. Entretanto, destaca-se que a perseguição pela certificação pode proporcionar, especialmente, a cultura de monitoramento de consumo, principalmente, no que tange recursos como água e energia, que é o fator mais deficiente observado na operação do hospital. Ou seja, é necessário que políticas de gestão sejam bem estabelecidas, de modo que, tendo conhecimento das dinâmicas de gastos, possa se estabelecer estratégias de otimização e redução dos custos operacionais.

Para melhor compreensão dos resultados obtidos, a seção seguinte, 4.1, apresenta o diagnóstico realizado bem como as estratégias e adaptações identificadas. Sequencialmente é esclarecida a construção dos cenários, na seção 4.2, para que as simulações pudessem ser realizadas. Os resultados dos estudos de viabilidade para os três cenários considerados são

expostos, respectivamente nas seções 4.3, 4.4 e 4.5, encerrando-se este capítulo juntamente com as considerações cabíveis na seção 4.6.

#### 4.1 DIAGNÓSTICO DA EDIFICAÇÃO E ESTRATÉGIAS DE CERTIFICAÇÃO

Uma vez que a certificação LEED proporciona uma visão global sobre a sustentabilidade em edificações, este diagnóstico tem por objetivo demonstrar as capacidades atuais do hospital estudado, bem como as alterações necessárias para que seja cumprido os critérios considerados no *checklist*, conforme pode ser observado na Figura 4. O presente *checklist* demonstra a pontuação relativa a itens que o hospital já possui, bem como obtida por meio das adaptações e estratégias apresentadas no diagnóstico. É imprescindível ressaltar que a edificação em questão foi construída por volta da década de 1980, e segue ininterruptamente em operação deste então. Deste modo, a construção não conta com isolamento térmico, vidros de baixa transmissividade ou qualquer outra preocupação presente atualmente no que se refere à construções verdes. Além do mais, em sua maioria as instalações já passaram por algum tipo de reforma ou necessitam de melhorias, uma vez que são instalações com tempo considerável de uso, que apresentam desgastes significativos que podem refletir em ineficiência operacional.

No que tange a categoria de localização e transporte, aponta-se que as mediações da edificação conta com atendimento de transporte público municipal, onde linhas de ônibus atendem a localidade nos mais diversos horários, durante todos os dias da semana. Destaca-se ainda que ciclovias e pistas de caminhada são mantidas pela prefeitura, alcançando também os arredores do hospital. Entretanto, na falta de informações concretas sobre os padrões de transporte dos usuários da edificação e mesmo acerca da taxa de transporte alternativo incorrida, considera-se necessário a realização de pesquisas com os ocupantes e visitantes do hospital sobre seus padrões de transporte, para que se possa estabelecer o sistema de tomada de decisão baseado em informações obtidas periodicamente para conhecer os movimentos das pessoas no espaço, ou seja, a demanda de transporte.

Estratégias devem ser traçadas a fim de diminuir os efeitos da poluição e do desenvolvimento de terrenos do uso de automóveis para transporte. Programa de carona solidária pode vir a ser uma estratégia direta. O programa abrange um conjunto de duas viagens intermediárias (de casa para o trabalho e do trabalho para casa), onde táticas para programação e adaptação durante as negociações aliam-se a preferências pessoais, a partir dos cadastros. Como estratégias de suporte básicas considera-se a designação de vagas de estacionamento preferenciais para participantes da carona solidária, bem como serviço de correspondência de

caronas. No que tange as estratégias educacionais aponta-se o desenvolvimento de boletins informativos, bem como folhetos, anúncios, lembretes e cartas para funcionários, a fim de auxiliar na implementação do programa de transporte alternativo para redução das taxas de deslocamento convencional dos ocupantes da edificação.

O hospital não conta com política de gestão do terreno, apresentando a necessidade de desenvolvimento da mesma. Esta deve envolver elementos como limpeza do exterior, gestão de resíduos orgânicos, armazenamento de materiais e equipamentos, entre outros. Quanto aos equipamentos de manutenção, o hospital conta apenas com a utilização de máquinas roçadeiras a gasolina para manutenção do gramado, considerando-se assim a substituição por roçadeiras elétricas para tal função. Para tal substituição, se considera a aquisição de máquinas reservas, considerando a baixa durabilidade dos equipamentos elétricos frente aos utilizados pelo hospital. Destaca-se que o gerenciamento de resíduos é realizado por uma empresa terceirizada, de modo que todos os resíduos da edificação são destinados ao Bloco S, onde os mesmos são separados e devidamente encaminhados para seu destino fim.

O terreno da edificação possui uma área total de 37.960 m<sup>2</sup>, com uma área permeável de 39,27%, sendo que em sua maioria composta por gramado e árvores de diversas espécies. A pavimentação externa não é coberta e é constituída por paver, entretanto, a fim de se reduzir as ilhas de calor, aponta-se a substituição destes por um sistema de pavimentação de blocos vazados combinados com o plantio de grama (concregrama), de modo a abranger 50% da área pavimentada, ou seja, 4.072m<sup>2</sup>. Este tipo de pavimentação implica em um custo de aproximadamente 150% superior ao paver comum, sendo acrescentado ainda o valor do plantio da grama. Destaca-se que estes blocos são assentados sobre uma malha estruturada para que seja possível a passagem de veículos sobre os mesmos.

Soma-se ainda a utilização de plantas para fornecer sombra às áreas pavimentadas por meio do plantio de árvores *Ficus auriculata*, popularmente conhecida como Figueira de jardim, de modo a produzir sombra sobre as áreas pavimentadas. A espécie se adapta bem ao clima da região, não apresenta necessidade de poda, alcançando em média 5 metros de altura com raio da copa em média de 3 metros, levando de 2 a 3 anos para alcançar este tamanho. Assim, para fornecer sombra sobre cerca de 50% (aproximadamente 4.000m<sup>2</sup>) da área pavimentada sugere-se o plantio de 1360 mudas. Destarte, mais de 20% da área total do terreno passaria a apresentar potencial para fornecer habitat e promover a biodiversidade, além de contribuir para a redução das ilhas de calor.

Figura 4 - Lista de verificação considerada para estudo de viabilidade econômica.

S		?		N											
<b>1</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>Localização e Transporte</b>			<b>15</b>		<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>Materiais e Recursos</b>			<b>8</b>	
1	3	0	Crédito	Transporte Alternativo		15		S	Pré-req	Política de Compras e Resíduos		Obrigatório			
S								S	Pré-req	Política de Manutenção e Reforma das Instalações		Obrigatório			
1	1	0	Crédito	Compras - Em Andamento		1		1	1	0	Crédito	Compras - Lâmpadas		1	
1	2	0	Crédito	Compras - Manutenção e Reforma das Instalações		2		1	1	0	Crédito	Gerenciamento de Resíduos Sólidos - Em Andamento		2	
1	3	0	Crédito	Gerenciamento de Resíduos Sólidos - Reformas e Ampliações das		2		1	1	1	Crédito				
1	1	0	Crédito					6	9	4	<b>Qualidade do Ambiente Interno</b>			<b>17</b>	
1	1	0	Crédito					S	Pré-req	Desempenho Mínimo da Qualidade do Ar Interior		Obrigatório			
1	1	0	Crédito					S	Pré-req	Controle Ambiental da Fumaça de Tabaco		Obrigatório			
1	1	0	Crédito					S	Pré-req	Política de Limpeza Verde		Obrigatório			
1	1	0	Crédito					1	2	0	Crédito	Programa de Gerenciamento da Qualidade do Ar Interior		2	
1	1	0	Crédito					1	2	0	Crédito	Estratégias Avançadas de Qualidade do Ar Interior		2	
1	1	0	Crédito					1	1	1	Crédito	Conforto Térmico		1	
1	1	0	Crédito					1	1	1	Crédito	Iluminação Interna		2	
1	1	0	Crédito					1	1	1	Crédito	Luz Natural e Vistas de Qualidade		4	
1	1	0	Crédito					1	1	1	Crédito	Limpeza Verde - Avaliação da Eficiência de Limpeza		1	
1	1	0	Crédito					1	1	1	Crédito	Limpeza Verde - Produtos e Materiais		1	
1	1	0	Crédito					1	1	1	Crédito	Limpeza Verde - Equipamentos		1	
1	1	0	Crédito					1	2	0	Crédito	Gerenciamento Integrado de Pragas		2	
1	1	0	Crédito					1	1	0	Crédito	Pesquisa de Conforto do Ocupante		1	
2	4	2	<b>Eficiência Hídrica</b>			<b>12</b>		<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>Inovação</b>			<b>6</b>	
S			Pré-req	Redução do Uso de Água do Interior		Obrigatório		1	1	1	Crédito	Inovação		5	
S			Pré-req	Medição de Água do Edifício		Obrigatório		1	1	0	Crédito	Profissional Acreditado LEED		1	
1	2	0	Crédito	Redução do Uso de Água do Exterior		2		1	1	0	Crédito				
1	1	1	Crédito	Redução do Uso de Água do Interior		5		3	3	1	Crédito				
1	1	1	Crédito	Uso de Água de Torre de Resfriamento		3		3	3	1	Crédito				
1	2	0	Crédito	Medição de Água		2		3	3	1	Crédito				
3	9	5	<b>Energia e Atmosfera</b>			<b>38</b>		<b>3</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>Prioridade Regional</b>			<b>4</b>	
S			Pré-req	Melhores Práticas de Gestão de Eficiência Energética		Obrigatório		1	1	0	Crédito	Prioridade Regional: Gestão de Águas Pluviais		1	
S			Pré-req	Desempenho Mínimo de Energia		Obrigatório		1	1	0	Crédito	Prioridade Regional: Redução do Uso de Água do Exterior		1	
S			Pré-req	Medição de Energia do Edifício		Obrigatório		1	1	0	Crédito	Prioridade Regional: Limpeza Verde - Equipamentos		1	
S			Pré-req	Gerenciamento Fundamental de Gases Refrigerantes		Obrigatório		1	5	0	Crédito	Prioridade Regional: Crédito Específico		1	
1	2	0	Crédito	Comissionamento de Edifício Existente - Análise		2		1	5	1	Crédito				
1	2	0	Crédito	Comissionamento de Edifício Existente - Implementação		2		1	5	1	Crédito				
1	1	1	Crédito	Comissionamento Contínuo		3		1	5	1	Crédito				
1	1	1	Crédito	Otimizar Desempenho Energético		20		1	5	1	Crédito				
1	1	1	Crédito	Medição de Energia Avançada		2		1	5	1	Crédito				
1	1	1	Crédito	Resposta à Demanda		3		1	5	1	Crédito				
1	5	0	Crédito	Energia Renovável e Compensação de Carbono		5		1	5	1	Crédito				
1	1	1	Crédito	Gerenciamento Avançado de Gases Refrigerantes		1		1	5	1	Crédito				
<b>25</b>	<b>41</b>	<b>15</b>	<b>TOTAIS</b>			<b>Pontos Possíveis: 110</b>									

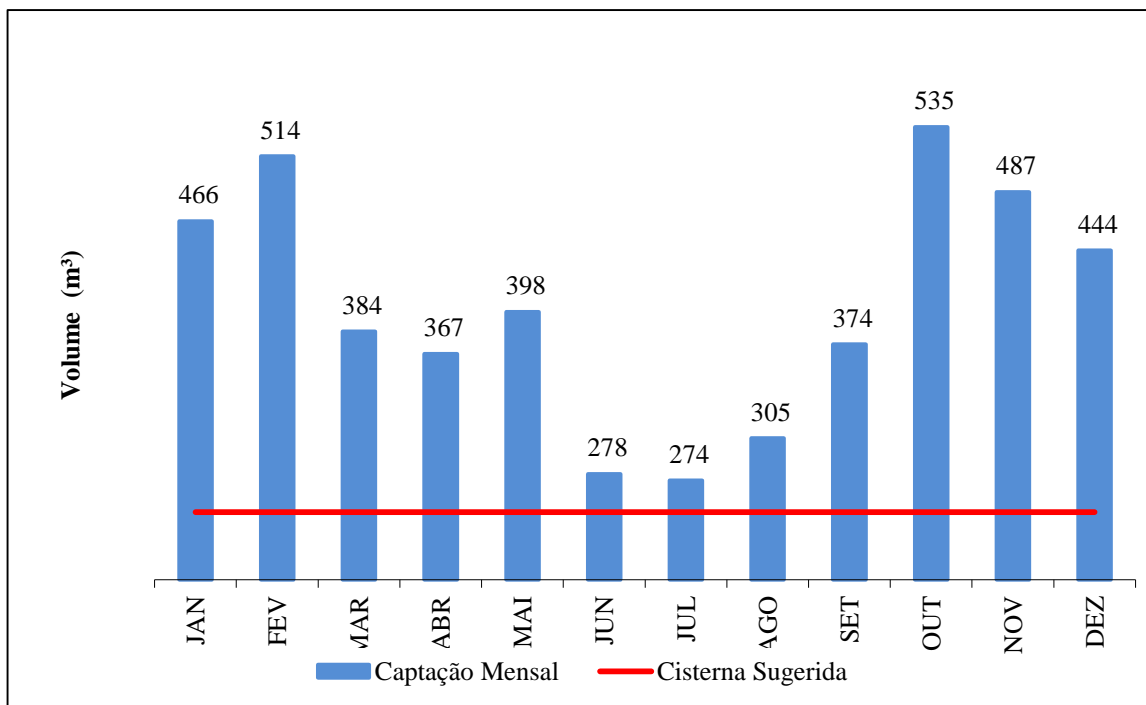
Certificado: 40 a 49 pontos, Silver: 50 a 59 pontos, Gold: 60 a 79 pontos, Platinum: Mais de 80 pontos

Fonte: Adaptado de USGBC (2016f).



O hospital não conta com captação e tratamento de água pluvial, de modo que considerou-se então a implementação de uma cisterna apta para capturar e tratar a água de 25% das superfícies impermeáveis. Conforme métodos práticos apresentados pela NBR 15.527/2007 (ABNT, 2007) adota-se o volume para o reservatório de 250.000 litros, uma vez que a média anual de precipitação na região é de 2.011mm<sup>3</sup>. O Gráfico 5 apresenta um demonstrativo da captação mensal conforme dados pluviométricos da região, onde o eixo das abcissas apresenta o volume da captação pluvial em m<sup>3</sup> referente a cada mês do ano (eixo das coordenadas).

Gráfico 5 - Previsão do volume de chuva mensal x capacidade da cisterna.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Observa-se que com um volume de 250m<sup>3</sup> a cisterna estará sempre abastecida, considerando um aproveitamento de 80%. A água do reservatório recebe tratamento físico e químico, podendo então ser utilizada em diversas operações da edificação, como por exemplo manutenção de áreas externas, bacias sanitárias, entre outros.

A fim de “aumentar o acesso ao céu noturno, melhorar a visibilidade noturna e reduzir as consequências do empreendimento para a vida animal e as pessoas” (USGBC, 2016d, p. 20), os dispositivos externos de iluminação contam com proteção, de modo que não emitem diretamente a luz em um ângulo vertical maior que 90° direcionado para baixo. Ademais, planos

de gerenciamento do terreno e melhoria do mesmo podem ser inseridos na cultura do hospital sem custos adicionais.

A edificação conta com poço artesiano, o qual fornece toda a água consumida no mesmo, de modo que é pago à companhia de Saneamento apenas o valor referente ao esgoto, o qual o consumo médio mensal é de aproximadamente 5.260m<sup>3</sup>. A água do poço é direcionada a uma cisterna e então encaminhada para a caixa d'água, onde é realizada a medição de consumo. Uma empresa terceirizada é responsável pela realização periódica das análises cabíveis e consequente correção das características da água quando necessário, propiciando a mesma para utilização.

Por meio de definições governamentais, o hospital passou a terceirizar o serviço de lavanderia, de modo que acarretou em uma diminuição significativa tanto do consumo de água quanto do consumo de energia, devido aos equipamentos utilizados para tal função. Quanto a medição de consumo de água, deve ser inserido na cultura de gestão da água o acompanhamento periódico das leituras, para que se possa identificar a ocorrência de anormalidades, possibilitando a correção tão celeremente quanto possível.

O hospital conta com duas caldeiras elétricas automatizadas para aquecimento da água utilizada nas operações da cozinha. Apenas uma delas fica em funcionamento, de modo que o funcionamento da outra caldeira fica sujeito à necessidade de operação, dentre outros motivos, em casos de manutenção. O vapor de descarte da caldeira é condensado de maneira que a água – destilada - é reutilizada em máquinas que apresentam a demanda da mesma. O aquecimento de água para uso em torneiras, duchas e demais dispositivos é proveniente de um Boiler.

Além de buscar melhores formas de gestão do consumo de água, ressalta-se a importância das tentativas de diminuir a demanda deste recurso (BERTONE et al., 2016). Com este objetivo, foi realizado um levantamento acerca dos dispositivos e conexões internos presentes nos 16 blocos do hospital, verificando-se que os mesmos poderiam ser alterados por dispositivos mais eficientes, a fim de contribuir na redução do uso de água do interior. Por meio deste levantamento, buscou-se novas alternativas no mercado para alteração dos vasos sanitários, mictórios, torneiras e chuveiros. A Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP, 2017) disponibiliza em seu domínio eletrônico um comparativo entre o consumo de equipamentos convencionais e equipamentos com arejadores, pulverizadores, registros de vazão, redutores de vazão, temporizadores de descarga, mictórios secos e vasos sanitários com sistema a vácuo como opções para a redução de consumo de água em dispositivos, conforme pode ser visualizado no Quadro 6. Os valores são apresentados considerando abertura de uma volta para torneiras de pia e abertura total para duchas.

Quadro 6 - – Dispositivos economizadores.

<b>Equipamento Convencional</b>	<b>Consumo</b>	<b>Equipamento Economizador</b>	<b>Consumo</b>	<b>Economia</b>
Bacia com caixa acoplada	12 litros/descarga	Bacia VDR	6 litros/descarga	50%
Bacia com válvula bem regulada	10 litros/descarga	Bacia VDR	6 litros/descarga	40%
Ducha (água quente/fria) - até 6 mca	0,19 litros/seg	Restritor de vazão 8 litros/min	0,13 litros/seg	32%
Ducha (água quente/fria) - 15 a 20 mca	0,34 litros/seg	Restritor de vazão 8 litros/min	0,13 litros/seg	62%
Ducha (água quente/fria) - 15 a 20 mca	0,34 litros/seg	Restritor de vazão 12 litros/min	0,20 litros/seg	41%
Torneira de pia - até 6 mca	0,23 litros/seg	Arejador vazão cte (6 litros/min)	0,10 litros/seg	57%
Torneira de pia - 15 a 20 mca	0,42 litros/seg	Arejador vazão cte (6 litros/min)	0,10 litros/seg	76%
Torneira uso geral/tanque - até 6 mca	0,26 litros/seg	Regulador de vazão	0,13 litros/seg	50%
Torneira uso geral/tanque - 15 a 20 mca	0,42 litros/seg	Regulador de vazão	0,21 litros/seg	50%
Torneira uso geral/tanque - até 6 mca	0,26 litros/seg	Restritor de vazão	0,10 litros/seg	62%
Torneira uso geral/tanque - 15 a 20 mca	0,42 litros/seg	Restritor de vazão	0,10 litros/seg	76%
Torneira de jardim - 40 a 50 mca	0,66 litros/seg	Regulador de vazão	0,33 litros/seg	50%
Mictório	2 litros/uso	Válvula automática	1 litro/seg	50%

Fonte: Adaptado de SABESP (2017).

Foi realizado um mapeamento dos dispositivos existentes na edificação de modo a constatar-se a quantidade de dispositivos que possuem potencial de substituição por dispositivos economizadores. Os vasos sanitários da edificação são, em sua maioria, com caixa acoplada, entretanto, operam com apenas uma opção de descarga com volume de 10 e 12 litros. Há aproximadamente 400 vasos sanitários na edificação, os quais sugere-se a substituição das caixas acopladas por caixas com mecanismos de dois acionamentos, sendo um de 6 litros e um

de 3 litros. As duchas (aproximadamente 160) e chuveiros (aproximadamente 15) apresentam potencial para instalação de redutor de vazão. As torneiras são, maioritariamente, temporizadas e com arejadores, com exceção das torneiras de dois registros, algumas torneiras das copas, postos de enfermagem e Depósito de Material de Limpeza (DML), entretanto, todas apresentam, também, potencial de redução de consumo por meio da utilização de redutores de vazão. No total, sugere-se a aquisição de 1.175 redutores de vazão para serem instalados nas torneiras, duchas e chuveiros bem como 300 arejadores. Sugere-se ainda que as torneiras que possuem acionamento com mais de uma volta sejam substituídas por torneiras com acionamento de  $\frac{1}{4}$  de volta, proporcionando rapidez no acionamento e fechamento da mesma proporcionando economia de água.

Conforme estudo de caso apresentado por Ilha, Nunes e Salermo (2006), 19% dos aparelhos sanitários e 24% dos equipamentos de uso específico do Hospital das Clínicas da Universidade Estadual de Campinas apresentavam vazamentos, de modo que um índice significativo de água era desperdiçado. Segundo os autores, tal realidade nos demais edifícios hospitalares, principalmente pertencentes ao sistema público, é bastante similar, ressaltando a importância desta verificação nos sistemas prediais e respectiva correção dos problemas. Sob este foco, além de planos de verificação, a equipe do hospital deve fazer uso das medições na rede de distribuição interna já sugeridas, para rastreamento de possíveis anormalidades no consumo de água. Conhecer a dinâmica de consumo é primordial para que planos de gestão e melhorias possam ser implementados de forma eficaz.

O paisagismo presente no terreno não necessita de irrigação, de modo que se adapta com as condições climáticas locais, implicando em redução do consumo de água do exterior. Entretanto, ressalta-se que qualquer operação que venha a ser necessária, direciona-se para consumo a água proveniente da captação pluvial.

Ressalta-se que o hospital já conta com a implementação de um programa de substituição de lâmpadas comuns por lâmpadas de LED, as quais oferecem vantagens principalmente em termos de durabilidade e economia, de modo que as substituições são realizadas ao fim da vida útil das lâmpadas comuns. Este fato se opõe aos resultados apresentados por Wang et al. (2016), o qual mostra que dos 20 hospitais públicos localizados na China considerados no estudo, o qual identifica as principais barreiras para implementação de tecnologias de eficiência energética, a maioria ainda conta com a utilização de lâmpadas fluorescentes, de modo que apenas um dos estabelecimentos faz uso de lâmpadas de LED. Os mesmos autores identificaram a inexistência de sub-medidores de energia nos hospitais

públicos estudados, fato este que concorda com a realidade do hospital tratado nesta pesquisa, dificultando planos de gestão e eficiência energética, devido à falta de dados.

Ao referir-se a materiais e recursos, o hospital deve obedecer à Lei Federal nº 8.666 (BRASIL, 1993), a qual institui normas para licitações e contratos que tangem a Administração Pública, sendo assim, a política de compras de matérias deve ser implementada visando a redução de dano ambiental, bem como em relação também ao uso e descarte dos mesmos, sem que possa ferir tal legislação. As compras, em sua maioria, são realizadas por licitação de menor preço, onde a empresa licitada é contratada pelo período de um ano para fornecer os itens conforme especificação e valor acordado. Entretanto, políticas para gestão de compras podem ser inseridas na cultura do hospital apontando para melhoras, tanto quanto possível, em relação as exigências da certificação.

Aos materiais que cabem, como baterias, cartuchos e toners, já se adota a política de uso estendido. Uma vez que o hospital já conta com a substituição de lâmpadas que contem mercúrio, aufere-se a redução de fontes de materiais tóxicos levada para o local da edificação por meio destas. No que tange o crédito de compras relacionado a manutenção e renovação de instalações, considera-se que pelo menos um dos critérios apresentados nas opções 1 (produtos e materiais) ou 2 (móveis) apresentados no Guia de Referência (USGBC, 2016d) possa ser implementado na política de compras de materiais e recursos sem alterações significativas nos processos de licitações.

A edificação apresenta padrões aceitáveis de qualidade interna do ar, visto que determinados ambientes do hospital devem ser controlados. Entretanto, deve-se implementar uma política estabelecendo padrões mínimos de qualidade do ar interior para todos os ambientes internos, de modo que o controle e monitoramento seja realizado tanto para espaços mecanicamente ventilados quanto para espaços naturalmente ventilados. Quanto a exposição à fumaça do tabaco, a mesma já é minimizada uma vez que as entradas do hospital bem como demais ambientes aos seus arredores já contam com sinalização indicando a proibição de fumo.

O serviço de limpeza do hospital é terceirizado, uma vez que, ao se desenvolver uma política de limpeza verde conforme exigido pela certificação, a exigência para implementação da mesma deve ser orientada a empresa prestadora de serviço, de modo que as metas e desempenho sejam monitoradas por funcionários do hospital. Os produtos químicos utilizados para limpeza dos ambientes se adequam ao crédito de limpeza verde estabelecido pela certificação, de modo que não comprometem a saúde humana. Quanto aos equipamentos utilizados, a substituição de pelo menos 40% deles ao fim de sua vida útil por equipamentos

que atendam às exigências de limpeza verde, ou seja, ecologicamente responsáveis, deve ser inserida na política desenvolvida.

Tapetes capachos são utilizados nas entradas da edificação, reduzindo a entrada de sujeiras e partículas. Além do mais, os ambientes como recepções, áreas de circulação e salas de espera, que são mais frequentados, são separados dos demais por portas. Os sistemas de ventilação possuem filtros que são periodicamente verificados e corrigidos quando necessário para que sua eficiência seja mantida, entretanto, não há um cronograma de execução destas operações, sendo elas realizadas conforme necessidade.

O hospital já conta com ações de controle de pragas, entretanto, deve-se formular um plano de gerenciamento para que o mesmo inclua os elementos estabelecidos no documento disponibilizado pelo órgão internacional (USGBC, 2016d) contando com documentação dos métodos de inspeção, monitoramento, prevenção e controle, bem como métricas de avaliação de desempenho do mesmo, para que possa ser gerenciado e avaliado anualmente.

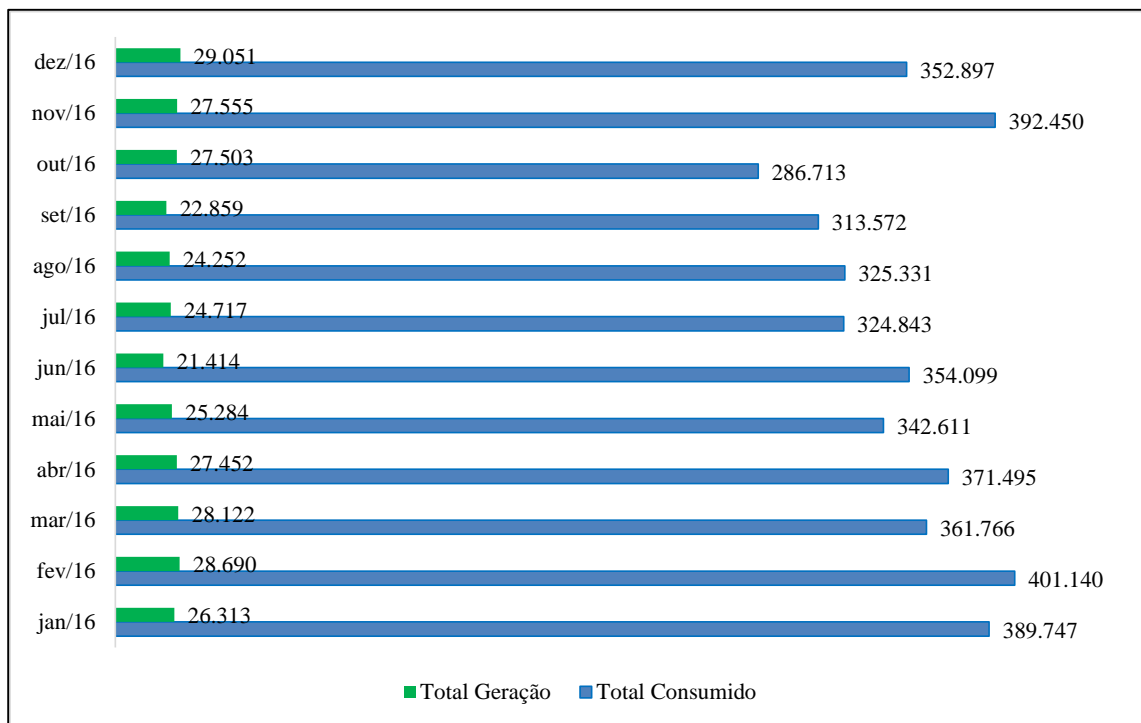
Não há informações sobre a opinião dos ocupantes da edificação o que tange o conforto em relação a acústica da edificação, limpeza, qualidade do ar interior, iluminação e conforto térmico. Destrate, uma pesquisa deve ser conduzida com, no mínimo, 30% dos ocupantes, de modo a se traçar planos de ação corretivos abordando os problemas que representem a insatisfação de pelo menos 20% dos ocupantes, sendo esta pesquisa replicada em um intervalo mínimo de 2 anos.

Destaca-se que o hospital conta com um gerador de energia a diesel de 154/170 kVA, entretanto, o mesmo é utilizado apenas quando necessário, uma vez que o custo da energia (R\$/kWh) gerado pelo mesmo é superior ao incorrido pela companhia de energia que atende a edificação. Considerando o diesel com um custo médio de R\$3,00/litro, o gerador com um consumo aproximado de 0,3litros/kWh, sendo que, segundo especialistas, o consumo do gerador representa cerca de 75% do custo total para geração de energia, gasta-se aproximadamente R\$1,20 por kWh de energia gerada, contra um custo média de R\$0,40 cobrado atualmente pela companhia de energia. Outro fator a ser considerado é a matriz energética brasileira, com forte predominância de usinas hidrelétricas, oferecendo vantagem ambiental frente à queima de combustíveis como o diesel para a geração de energia. Ou seja, esta opção é válida apenas em casos indispensáveis, como por exemplo, na ocorrência de interrupção do fornecimento de energia por meio da concessionária.

Considerou-se a implementação de um Sistema de Geração Fotovoltaica Conectada à Rede (SFCR), com potência de 213kW, atendendo cerca de 9% do consumo médio mensal de energia elétrica do hospital. A projeção da geração de energia pode ser observada paralelo ao

consumo mensal referente ao ano de 2016, onde os valores do eixo horizontal são expressos em kWh, conforme apresenta o Gráfico 6. Os cálculos de geração foram baseados nos equipamentos que constituem o sistema de modo que as informações foram obtidas por meio da empresa fornecedora do orçamento.

Gráfico 6 - Previsão de geração de energia mensal versus consumo mensal (ano de referência 2016).



Fonte: Elaborado pelo autor.

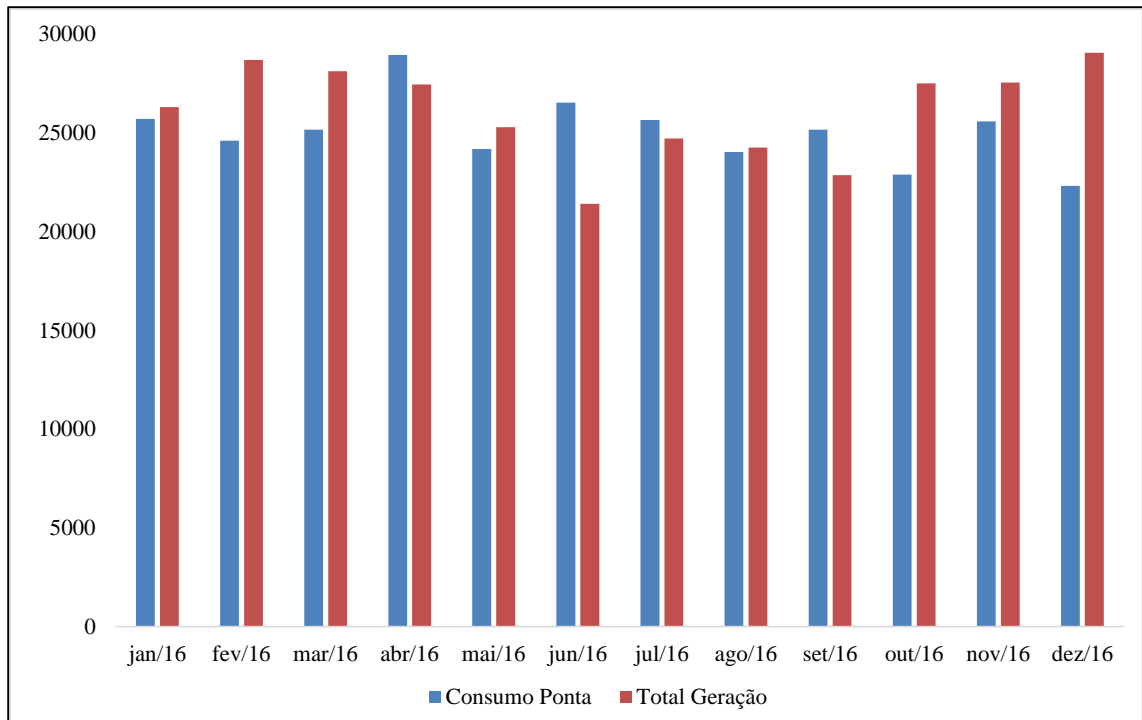
A geração média é estimada em 313.320kWh/ano, o que representa uma média de 26.110 kWh/mês, com pico de geração nos meses de dezembro e janeiro. Para o crédito de Energia Renovável e Compensação de Carbono do LEED, a Equação 4 é aplicada.

$$Pontos = \frac{\% \text{ de energia renovável gerada}}{1,5\%} + \frac{\% \text{ de energia adquirida/compensação}}{25\%} \quad (4)$$

Limitado a 5 pontos, uma vez que o hospital não conta com um contrato de compensação de emissão de carbono, considera-se para cálculo da equação 4 apenas a média de geração de energia de 9% do consumo mensal, auferindo-se o limite de pontos para este critério. A energia gerada pelo sistema SFCR pode ser armazenada para abastecer a edificação em horário de ponta, reduzindo o consumo da energia contratada em horários nos quais os impostos cobrados

sobre a tarifa de energia apresentam valores mais expressivos. Neste sentido, o Gráfico 7 apresenta o comparativo da energia gerada paralelo ao consumo de ponta referente ao ano de 2016. Os dados de energia são expressos em kWh.

Gráfico 7 - Total de energia gerada versus consumo em horário de ponta.



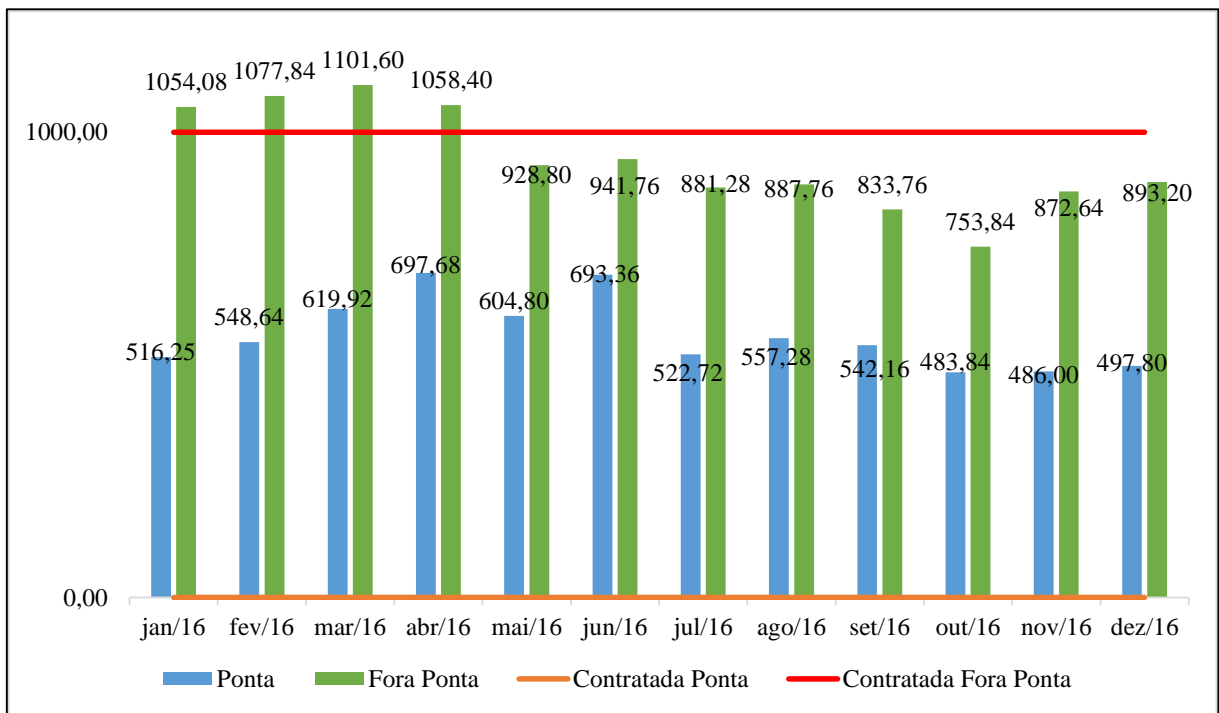
Fonte: Elaborado pelo autor.

Observa-se que em alguns meses do ano a geração de energia pelo sistema SFCR apresenta potencial de suprir o consumo de ponta, tomando como base o perfil de consumo do ano de 2016. Além do mais, destaca-se que a energia gerada por meio das placas fotovoltaicas pode apoiar o hospital na ocorrência de eventuais problemas de fornecimento de energia por meio da concessionária contratada, enquanto a energia armazenada for suficiente, evitando o uso do gerador a diesel.

O hospital conta com contrato de demanda de energia elétrica de 1.000kW, com tolerância de 50kW a mais fora de ponta e tolerância de 950kW para fora de ponta, de modo que ultrapassando estes valores a companhia exerce a cobrança de uma multa sobre o hospital. O Gráfico 8 apresenta a dinâmica da potência em kW contratada e exigida pela edificação, considerando o ano corrente de 2016.



Gráfico 8 - Histórico de demanda em kW referente ao ano de 2016.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Considerando o histórico do Gráfico 8, somado a estratégia de geração de energia por meio do sistema SFCR apresentada o hospital pode vir a eliminar possíveis pagamentos de multas, como ocorrido nos meses de janeiro a abril de 2016. Além do mais o contrato de demanda pode ser reduzido, uma vez que, com terceirização o serviço de lavanderia o consumo de energia (kWh) do hospital foi reduzido. Destaca-se que não obteve-se acesso aos valores incorridos pelas multas pagas pelo hospital, bem como a diferença de valores incorrida com o cenário de redução de demanda contratada, para que pudesse ser considerado neste estudo.

Para que investigações mais confiáveis possam ser realizadas principalmente no que tange a categoria de energia e atmosfera, somadas ao apoio em todas as demais categorias, buscou-se o serviço de consultoria técnica em *Green Building* e certificação LEED como apoio às decisões a serem tomadas. Assim, passou-se as informações pertinentes a uma empresa, para que a mesma pudesse estabelecer o valor cobrado dos seus serviços para o hospital em questão. A empresa de consultoria, assim que contratada, passa a apoiar todas as ações já mencionadas anteriormente, de forma a auxiliar no desenvolvimento de políticas, planos de ações e demais estratégias para que a certificação LEED possa ser auferida.

Quanto aos serviços desenvolvidos na consultoria, primeiramente é sistematizado o diagnóstico que objetiva avaliar a situação atual da edificação em relação ao seu nível de sustentabilidade, tomando como referência os pré-requisitos e créditos do LEED O+M V4, por meio de reuniões, estudos técnicos de projetos existentes, documentos e relatórios, de modo que os resultados consolidem relatórios da descrição atual do projeto quanto ao atendimento das exigências da certificação, tabela da certificação com os créditos a serem alcançados bem como identificação das medidas necessárias para adequação da edificação. A definição das estratégias inclui a revisão técnica das exigências dos créditos e pré-requisitos, avaliação da viabilidade técnica (quanto a compatibilidade com os padrões e técnicas existentes e existência de barreiras técnicas) e avaliação da viabilidade econômica.

O software utilizado pela empresa de consultoria para a realização da simulação energética, no caso de a mesma ser contratada, é o *Energy Plus®*, possibilitando a avaliação do desempenho termo energético do edifício, com o objetivo de avaliar sinergias entre sistemas, oportunidades de redução de custos iniciais, oportunidades de redução de custos operacionais, além de avaliar o potencial de pontuação nos créditos de Eficiência Energética do LEED.

Treinamentos serão oferecidos pela empresa de consultoria a fim de proporcionar à equipe do hospital envolvida no projeto um entendimento geral sobre os objetivos e as implicações de se adotar o sistema LEED. Durante o mesmo também serão esclarecidas as funções e responsabilidades de cada membro da equipe. Desta forma a empresa assessora a equipe em relação a documentação exigida para demonstração de atendimento de cada pré-requisito e crédito.

No que tange o serviço de Simulação Energética, é realizada a atividade de modelagem tridimensional da edificação (estrutura, vedação, esquadrias, etc.), o estudo das características térmicas dos principais materiais aplicados (resistência térmica, calor específico, etc.), modelagem do sistema de ar condicionado, ventilação, exaustão e aquecimento de água, estudo das características técnicas dos equipamentos elétricos da edificação (iluminação, motores, bombas, ar-condicionado, etc.), levantamento dos dados climáticos da região, estudo da carga térmica e por fim, programação em software específico com as informações citadas.

Além do serviço de comissionamento, a empresa ainda executa atividades de orientação técnica e acompanhamento da execução e implementação do Plano Erosão e Sedimentação, Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção e Plano de Gestão da Qualidade do Ar Interno. Destaca-se que a elaboração dos planos é de responsabilidade da empresa contratante, ou seja, do hospital. Entretanto, por meio das informações fornecidas pelo hospital, a empresa contratada para consultoria se responsabiliza pelo desenvolvimento da documentação requerida

para a comprovação do atendimento aos pré-requisitos e créditos do LEED. A empresa de consultoria efetuará o registro do projeto junto ao USGBC / GBCI, atuará como gestora da certificação perante o conselho e será responsável pela organização e envio da documentação necessária à certificação.

As taxas de registro e certificação não fazem parte da proposta de consultoria, devendo ser pagas pelo hospital. Os comentários do conselho norte-americano vis-à-vis documentos enviados para revisão, serão analisados pela equipe da empresa contratada junto a empresa contratante, no intuito de prover as informações necessárias, até a efetiva certificação do empreendimento. Assim, a empresa de consultoria é responsável por representar o hospital perante o órgão certificador até a obtenção final da Certificação LEED.

#### 4.2 CONSTRUÇÃO DOS CENÁRIOS

Para que se pudesse realizar a construção dos cenários para a simulação, ordenou-se os dados referente aos custos das adaptações e estratégias, apresentadas na seção anterior, em uma planilha no Excel, juntamente com os custos incorridos pela empresa de consultoria selecionada e custos referentes ao registro e revisão do projeto junto ao órgão internacional certificador – GBCI. As informações podem ser observadas no Quadro 7, conforme segue.

Os valores cobrados pelo GBCI são expressos em dólares e medida de área sendo pés quadrados (sq ft), deste modo utilizou-se como taxa de câmbio o valor de R\$3,2034, conforme valor de venda do dólar americano incorrido no dia 14/01/2017 (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2017a) e a relação de  $1 \text{ ft}^2 = 10,764 \text{ m}^2$  (METRIC CONVERSION, 2017). Os orçamentos foram realizados em empresas localizadas na cidade de Cascavel – PR. Após a consulta dos valores dos produtos listados em três diferentes empresas, adotou-se nesta pesquisa o menor deles. Para orçamento da cisterna para captação e tratamento da água pluvial e SFCR os orçamentos foram realizados com empresas que atendem não só na cidade em questão, mas na região sobre um raio de 200 km de distância. Buscou-se a empresa de consultoria por meio de informações obtidas em projetos localizados no Brasil já certificados pelo USGBC.

Quadro 7 - Descrição dos itens orçados.

Produto	Unid.	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total	
Máquina Roçadeira Elétrica	Unid.	3	R\$ 300,00	R\$ 900,00	
Blocos Vazados ( concregrama)	m²	4072	R\$ 157,00	R\$ 639.304,00	
Plantio de Grama em blocos vazados	m²	4072	R\$ 10,00	R\$ 40.720,00	
Muda de Figueira de jardim	Unid.	1360	R\$ 25,00	R\$ 34.000,00	
Cisterna (capacidade de 250.000 litros) incluindo:	Filtro WFF 300	Unid.	1	R\$ 18.800,00	R\$ 18.800,00
	Freio água Inox 200mm	Unid.	1	R\$ 2.400,00	R\$ 2.400,00
	Ladrão Sifonado Válvula de Retenção 200mm	Unid.	1	R\$ 2.100,00	R\$ 2.100,00
	Filtro Flutuante Sucção 1.1/4"	Unid.	1	R\$ 900,00	R\$ 900,00
	Conjunto Bombeamento - bomba 2 cv inox	Unid.	1	R\$ 3.500,00	R\$ 3.500,00
	Dosadora Cloro	Unid.	1	R\$ 800,00	R\$ 800,00
Caixas acopladas (dois acionamentos - 3 e 6 litros)	Unid.	400	R\$ 150,00	R\$ 60.000,00	
Redutores de vazão	Unid.	1175	R\$ 3,00	R\$ 3.525,00	
Arejadores	Unid.	300	R\$ 15,25	R\$ 4.575,00	
Hidrômetro	Unid.	4	R\$ 150,00	R\$ 600,00	
Sistema de Geração Fotovoltaica Conectada à Rede (Inclui: 816 módulos fotovoltaicos de 260wp, inversores de frequência trifásicos, cabos solares, quadros de proteção CC/CA, conectores e demais materiais necessários para a perfeita instalação do sistema)	Unid.	1	R\$ 1.166.935,12	R\$ 1.166.935,12	
<b>Total dos Custos de Adaptações</b>				<b>R\$ 1.979.059,12</b>	
Consultoria – Diagnóstico e Estratégia	Unid.	1	R\$ 2.000,00	R\$ 2.000,00	
Consultoria – Certificação LEED	Unid.	1	R\$ 198.000,00	R\$ 198.000,00	
<b>Total dos Custos da Consultoria</b>				<b>R\$ 200.000,00</b>	
Cadastro do Projeto junto ao GBCI	Unid.	1	R\$ 4.815,10	R\$ 4.815,10	
Revisão do projeto	m²	33553,70	R\$ 1,44	R\$ 48.368,67	
<b>Total dos Custos da Certificação</b>				<b>R\$ 53.183,77</b>	
<b>Custos Totais</b>				<b>R\$ 2.232.242,89</b>	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Três cenários distintos foram analisados, com alterações nas economias promovidas pelas alterações identificadas considerando o consumo de água e o consumo de energia elétrica. Como já mencionado, não foi considerado a diferença dos valores incorridos pela alteração da demanda contratada, uma vez que não foi possível ter acesso a estes dados. As porcentagens de economia foram estabelecidas conforme *cases* apresentados na plataforma online do USGBC, a partir de projetos já certificados no Brasil, bem como em demais publicações divulgadas no meio científico que abordassem implementação de estratégias para auferir melhor eficiência hídrica e energética e ainda com base nas projeções de resultados a partir das adaptações sugeridas, mais especificamente no que tange os impactos diretos no consumo de água e energia. O Quadro 8 apresenta os cenários propostos, bem como a variação dos dados e o respectivo perfil de distribuição estabelecido para realização da simulação, gerando-se os cenários, probabilidades e análises de sensibilidade para cada.

Quadro 8 - Resumo dos cenários propostos para simulação.

<i>Simulação de Monte Carlo</i>					
		Variações			Distribuição de dados estabelecida
		Cenário Pessimista	Cenário Mais Provável	Cenário Otimista	
Investimentos	Adaptações	Mín: R\$ 1.979.059,12 - Máx: R\$ 2.374.870,94			Uniforme
	Registro do Projeto	Mín: R\$ 4.815,10 – Máx: R\$ 5.778,12			
	Revisão do Projeto	Mín: R\$ 48.368,67 – Máx: R\$ 58.042,40			
	Consultoria – Diagnóstico e Estratégia	Mín: R\$ 2.000,00 – Máx: R\$ 2.400,00			
	Consultoria – Certificação LEED	Mín: R\$ 198.000,00 – Máx: R\$ 237.600,00			
Receitas Anuais	Redução do consumo de Água	R\$ 40.297,14	R\$ 120.891,41	R\$ 201.485,68	Normal
	Redução do consumo de Energia	R\$ 241.669,74	R\$ 334.619,64	R\$ 464.749,50	
Outros	TMA	Mín: 11% a.a. - Máx: 15% a.a. - Méd: 13% a.a.			Triangular
	Vida econômica	Mín: 9 anos - Máx: 11 anos - Méd: 10 anos			Triangular

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para fins de cálculos adotou-se períodos anuais. Os custos relativos aos investimentos se aplicam da mesma maneira para os três cenários. Uma vez que adotou-se a distribuição uniforme, o valor mínimo considerado foi igual ao custo dos investimentos e para o valor máximo foi acrescido 20%. Para as reduções dos custos referentes ao consumo de água e energia, ou seja, as receitas do fluxo de caixa, adotou-se uma distribuição normal. Para o cálculo da média foi considerado o custo médio anual com consumo de água e energia, com base nos valores incorridos no ano de 2016, e o percentual de redução estabelecido para cada cenário. Foi definido um desvio padrão de 2% em relação à média, com base no desvio padrão que os custos mensais referentes ao ano de 2016 apresentaram (cerca de 1,7% da média). Os valores podem ser observados na Tabela 2. As porcentagens expressas na Tabela 2 podem ser justificadas, no que tange o consumo de água, pelas reduções demonstradas no Quadro 6 da seção anterior, por meio das implementações sugeridas, como utilização de redutores de vazão nas torneiras, bem como substituição de caixas de descargas por de menor volume e com opção de dois acionamentos, e ainda, pela reutilização da água pluvial.

Tabela 2 - Valores e percentuais considerados para simulação dos cenários estabelecidos.

		Cenário pessimista	Cenário realista	Cenário otimista
Custo médio anual	Água	R\$ 402.971,35		
	Energia	R\$ 1.858.998,01		
Percentual de economia	Água	10%	30%	50%
	Energia	13%	18%	25%
Média (água + energia)		R\$ 281.966,88	R\$ 455.511,05	R\$ 666.235,18
Desvio Padrão		R\$ 5.639,34	R\$ 9.110,22	R\$ 13.324,70

Fonte: elaborado pelo autor.

Na redução do consumo de energia foi considerado 13% em relação ao consumo médio observado em 2016 no cenário pessimista, 18% no cenário realista e 25% no cenário otimista. Essas reduções se apoiam, principalmente, na geração de energia por meio das placas fotovoltaicas e estudos como dimensionamento da iluminação, sistemas de ar condicionado e demais equipamentos utilizados no hospital, bem como demais simulações energéticas e *retrofit* da edificação, inclusos no desenvolvimento da consultoria junto à empresa considerada.

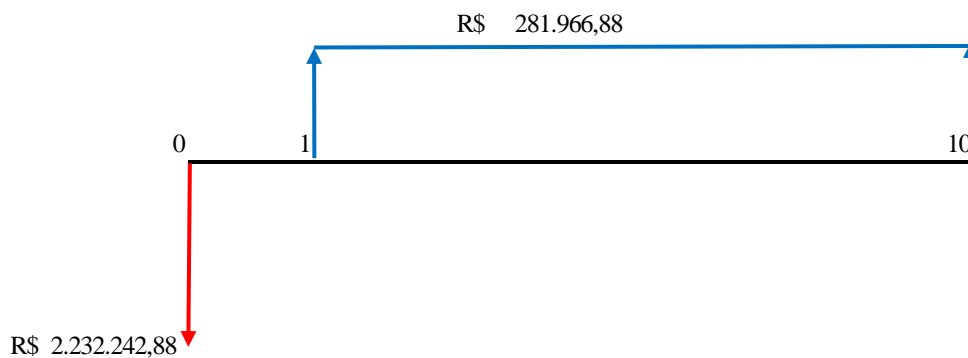
A escolha da Taxa Mínima de Atratividade (TMA) foi fundada considerando a taxa Selic, ou seja, a taxa básica de juros da economia nacional. Com a taxa Selic em torno de 12,9% a.a. (para 13/01/2017, segundo o Banco Central do Brasil, 2017b), somando-se ao fato de que o hospital em estudo é de caráter público, apresentando baixo risco para investimentos e não tendo como objetivo a geração de lucros, estabeleceu-se uma TMA que segue a distribuição triangular, com valor mínimo de 11% a.a., valor mais provável de 13% a.a. e valor máximo de 15% a.a. para os três cenários. O período ponderado para simulação foi de 9 a 11 anos, considerando como 10 anos o tempo mais provável, seguindo também uma distribuição triangular.

Compreendida a dinâmica dos valores monetários considerados neste estudo, as seções seguintes compõem-se pela apresentação dos resultados obtidos na SMC, a saber: (4.3) Viabilidade econômica do cenário pessimista; (4.4) Viabilidade Econômica do cenário mais provável e; (4.5) Viabilidade econômica do cenário otimista. Os resultados da função VPL para cada cenário foram obtidos por meio da SMC realizada no Software Crystal Ball®, a partir de 200.000 simulações para cada cenário, considerando um nível de confiança de 95%.

### 4.3 VIABILIDADE ECONÔMICA DO CENÁRIO PESSIMISTA

Para fins de esclarecimento sobre a metodologia de cálculo do VPL considerada nesta pesquisa as movimentações financeiras anuais (entradas e saídas dos recursos financeiros) no período de 10 anos, são expressas no fluxo de caixa, conforme pode ser observado na Figura 5.

Figura 5 - Fluxo de caixa do cenário pessimista.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Um resumo estatístico dos dados relacionado a função VPL do cenário pessimista, após realizadas as 200.000 simulações, com nível de confiança de 95%, pode ser observado na Tabela 3, conforme segue.

Tabela 3 - Resumo estatístico das simulações realizadas para o cenário pessimista.

<b>Estatística</b>	<b>Valores de previsão</b>
Número de Simulações	200.000
Média	- R\$ 924.952,04
Mediana	- R\$ 924.833,50
Desvio Padrão	R\$ 145.517,09
Variância	R\$ 21.175.223.988,42
Coefficiente de Variação	- 0,1573
Mínimo	-R\$ 1.345.930,11
Máximo	- R\$ 443.107,58
Erro Padrão Média	R\$ 325,39

Fonte: Elaborado pelo autor.

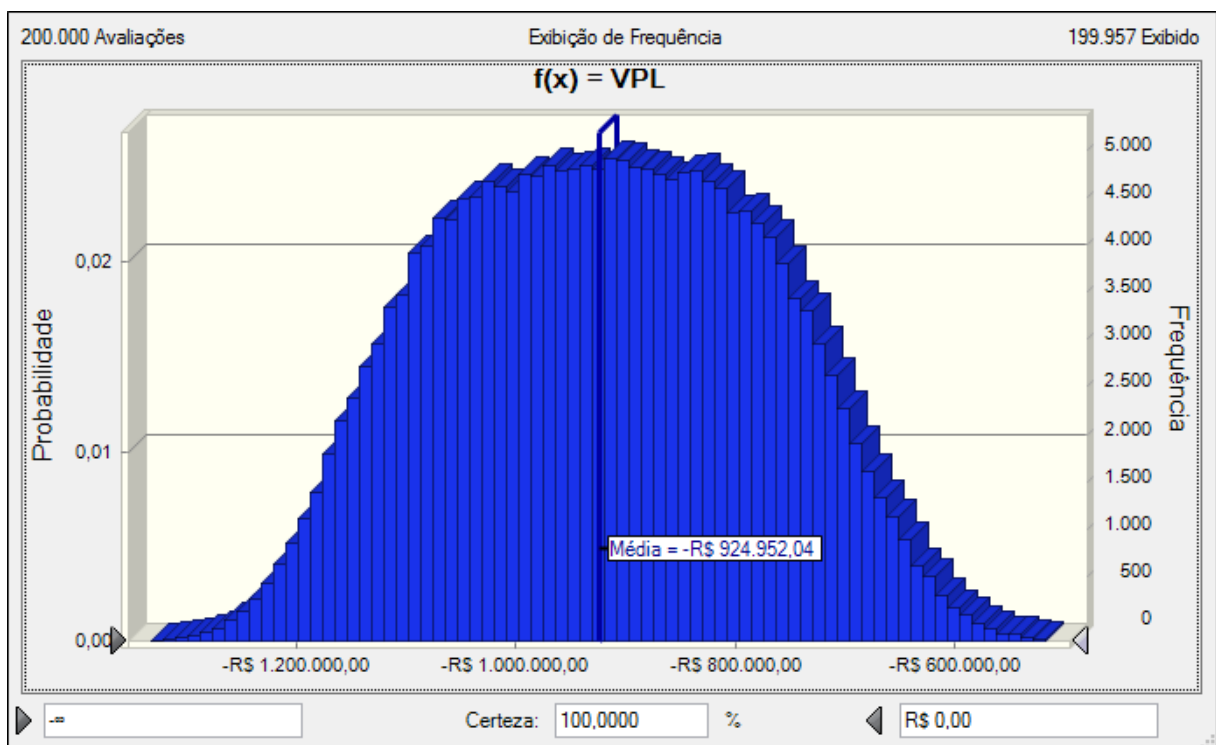
Destaca-se que os valores negativos são expressos em cor vermelha. Considerando as particularidades do cenário pessimista conforme apresentado na seção anterior, o valor presente

líquido do fluxo de caixa apresentado na Figura 5 apresentou intervalo entre R\$1.345.930,11 e R\$443.107,58 com valor médio esperado de R\$924.952,04, onde todos os valores são negativos.

O desvio padrão está associado ao risco do investimento, uma vez que, quanto maior este valor, maior é a probabilidade de se obter valores distantes do valor médio encontrado. A mesma interpretação se aplica ao coeficiente de variação, uma vez que este é o desvio padrão visualizado como percentual em relação à média. Destarte, o valor de R\$145.517,09 obtido para o desvio padrão corresponde a um coeficiente de variação de (-)15,73%.

Uma vez que a SMC transforma valores determinísticos e valores probabilísticos, a função VPL considerada neste estudo pode ser apresentada por meio de um gráfico de distribuição de frequência. Destarte, o Gráfico 9 é composto pelas frequências obtidas na simulação do cenário pessimista, conforme segue.

Gráfico 9 - Distribuição de frequência de probabilidades para a função VPL do cenário pessimista.



Fonte: Elaborado pelo autor.

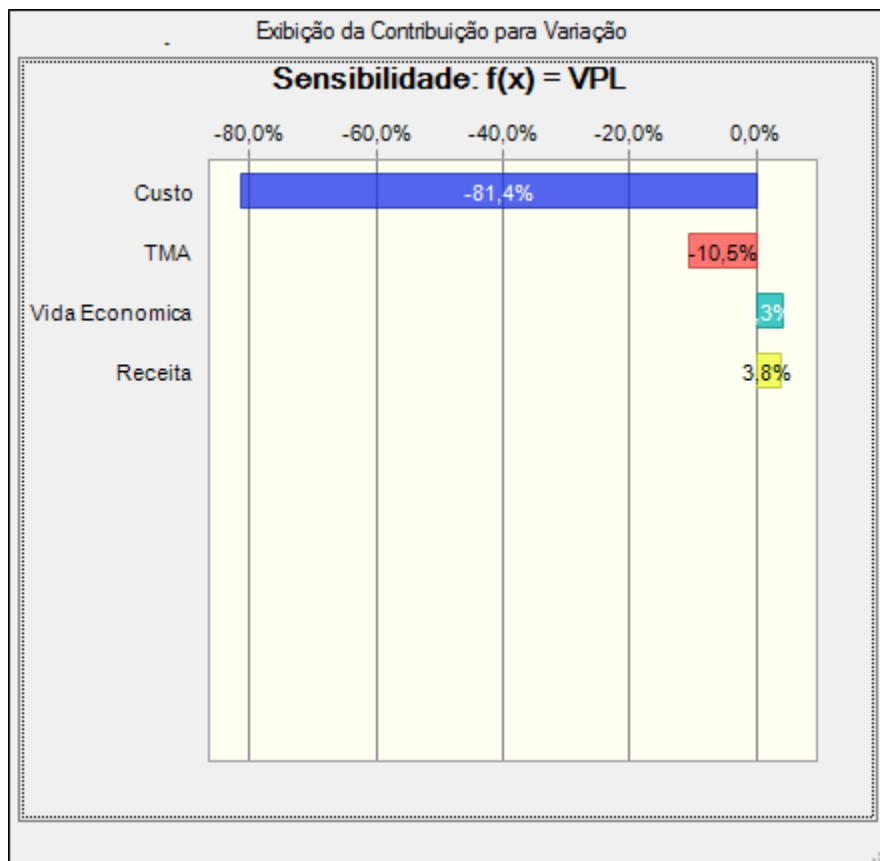
O eixo horizontal considerado no Gráfico 9 varia do infinito negativo até zero, demonstrando o índice de certeza de os valores incorridos neste cenário serem negativos.



Assim, pode ser observado que há 100% de certeza de que o VPL no cenário pessimista seja negativo. O cenário pessimista é considerado então inviável. Ou seja, o investimento apresentado não apresenta vantagem financeira para o hospital, considerando as reduções de 10% e 13% no custo referente ao consumo de água e energia, respectivamente.

Investigações a respeito do efeito de cada variável considerada na composição final da função VPL podem ser obtidas por meio da análise de sensibilidade. O Gráfico 10 apresenta esta análise para o cenário considerado nesta seção.

Gráfico 10 - Análise de sensibilidade da função VPL para o cenário pessimista.



Fonte: Elaborado pelo autor.

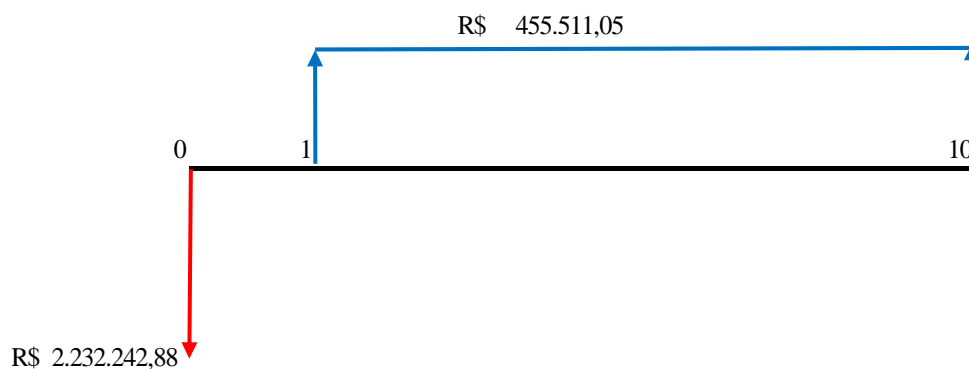
A função VPL sofre influência mais expressiva do custo do investimento: 81,4%, apresentando correlação negativa com o VPL. É notável que por meio das economias consideradas neste cenário, ou seja, as receitas do fluxo de caixa, a contribuição para que se obtenha o aumento do VPL, visto que a correlação das receitas com o VPL é positiva, é de apenas 3,8%, ou seja, entre os menores valores observados na análise de sensibilidade. Assim, para que o VPL possa vir a apresentar valor mais próximo dos valores positivos é preciso que

variáveis como custo e TMA sejam reduzidas e / ou variáveis como receitas e vida econômica sejam aumentadas.

#### 4.4 VIABILIDADE ECONOMICA DO CENÁRIO MAIS PROVÁVEL

Seguindo a mesma dinâmica de apresentação do cenário anterior, foi construído o fluxo de caixa para o cenário mais provável. Deste modo, os valores considerados podem ser observados na Figura 6. O valor uniforme equivalente é referente a economia de 30% do custo com água e 18% do custo com energia elétrica consumidos pelo hospital.

Figura 6 - Fluxo de caixa referente ao cenário mais provável.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O valor do investimento continua sendo de R\$2.232.242,88, com valor máximo igual a 120% do mesmo. A partir das considerações de distribuição uniforme para os custos e para a TMA e distribuição triangular para as receitas e para a vida econômica foram realizadas 200.000 simulações para o valor da função VPL. A Tabela 4 apresenta a estatística descritiva para tal distribuição de probabilidade. O valor médio esperado para a função VPL no cenário mais provável é de R\$ 17.318,49, com distribuição entre o intervalo de R\$ -532.158,43 e R\$ 708.931,69. Posto que o desvio padrão está associado ao risco do investimento, as simulações realizadas para este cenário nos permitem observar um desvio padrão de R\$ 168.306,74, com correspondência percentual de 972 % em relação à média.

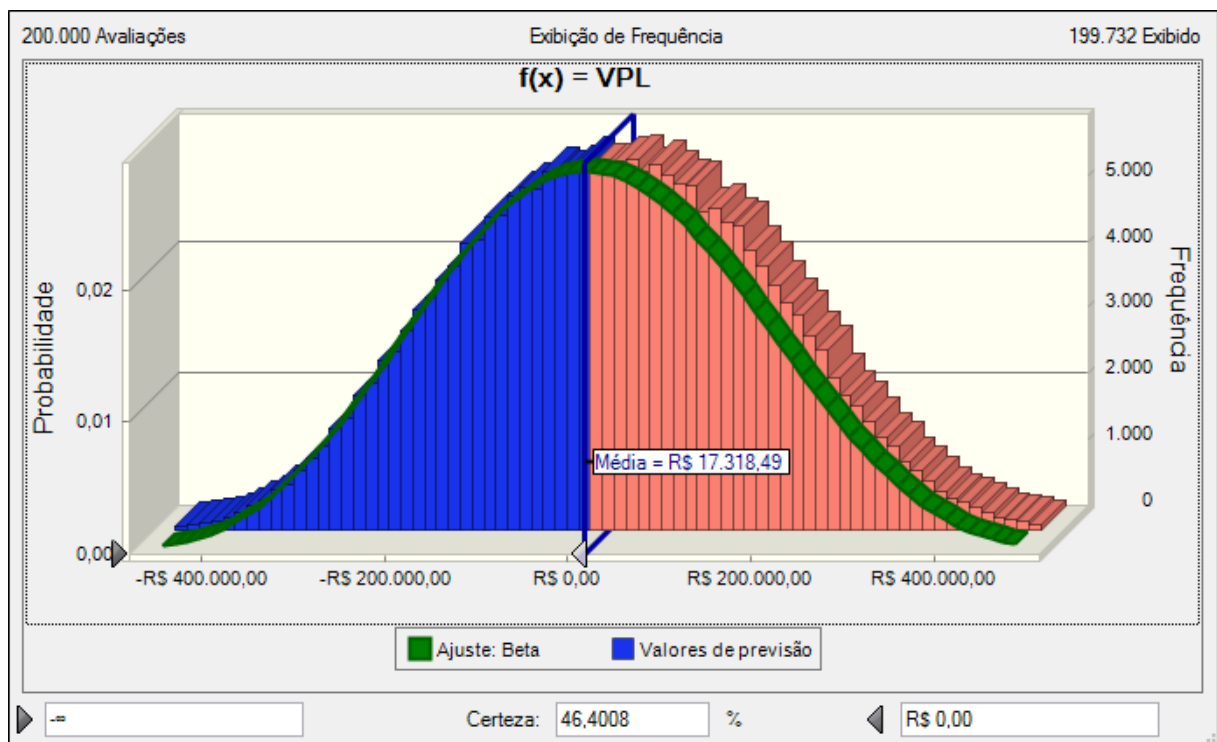
Tabela 4 - Resumo estatístico da função VPL para o cenário mais provável.

Estadística	Valores de previsão
Número de Simulações	200.000
Média	R\$ 17.318,49
Mediana	R\$ 17.107,30
Desvio Padrão	R\$ 168.306,74
Variância	R\$ 28.327.158.768,25
Coefficiente de Variação	9,72
Mínimo	-R\$ 532.158,43
Máximo	R\$ 708.931,69
Erro Padrão Média	R\$ 376,35

Fonte: Elaborado pelo autor.

A distribuição de frequência para a função VPL do investimento estudado para o hospital em questão, a partir das considerações do cenário mais provável, pode ser observada no Gráfico 11. O índice de certeza demonstra a probabilidade de o VPL ser positivo, o que nos indica uma probabilidade de aproximadamente 53,6%.

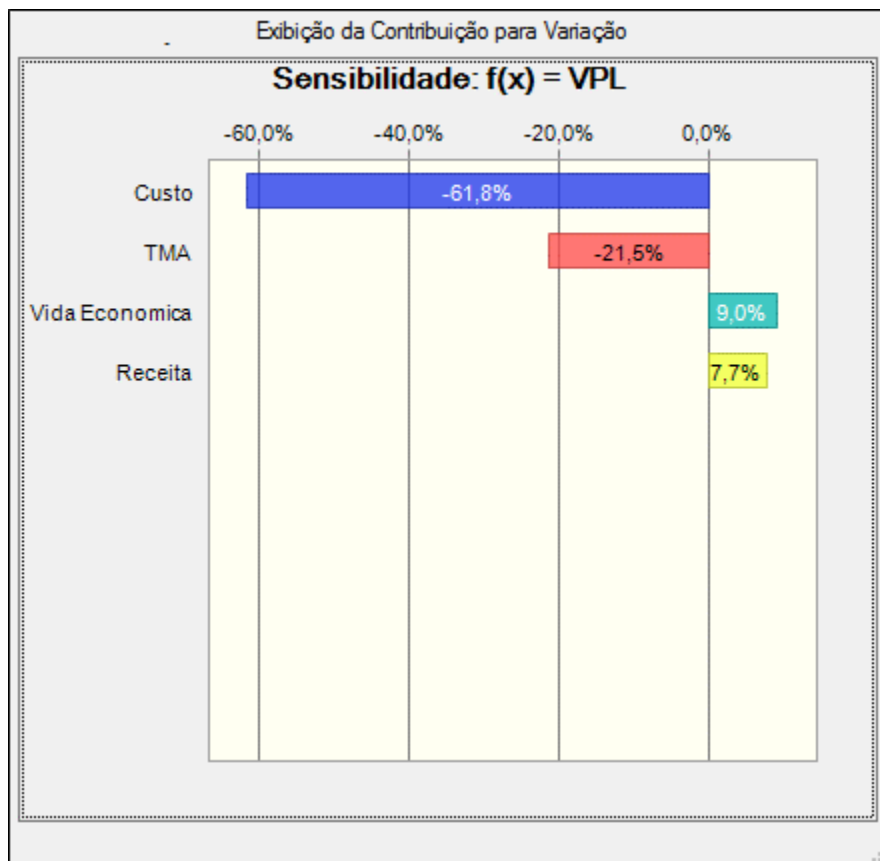
Gráfico 11 - Distribuição de frequência da função VPL para o cenário mais provável.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Em comparação com o cenário anteriormente apresentado, este mostra-se mais vantajoso frente à preposição estabelecida para viabilidade de projetos ( $VPL > 0$ ). Ou seja, o cenário pessimista se associou a 100% de probabilidade de inviabilidade, posto que o cenário mais provável demonstra apenas 46% de probabilidade de incorrer em valor menor que R\$ 0,00 para a função VPL. A fim de analisar o impacto das variáveis em estudo sobre a função VPL, o gráfico de sensibilidade é apresentado na sequência (Gráfico 12).

Gráfico 12 - Análise de sensibilidade para o cenário mais provável.



Fonte: Elaborado pelo autor.

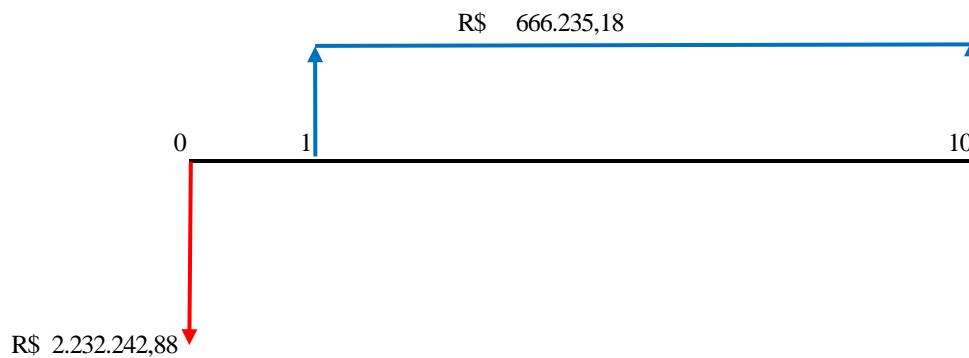
Todas as variáveis apresentam influência sobre a função VPL. O custo e a TMA se associam ao resultado negativo, ou seja, são correlacionados de maneira negativa ao VPL, sendo que o custo apresenta 61,8% de influência e a TMA, com distribuição triangular entre os valores de 11% a.a., 13% a.a. e 15% a.a., apresenta um percentual de 21,5. Com correlação positiva a vida econômica e a receita somam uma influência de aproximadamente 17%.

Entretanto, os percentuais demonstrados permitem observar que qualquer alteração nos custos apresenta maior impacto sobre o resultado da função VPL.

#### 4.5 VIABILIDADE ECONOMICA DO CENÁRIO OTIMISTA

Para este cenário foi imposto uma redução de 50% no valor gasto mensalmente pelo hospital com consumo de água. Para o valor correspondente ao consumo de energia elétrica o percentual de redução foi estabelecido em 25%. Estes percentuais nos levam ao estudo da função VPL a partir do fluxo de caixa apresentado na Figura 7.

Figura 7 - Fluxo de caixa considerado para o cenário otimista.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A receita que incorre ao hospital a partir do investimento levantado no estudo, para os dez anos considerados, é igual a um VAUE de R\$ 666.235,18. A partir das variáveis estabelecidas e consideradas para o cenário otimista, foram realizadas 200.000 simulações, por meio do Software Crystal Ball®, onde o resumo estatístico dos resultados obtidos para a função VPL pode ser observado na Tabela 5.

Obedecendo um intervalo entre os valores positivos de R\$ 407.973,74 e R\$1.987.331,05, o valor esperado para o VPL no cenário otimista é de R\$ 1.160.962,08, ou seja, a média dos 200.000 valores calculados. O coeficiente de variação para esta distribuição e valores é de 18%, o que corresponde a um valor real de R\$ 204.274,29, demonstrando baixo risco associado ao projeto estudado.

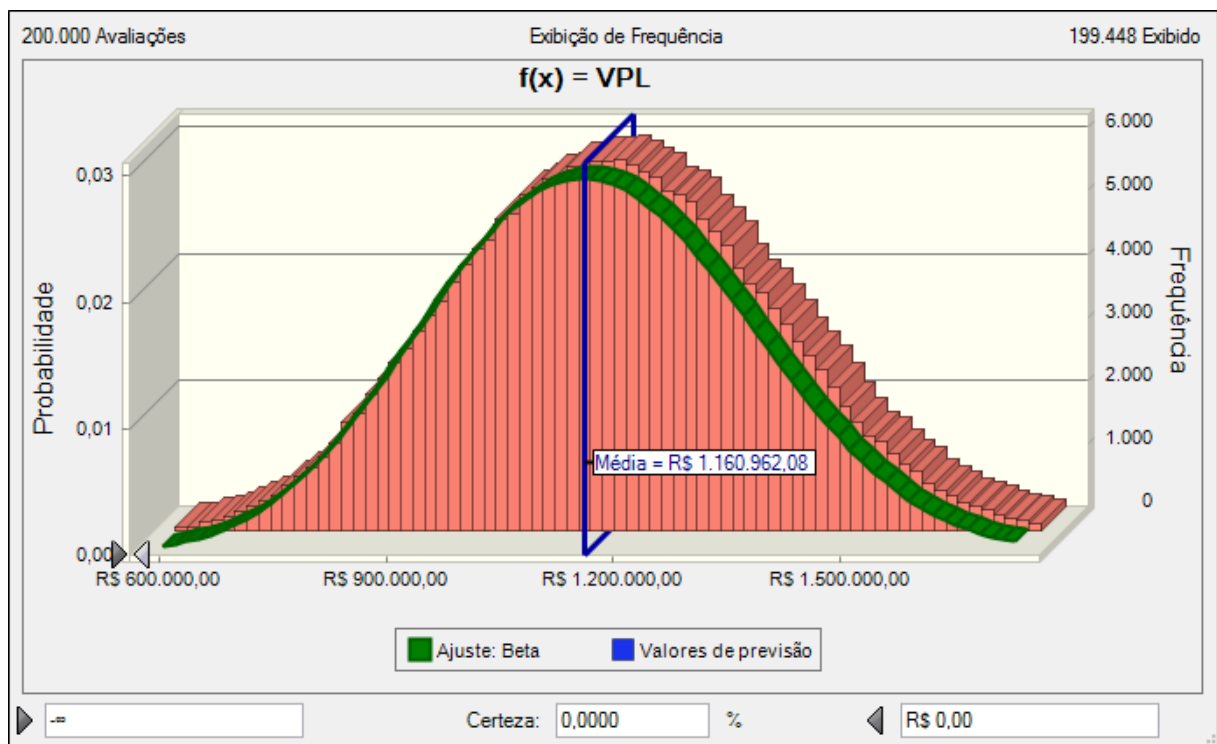
Tabela 5 - Resumo estatístico dos resultados da função VPL para o cenário otimista.

<b>Estatística</b>	<b>Valores de previsão</b>
Número de Simulações	200.000
Média	R\$ 1.160.962,08
Mediana	R\$ 1.158.755,73
Desvio Padrão	R\$ 204.274,29
Variância	R\$ 41.727.985.656,54
Coefficiente de Variação	0,18
Mínimo	R\$ 407.973,74
Máximo	R\$ 1.987.331,05
Erro Padrão Média	R\$ 456,77

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os resultados obtidos nas simulações podem ser expressos por meio de uma distribuição de frequência. Isto posto, o Gráfico 13 é composto pela distribuição de frequência da função VPL, bem como pela informação de certeza incorrida na função estudada, conforme segue.

Gráfico 13 - Distribuição de frequência da função VPL para o cenário otimista.

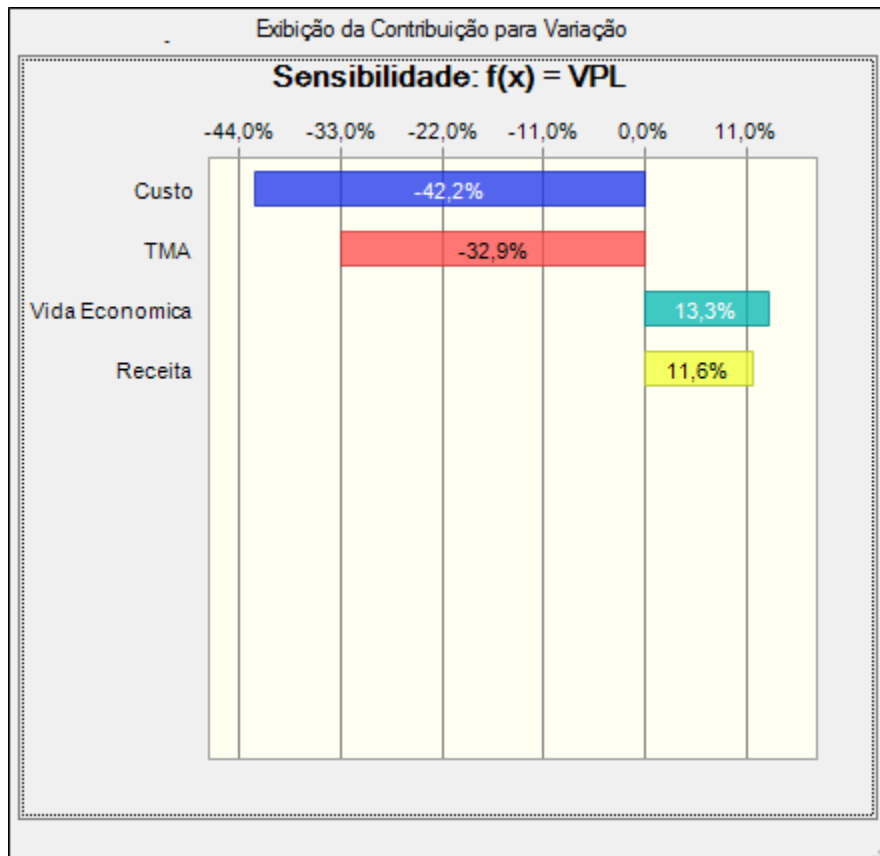


Fonte: Elaborado pelo autor.

O eixo horizontal do Gráfico 13 apresenta uma distribuição dos valores que variam do negativo infinito até o zero. A probabilidade de que o cenário considerado apresente valores entre este intervalo, ou seja, valores negativos para a função VPL é de 0%. As simulações permitem afirmar que as receitas impostas refletem, em um período de 10 anos, em um valor presente líquido positivo para o investimento considerado.

O impacto de cada variável sobre o resultado da função VPL é observado por meio da análise de sensibilidade. As variáveis podem apresentar correlação positiva ou negativa com o VPL, sendo mais ou menos expressivas. O Gráfico 14 apresenta o resultado desta análise pra o cenário otimista.

Gráfico 14 - Análise de sensibilidade para o cenário otimista.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O custo passa a ser menos expressivo para o VPL quando comparamos com os cenários anteriores, e a TMA de contrapartida, mais expressiva. Entretanto, estas duas variáveis ainda se sobrepõem às variáveis correlacionadas positivamente com o VPL, a vida econômica e a

receita. A receita e a vida econômica, por sua vez, passam a representam cerca de 25% no valor do VPL, ou seja, são mais expressivas do que nos cenários anteriormente analisados.

#### 4.6 RESUMO DOS RESULTADOS

Para que demais considerações possam ser feitas a partir dos cenários considerados, esta seção aborda de maneira comparativa os resultados obtidos por meio das simulações realizadas. Cálculos de TIR e *Payback* para cada cenário também são apresentados, bem como as considerações pertinentes. Este capítulo se encerra ao fim desta seção, para que então as conclusões da presente pesquisa possam ser tomadas.

A média simples apresentada nas Tabelas 3, 4 e 5, apresentam o valor esperado para função VPL do cenário pessimista, cenário mais provável e cenário otimista, respectivamente. Juntamente com medidas estatísticas como desvio padrão e coeficiente de variação, além da porcentagem de certeza para função VPL menor ou igual a zero (conforme Gráficos 9, 11 e 13) e informações referentes as análises de sensibilidade dos cenários, a Tabela 6 apresenta os dados para melhor compreensão e comparação dos resultados.

Tabela 6 - Comparativo dos resultados a partir das simulações para os três cenários estudados.

Fatores	Valores de previsão dos cenários		
	Pessimista	Mais Provável	Otimista
Média	- R\$ 924.952,04	R\$ 17.318,49	R\$ 1.160.962,08
Desvio Padrão	R\$ 145.517,09	R\$ 168.306,74	R\$ 204.274,29
Coeficiente de Variação	- 0,1573	9,72	0,18
Erro Padrão Média	R\$ 325,39	R\$ 376,35	452,02
Percentual de Certeza	100%	46,40%	0%
Contribuição do Custo para variação do VPL	-81,40%	-61,80%	-42,20%
Contribuição da TMA para variação do VPL	-10,50%	-21,50%	-32,90%
Contribuição da Vida Econômica para variação do VPL	3,00%	9,00%	13,30%
Contribuição da Receita para variação do VPL	3,80%	7,70%	11,60%

Fonte: Elaborado pelo autor

Posto que o projeto é viável quando  $VPL > 0$ , apenas o cenário pessimista não apresenta viabilidade econômica, uma vez que o valor esperado para a função VPL neste caso foi de R\$ -924.952,04. O cenário otimista, por sua vez, é o que apresenta maior desvio padrão, com valor real de R\$ 204.274,29. Considerando o coeficiente de variação (desvio padrão dividido



pela média) e a sua relação com o risco associado ao projeto, o cenário realista é o que apresenta maior risco associado (972%). O cenário pessimista e o otimista, por sua vez, apresentam coeficiente de variação de módulo próximos (15,73% e 18% respectivamente), entretanto, o cenário pessimista apresenta seus valores em torno de uma média  $< 0$ , o que faz do mesmo inviável no que tange a viabilidade econômica do projeto. Em contrapartida, o cenário pessimista apresenta um risco baixo (18%) acerca de valores positivos para VPL.

Quanto ao percentual de certeza dos cenários, as simulações confirmam a inviabilidade do cenário pessimista, uma vez que há 100% de certeza de resultado negativo neste caso. Contraposto a este resultado, o cenário otimista apresentou 100% de certeza de resultado positivo, confirmando a viabilidade do projeto nas condições consideradas no mesmo. O cenário mais provável, ou seja, mais próximo dos resultados reais esperados está fundado em uma certeza de 46,40% de inviabilidade. Entretanto, considerando que o hospital é de caráter público, sem fins lucrativos, considera-se o percentual de viabilidade, 53,6%, como satisfatório.

No que tange as análises de sensibilidade realizadas, observa-se que quanto maior a receita considerada (crescente na direção do cenário pessimista ao otimista) reduz-se a contribuição das variáveis Custo e TMA para a variação da função VPL, destacando que estas, por sua vez, apresentam correlação negativa com o VPL. Ao ponto que a receita aumenta, sua contribuição com a variação do VPL aumenta também, passando de 3,8% no cenário pessimista, para 7,7% no cenário mais provável e chegando a 11,6% no cenário otimista. A mesma dinâmica é observada para a vida econômica.

A partir do custo de R\$ 2.232.242,89 e das receitas anuais médias consideradas: (a) R\$ 281.966,88 para o cenário pessimista; (b) R\$ 455.511,05 para o cenário mais provável e; (c) R\$ 666.235,1785, foram calculadas as Taxas Internas de Retorno (TIR) para cada cenário. Considerou-se a TMA média para este cálculo, ou seja, 13% a.a. Os cálculos de *Payback* também foram realizados fundados nos fluxos de caixa apresentados nas Figuras 5, 6 e 7, para os cenários pessimista, mais provável e otimista, respectivamente. Os resultados podem ser observados na Tabela 7, conforme segue.

Tabela 7 - TIR e *Payback* para os três cenários estudados.

Fatores	Valores de previsão dos cenários		
	Pessimista	Mais Provável	Otimista
TIR	4%	16%	27%
<i>Payback</i>	5 anos	3 anos	3 anos

Fonte: Elaborado pelo autor.

O cálculo do *Payback* foi realizado considerando o valor presente líquido em cada período. O cenário pessimista apresenta uma TIR de 5%, ou seja, bem inferior a TMA mais provável considerada no estudo, o que faz com que este cenário não seja economicamente atrativo. Em contrapartida, tanto o cenário mais provável quanto o cenário otimista apresentam TIR superior a TMA, confirmando a atratividade do investimento para os dois cenários. No que tange o tempo de retorno do capital investido, o retorno se dá mais rapidamente nos cenários otimista e mais provável, com maior demanda de tempo para retorno do capital investido no cenário pessimista.

## 5. CONCLUSÕES

As questões ambientais estão sendo discutidas cada vez mais, nas mais variadas esferas da sociedade. Práticas mais conscientes no que tange a preservação do meio ambiente e de recursos naturais vêm sendo valorizadas, estudos vêm mostrando vantagens tanto no que tange a produtividade quanto o bem estar dos usuários de ambientes mais sustentáveis. Consciência ambiental e desenvolvimento sustentável, atualmente, são assuntos que ultrapassam a esfera de preservação para as gerações futuras, refletindo em perspectivas de bem estar social, econômico e ambiental. Por mais que se aponte que o desenvolvimento sustentável é possível de ser alcançado por todos, independentemente de estar em um meio desenvolvido ou não, a conclusão desta pesquisa permitiu verificar que ainda há um caminho muito longo a ser seguido para que, tanto a população como os dirigentes governamentais, tenham real consciência da importância do assunto, deixando de envolver apenas a teoria e passando a praticar e viabilizar ações mais responsáveis.

No que tange as organizações a falta de políticas governamentais que incentivem a adoção de práticas sustentáveis vem sendo abordado como um obstáculo do desenvolvimento sustentável. Práticas de *retrofit*, por exemplo, impactam diretamente na dinâmica financeira das instituições, que muitas vezes, acabam por não auferir maior eficiência hídrica ou energética, por exemplo, por conta da falta de capital disponível. Conforme abordado neste estudo ainda há uma lacuna a ser preenchida quando o assunto é custo de adaptações que objetivem a conquista de certificações ambientais ou práticas comuns à edifícios verdes. Confrontar os custos de investimentos com as vantagens possíveis pode fomentar a prática de ações inovadora e atitudes que visem o desenvolvimento sustentável.

Norteados por avaliar a viabilidade econômica da adaptação do hospital escolhido como objeto desta pesquisa para obtenção da certificação LEED, considerações cabíveis puderam ser verificadas. Primeiramente foram identificados os aspectos relevantes para a compreensão do protocolo de certificação LEED. Foi envolvido o estudo de documentos disponibilizados pelo USGBC, publicações científicas e relatórios técnicos, para que, primeiramente, pudesse ser verificado qual a tipologia da certificação se adequaria ao presente trabalho, e então na sequência compreender os aspectos relacionados tanto aos pré requisitos quanto aos créditos a serem auferidos.

A etapa de conhecimento acerca da certificação foi substancial para que as características atuais da edificação pudessem ser identificadas. Em um primeiro momento foram repassadas as informações pertinentes aos colaboradores do hospital que contribuiriam

com o repasse de informações necessárias à pesquisadora. Ou seja, foi explicado o objetivo do estudo bem como sua justificativa, o protocolo de certificação LEED, as intenções de redução de custo operacional que a certificação pode refletir e a importância dos critérios exigidos relacionando estes com as informações necessárias a serem coletadas junto ao hospital. Posto que os colaboradores compreenderam tais aspectos, os mesmos passaram informações a respeito da dinâmica de funcionamento do hospital, tais como controle e monitoramento de consumos, características de operação, estudos de alterações, entre outros, de modo que a construção do diagnóstico pudesse ser iniciada.

O diagnóstico realizado, conforme apresentado no Capítulo 4 deste documento, teve como direcionador o *checklist* da certificação LEED O + M para edifícios existentes. O mesmo apresentou determinadas características do hospital bem como estratégias e alterações necessárias para que fossem auferidos os pré requisitos e critérios do *checklist*. A partir do diagnóstico, um levantamento orçamentário foi realizado, completando as informações sobre o investimento a ser considerado no estudo.

Na medida em que os objetivos específicos (a), (b) e (c) apresentados no Capítulo 1 deste documento foram auferidos, viabilizou-se o estudo de viabilidade econômica, objetivo geral desta pesquisa. Para isto, foram construídos três cenários com base nas previsões de redução do consumo de água e energia, e então calculou-se os valores da função VPL para cada um deles por meio da SMC.

Os resultados mostram que o cenário mais provável, com economia de 18% no custo referente ao consumo de energia elétrica e 30% no custo referente ao consumo de água é economicamente viável, frente ao valor do investimento considerado e uma vida econômica mais provável de 10 anos. Posto que esta pesquisa teve como foco responder a seguinte questão: “no que tange os estabelecimentos de saúde existentes, é economicamente viável adotar padrões de edificações sustentáveis nos projetos de renovação?”; o estudo de caso realizado permitiu concluir que sim, é economicamente viável considerar estratégias sustentáveis nos projetos de renovação em edificações já existentes, considerando o potencial de redução de custos operacionais atrelados as adaptações. Entretanto, para que tal economia seja auferida é imprescindível que procedimentos investigativos sejam inseridos na cultura do hospital, evitando o desperdício de recursos como água e energia, por exemplo, por meio de vazamentos e mal funcionamento de dispositivos e equipamentos. Destaca-se que campanhas de uso consciente devem ser estabelecidas, como por exemplo para o acionamento de lâmpadas, ar condicionados, instrução de uso correto para descargas de dois dispositivos, entre outros.

Apesar de o cenário mais provável apresentar um percentual bom de certeza de viabilidade econômica, próximo a 53,6%, uma TIR de 16% a. a. e um tempo de retorno do investimento de 3 anos, o cenário otimista apresentou 100% de certeza de viabilidade, ou seja,  $VPL > 0$ . A TIR atrelada ao mesmo foi de 27%, o que permite concluir a viabilidade de buscar redução do custo operacional da edificação por meio da certificação LEED. Considera-se, entretanto, que conforme apresentado como limitação desta pesquisa, no Capítulo 3 deste documento, alterações que pudessem vir a ser identificadas pela empresa de consultoria não foram consideradas neste documento. Uma vez que a empresa acompanharia o hospital até a conquista da certificação, custos mais expressivos em relação as alterações poderiam ser identificadas pela empresa de consultoria, o que poderia alterar os resultados encontrados.

O estudo de viabilidade econômica aqui apresentado, por meio da SMC demonstrou que é viável que o hospital busque se adaptar para auferir a certificação LEED O + M. o resultado pode demonstrar ao mercado a atratividade da adoção de práticas de construções verdes. Entretanto, na prática, ao se tratar de adaptações de edificações já existentes, tais modificações não são tão simples e tal objetivo se depara com uma diversidade de obstáculos, presentes principalmente em organizações de caráter público.

Os recursos disponíveis pelo governo são limitados e na maioria das vezes direcionados. Além do mais, grande parte da alta administração do hospital é composta por profissionais da saúde, que acabam, principalmente devido a sua formação, a não considerar como prioridade aspectos relacionados ao funcionamento do hospital, e sim, os fatores que se relacionam claramente e diretamente com o atendimento aos pacientes. Destarte, verifica-se um conflito de interesse entre os colaboradores de áreas como engenharia clínica, manutenção e planejamento físico, por exemplo, com os demais colaboradores do hospital.

Deve-se considerar ainda que não há estudos que quantifiquem os custos operacionais do hospital frente aos custos totais, de maneira que o impacto gerado pelas reduções de consumo de recursos como água e energia, por exemplo, possa ser menos expressivo do que o esperado quando comparado com os custos globais. Do ponto de vista do desenvolvimento sustentável este fator não é relevante, entretanto, posto as dificuldades em gerir organizações públicas devido a insuficiência de recursos, este poderia ser mais um obstáculo a ser vencido.

O método utilizado nesta pesquisa para análise de viabilidade econômica, SMC, foi eficiente tendo em vista os resultados obtidos. Tornar variáveis determinísticas em probabilísticas, para que se possa alcançar uma distribuição de probabilidade como resultado da função desejada expande as considerações a serem feitas nas escolhas de investimentos. É possível considerar os riscos associados a cada cenário, verificando a atratividade de cada um

frente a realidade do caso em estudo, além da contribuição de cada variável no resultado da função estudada.

Ao pesquisar os assuntos relacionados nesta pesquisa foi possível identificar uma diversidade de deficiências na disposição de publicações acerca dos mesmos. Assim, finaliza-se este capítulo com a sugestão de pesquisas futuras para que o desenvolvimento sustentável possa ser alcançado por meio de ações fundadas em conhecimento científico.

Conforme já mencionado neste capítulo, sugere-se uma investigação acerca dos custos incorridos em hospitais. Este estudo pode considerar hospitais públicos e particulares, ou ainda hospitais escola ou não, a fim de se identificar possíveis variações nos resultados encontrados. Outra sugestão de pesquisa futura é o levantamento das principais barreiras para a implementação estratégias de eficiência hídrica e energética em hospitais, cabendo nesta também a investigação em diferentes tipos de hospitais. Destaca-se que o protocolo de certificação LEED foi considerado nesta pesquisa como direcionador para as alterações identificadas na edificação, entretanto, o estudo pode ser replicado sem considerar os custos atrelados ao processo de certificação, comparando os resultados obtidos sem que a certificação em si seja considerada um alvo. Esta colocação é feita posto que, por se tratar de um hospital público, o objetivo principal passa a ser a redução dos custos e não a certificação propriamente dita.

Por fim, sugere-se principalmente a pesquisa e desenvolvimento de diagnósticos mais criteriosos em estabelecimentos assistenciais a saúde no que tange as capacidades sustentáveis, identificando por exemplo consumo de água por leito, de energia, ou mesmo custo de diferentes materiais em relação a capacidade do estabelecimento, fornecendo material para que comparações possam ser realizadas frente a hospitais que possam ser considerados modelo em determinado aspecto. Tal estudo também pode proporcionar maior detalhamento no que tange custos operacionais envolvidos, bem como avaliações e estratégias mais robustas frente ao potencial de modernização da edificação, enriquecendo futuros estudos de viabilidade econômica.

## REFERENCIAS

- ABDALLA, J. J.; FEICHAS, S. A. Q. Modelo Hackefors para obtenção de certificado ambiental ISO-14.001 em pequenas e médias empresas: uma discussão sobre sua aplicação em empresas. **Cadernos EBAPE. BR**: Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas, v. 3, n. 3, p. 1–14, 2005.
- ADRADOS, M.; LAJAM, C.; HUTZLER, L.; SLOVER, J.; BOSCO, J. The effect of severity of illness on total joint arthroplasty costs across New York state hospitals: an analysis of 172,738 cases. **The Journal of arthroplasty**, v. 30, n. 1, p. 12–4, jan. 2015.
- ALI, H. H.; AL NSAIRAT, S. F. Developing a green building assessment tool for developing countries - Case of Jordan. **Building and Environment**, v. 44, n. 5, p. 1053–1064, 2009.
- ALMEIDA, R. R. P. et al. Identificação e análise dos impactos ambientais gerados na indústria da construção civil. **INTENSA**, v. 9, n. 1, p. 39-46, jan./jun. 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527**: Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos. Rio de Janeiro. 2007.
- ARANTES, E. N.; FAMÁ, R. Orçamento de capital sob condições de incerteza: analisando o risco – da análise de sensibilidade à simulação de Monte Carlo em MS Excel®. In: SEMINÁRIOS EM ADMINISTRAÇÃO, 17., São Paulo, 2009. **Anais...** São Paulo: SEMEAD, 2009.
- ARENA FONTE NOVA. **A Arena**. Salvador, 2016. Disponível em: <<http://www.itaipavaarenafontenova.com.br/a-arena/sustentabilidade.html>>. Acesso em: 29 fev. 2016.
- ARTUZO, F. D.; JANDREY, W. F.; CASARIN, F.; MACHADO, J. A. D. Tomada de decisão a partir da análise econômica de viabilidade: estudo de caso no dimensionamento de máquinas agrícolas. **Custo e @gronegocio**, v. 11, n. 3, p. 183–205, 2015.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Taxas de Câmbio**: Dólar Americano. Disponível em: <<http://www4.bcb.gov.br/pec/taxas/batch/taxas.asp?id=txdolar>>. Acesso em: 04 de jan. 2017A.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Economia e Finanças**: Taxa Selic. Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br/htms/selic/selicdiarios.asp>>. Acesso em: 04 de jan. 2017B.
- BATISTA, N. D. N.; ROVERE, E. L. LA; AGUIAR, J. C. R. Energy efficiency labeling of buildings: An assessment of the Brazilian case. **Energy and Buildings**, v. 43, n. 6, p. 1179–1188, 2011.
- BAUMANN, O.; REISER, C.; SCHÄFER, J. Grün ist nicht gleich Grün – Einblicke in das LEED-Zertifizierungssystem. **Bauphysik**, v. 31, n. 2, p. 99–105, 2009.

BENETTI, A. D. Preventing disease through healthy environments: towards an estimate of the environmental burden of disease. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 12, n. 2, p. 115–116, jun. 2007.

BERTONE, E.; SAHIN, O.; STEWART, R. A.; ZOU, P.; ALAM, M.; BLAIR, E. State-of-the-art review revealing a roadmap for public building water and energy efficiency retrofit projects. **International Journal of Sustainable Built Environmental**, v. 5, n. 2, p. 526-548, dez. 2016.

BIDOU, D. The HQE approach: Realities and perspectives of building environmental quality. **Management of Environmental Quality: An International Journal**, v. 17, n. 5, p. 587–592, 2006.

BISWAS, T.; WANG, T. H.; KRISHNAMURTI, R. Integrating sustainable building rating systems with building information models. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER AIDED ARCHITECTURAL DESIGN RESEARCH IN ASIA, 13., 2008, **Anais...** Chiang Mai: CAADRIA, 2008. p. 193–200. Disponível em: <[http://cumincad.scix.net/data/works/att/caadria2008\\_24\\_session3a\\_193.content.pdf](http://cumincad.scix.net/data/works/att/caadria2008_24_session3a_193.content.pdf)>. Acesso em: 18 fev. 2016.

BONACIM, C. A. G.; ARAUJO, A. M. P. DE. Gestão de custos aplicada a hospitais universitários públicos: a experiência do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da USP. **Revista de Administração Pública**, v. 44, n. 4, p. 903–931, 2010.

BOZOVIC-STAMENOVIC, R.; KISHNANI, N.; TAN, B. K.; PRASAD, D.; FAIZAL, F. Assessment of awareness of Green Mark (GM) rating tool by occupants of GM buildings and general public. **Energy and Buildings**, p. 1–8, 2015.

BRASIL. Lei nº 8666, de 21 de junho de 1993 que institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L8666cons.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8666cons.htm)>. Acesso em: 04 de jan. 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. **CNESNET Consulta**. Brasília, 2016. Disponível em: <[http://cnes2.datasus.gov.br/Mod\\_Ind\\_Unidade.asp?VEstado=00](http://cnes2.datasus.gov.br/Mod_Ind_Unidade.asp?VEstado=00)>. Acesso em: 18 jan. 2016.

BRASIL. Portal Brasil. **Economia e Emprego**. Brasília, 2011. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2011/05/alexandre-padilha-destaca-papel-da-saude-na-economia-brasileira>>. Acesso em: 18 jan. 2016.

BRASIL. Resolução RDC nº50, de 21 de fevereiro de 2002. Dispõe sobre o “**Regulamento Técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde**”. Órgão emissor: ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em: <[http://www.anvisa.gov.br/anvisa/legis/resol/2002/50\\_02rdc.pdf](http://www.anvisa.gov.br/anvisa/legis/resol/2002/50_02rdc.pdf)>. Acesso em: 04 jan. 2017.

BRASIL. Senado Federal. **Em Discussão**: Revista de audiências públicas do senado federal. Brasília, 2014. Disponível em <[http://www.senado.gov.br/noticias/jornal/emdiscussao/Upload/201401%20-%20fevereiro/pdf/em%20discuss%C3%A3o!\\_fevereiro\\_2014\\_internet.pdf](http://www.senado.gov.br/noticias/jornal/emdiscussao/Upload/201401%20-%20fevereiro/pdf/em%20discuss%C3%A3o!_fevereiro_2014_internet.pdf)>. Acesso em: 20 jan. 2016.



- BRIBIÁN, I. Z.; USÓN, A. A.; SCARPELLINI, S. Life cycle assessment in buildings: State-of-the-art and simplified LCA methodology as a complement for building certification. **Building and Environment**, v. 44, n. 12, p. 2510–2520, 2009.
- CASAROTTO FILHO, N.; KOPITTKE, B. H. **Análise de Investimentos**. 10. ed. São Paulo: Atlas, 2007. 519 p.
- CAUCHARD, L. L'organisation de l'expertise dans les espaces de normalisation technique. **Revue d'anthropologie des connaissances**, v. 7, n. 1, p. 173–193, 2013.
- CHEN, P.-H.; ONG, C.-F.; HSU, S.-C. The linkages between internationalization and environmental strategies of multinational construction firms. **Journal of Cleaner Production**, v. 116, p. 207–216, 2016.
- CHWIF, L.; MEDINA, A. C. Modelagem e simulação de eventos discretos: teoria & aplicações. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.
- CICONE JUNIOR, D.; LEITE, F. C.; UDAETA, M. E. M.; GRIMONI, J. A. B. Atratividade financeira e tomada de decisão em projetos de eficiência energética. **Revista Brasileira de Energia**, v. 13, n. 2, p. 129–146, 2007.
- CLEMENTE, A.; SOUZA, A. **Decisões financeiras e análise de investimentos: fundamentos, técnicas e aplicações**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2009
- COLE, R. J. Building environmental assessment methods: redefining intentions and roles. **Building Research & Information**, v. 33, n. 5, p. 455–467, 2005. DOI: 10.1080/09613210500219063
- CONTRERAS PINOCHET, L. H.; LOPES, A. D. S.; SILVA, J. S. Inovações e Tendências Aplicadas nas Tecnologias de Informação e Comunicação na Gestão da Saúde. **Revista de Gestão em Sistemas de Saúde**, v. 03, n. 02, p. 11–29, 2014.
- CRAWLEY, D.; AHO, I. Building environmental assessment methods: application and development trends. **Building Research and Information**, v. 27, n. 4-5, p. 300–308, 1999.
- DALLA COSTA, E.; MORAES, C. S. B. DE. Construção Civil e a Certificação Ambiental: Análise comparativa das certificações LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) e AQUA (Alta Qualidade Ambiental). **Engenharia Ambiental**, p. 160–169, mai./jun. 2013.
- DALLORA, M. E. L. D. V.; FORSTER, A. C. Gerenciamento de custos de material de consumo em um hospital de ensino. **Revista Administração em Saúde**, v. 15, n. 59, p. 46–52, abr./jun. 2013.
- DAVIES, H. Environmental benchmarking of Hong Kong buildings. **Structural Survey**, v. 19, n. 1, p. 38–46, 2001.
- DE OLIVEIRA, L. S.; SHAYANI, R. A.; DE OLIVEIRA, M. A. G. Proposed business plan for energy efficiency in Brazil. **Energy Policy**, v. 61, p. 523–531, 2013.

DING, G. K. C. Sustainable construction: The role of environmental assessment tools. **Journal of Environmental Management**, v. 86, n. 3, p. 451–464, 2008.

DOANE, P. D.; SEWARD, L. E. **Estatística Aplicada à Administração e Economia**. 4. ed. Porto Alegre: AMGH, 2014.

DOBIÁS, J.; MACEK, D. Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) and its impact on building operational expenditures. **Procedia Engineering**, v. 85, p. 132–139, 2014.

FERREIRA, R. G. **Engenharia econômica e avaliação de projetos de investimento: critérios de avaliação: financiamentos e benefícios fiscais: análise de sensibilidade e risco**. São Paulo: Atlas, 2009.

FREIRE, S. A. **Inter-relações entre a qualidade do ar externo e interno em espaços hospitalares: O complexo de Doenças Infecto-Contagiosas Dr. Clementino Fraga em João Pessoa - Paraíba**. 2005, 47 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2005.

FRISCHMANN, Carine Villarino. Estudo de viabilidade econômica de um empreendimento residencial no bairro Santa Maria Goretti, em Porto Alegre/RS. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DA LARES, 15., 2015, São Paulo. **Anais...** São Paulo: LARES, 2015. Disponível em: <<http://lares.org.br/Anais2015/artigos/1078-1379-1-RV.pdf>>. Acesso em: 01 mar. 2016.

FUJIHARA, Maria Carolina. Construção Sustentável e Certificação LEED no Brasil. 2016. Disponível em: <[http://iab-sc.org.br/concursofatmafapesc/wp-content/uploads/2012/08/16.00h-Maria\\_Carolina\\_Fujihara.pdf](http://iab-sc.org.br/concursofatmafapesc/wp-content/uploads/2012/08/16.00h-Maria_Carolina_Fujihara.pdf)>. Acesso em: 24 fev. 2016.

GARCIA, S.; BARROS, N. R.; LUSTOSA, P. R. B. Aplicabilidade do método de Simulação de Monte Carlo na previsão dos custos de produção de companhias industriais: o caso da companhia vale do rio doce. **RCO: Revista de Contabilidade e Organizações**, v. 4, n. 10, p. 152-173, 2010.

GBCBRASIL – GREEN BUILDING CONCIL BRASIL. Etapas para Certificação. Barueri, 2016. Disponível em: <<http://gbcbrasil.org.br/etapa-certificacao.php>>. Acesso em: 26 fev. 2016.

GIBBERD, Jeremy. Assessing sustainable buildings in developing countries – the sustainable building assessment tool (SBAT) and the sustainable building lifecycle (SBL). In: WORLD SUSTAINABLE BUILDING CONFERENCE, 2005, Tokyo. **Anais...** Tokyo: SB05Tokyo, 2005. Disponível em: <<http://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB3735.pdf>>. Acesso em: 26 fev. 2016.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GOMES, V.; PARDINI, A. F. Contribuição ao entendimento da aplicação da certificação LEED no Brasil com base em dois estudos de caso. **Ambiente Construído**, v. 10, n. 3, p. 81–97, 2010.

GONCALES FILHO, Manoel; CAMPOS, Fernando Celso de. Estudo bibliométrico sobre manufatura enxuta em segmentos da indústria. In: ECNONTRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 34., 2014, Curitiba. **Anais...** Curitiba: ABEPRO, 2014. Disponível em: < [http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2014\\_TN\\_STO\\_195\\_101\\_24587.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2014_TN_STO_195_101_24587.pdf) >. Acesso em: 22 fev. 2016.

GOULDSON, A.; CARPENTER, A.; AFIONIS, S. Environmental leadership? Comparing regulatory outcomes and industrial performance in the United States and the European Union. **Journal of Cleaner Production**, v. 100, p. 278–285, 2014.

GRIGGS, D. et al. Sustainable development goals for people and planet. **Nature**, v. 495, p. 305-307, mar. 2013. DOI: doi:10.1038/495305a

GRÜNBERG, P. R. M.; MEDEIROS, M. H. F. DE; TAVARES, S. F. Certificação ambiental de habitações: comparação entre LEED for Homes, Processo Aqua e Selo Casa Azul. **Ambiente & Sociedade**, v. 17, n. 2, p. 195–214, 2014.

HERNANDES, T. Z. **LEED-NC como sistema de avaliação da sustentabilidade: uma perspectiva nacional?** 2006, 134 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

HIRSCHFELD, H. **Engenharia Econômica e Análise de Custos**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2011. 519 p.

HONDA, Wilson Saburo; LIMA JR., João da Rocha. Certificação da Sustentabilidade de Edifícios de Escritórios Corporativos. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DA LARES, 15., 2015, São Paulo. **Anais...** São Paulo: LARES, 2015. Disponível em: < <http://lares.org.br/Anais2015/artigos/1084-1367-1-RV.docx> >. Acesso em 18 ev. 2016.

ILHA, M. S. O.; NUNES, S. S.; SALERMO, L. S. Programa de conservação de água em hospitais: estudo de caso do Hospital das Clínicas da Universidade Estadual de Campinas. **Ambiente Construído**, v. 6, n. 1, p. 91-97, jan./mar. 2006.

JACOBS, F. R.; CHASE, R. B. **Administração de operações e da cadeia de suprimentos**. 13. ed. Porto Alegre: AMGH, 2012.

JALAEI, F.; JRADE, A. Integrating building information modeling (BIM) and LEED system at the conceptual design stage of sustainable buildings. **Sustainable Cities and Society**, v. 18, p. 95–107, nov. 2015.

KALIL, Rosa Maria Locatelli; GELPI, Adriana; MARON, Ddiandra; SPIELMANN, Tanise; MOCELIN, Andreas; THUMS, Gabrielli Grassi. Habitação de interesse social, desenvolvimento municipal e sustentabilidade urbana no Sul do Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 14., 2012, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: ENTAC, 2012. Disponível em: < <http://www.infohab.org.br/entac2014/2012/docs/1213.pdf> >. Acesso em: 25 fev. 2016.

KASSAI, J. R.; KASSAI, S.; SANTOS, A.; ASSAF NETO, A. **Retorno do Investimento: Abordagem matemática e contábil do lucro empresarial**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2000.

KATS, G.; ALEVANTIS, L.; BERMAN, A.; MILLS, E. PRLMAN, J. The Costs and Financial Benefits of Green Buildings. **California's Sustainable Building Task Force**. out. 2003. Disponível em: < <http://www.usgbc.org/Docs/News/News477.pdf> >. Acesso em: 09 fev. 2016.

KELLIHER, C. F.; MAHONEY, L. S. Using Monte Carlo Simulation to improve long-term investment decisions. **The Appraisal Journal**, v. 68, n. 1, p. 41-56, jan. 2000.

KIM, S-H.; CHOI, M-S.; MHA, H-S.; JOUNG, J-Y. Environmental impact assessment and eco-friendly decision-making in civil structures. **Journal of Environmental Management**, v. 126, p. 105–112, 2013.

KRAS, I. **Sustainable hospital buildings**. 2011. 115 f. Dissertação (Mestrado em Real Estate and Housing) - Technical University of Delft, Delft, 2011.

LAMBERTS, Roberto; GOULART, Solange; CARLO, Joyce; WESTPHAL, Fernando. Regulamentação de etiquetagem voluntária de nível de eficiência energética de edifícios comerciais e públicos. In: BRAZILIAN CONGRESS OF THERMAL SCIENCES AND ENGINEERING, 11., 2006. Curitiba. **Anais...** Curitiba: ABCM, 2006. Disponível em: < <http://www.abcm.org.br/anais/encit/2006/arquivos/Invited%20Speakers/CIT06-0104.pdf> >. Acesso em: 26 fev. 2016.

LEANDRO, L. A. et al. O Futuro da Gestão Socioambiental: Uma Análise Crítica Sobre a Crise Ambiental Brasileira. **GeAS: Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 4, n. 2, p. 144–162, mai./ago. 2015.

LEE, W. L. et al. On the study of the credit-weighting scale in a building environmental assessment scheme. **Building and Environment**, v. 37, n. 12, p. 1385–1396, 2002.

LEITE, A. D. **A Economia Brasileira: De Onde Viemos e onde Estamos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011. 256p.

MOTA, Caroline Maria de Miranda. Simulação de Monte Carlo auxiliando a análise de viabilidade econômica de projetos. In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELENCIA EM GESTÃO. 4., 2008, Niterói. **Anais...** Niterói: UFPE, 2008. Disponível em: < <http://www.inovarse.org/filebrowser/download/8807> >. Acesso em: 03 mar. 2016.

LIMA, L. F. **Arquitetura Hospitalar: Sustentabilidade e Qualidade - Proposta de Um Instrumento para Pesquisa e Avaliação**. 2010, 84 f. Monografia (Especialização em Construção de Obras Públicas) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

LIMEIRA, F. M. **Arquitetura e Integralidade em Saúde: Uma análise do sistema normativo para projetos de Estabelecimentos Assistenciais de Saúde**. 2006, 177 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

LIU, Y.; GUO, X.; HU, F. Cost-benefit analysis on green building energy efficiency technology application: A case in China. **Energy and Buildings**, v. 82, p. 37-46, out. 2014.  
LOUISE, Aline. Em 2016, Ministério da Saúde reduzirá gasto com SUS em quase R\$10 bilhões. Dez. 2015. Disponível em: < <http://www.hojeemdia.com.br/horizontes/em-2016->

ministerio-da-saude-reduzira-gasto-com-o-sus-em-quase-r-10-bilh-es-1.367603>. Acesso em: 20 jan. 2016.

LOVE, P.; BULLEN, P. A. Toward the sustainable adaptation of existing facilities. **Facilities**, v. 27, n. 9/10, p. 357–367, 2009.

LÜTZKENDORF, T.; LORENZ, D. Using an integrated performance approach in building assessment tools. **Building Research and Information**. v. 34, n. 4, p. 334-356, jul. 2006.

MATISO, D. C.; NOONAN, D. S.; MAZZOLINI, A. M. Performance or Marketing Benefits? The Case of LEED Certification. **Environmental Science & Technology**. v. 48, p. 2001-2007, jan. 2014. DOI: 10.1021/es4042447.

MEDEIROS, F. S. B. **Análise comparativa entre a aquisição dos imóveis financiados e o valor dos aluguéis: Um estudo do Programa Minha Casa Minha Vida**. 2015, 95 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

MEDEIROS, M. de L.; MACHADO, D. F. C.; PASSADOR, J. L.; PASSADOR, C. S. Adoção da certificação leed em meios de hospedagem: esverdeando a hotelaria? **Revista de Administração de Empresas**, v. 52, n. 2, p. 179–192, abr. 2012.

METRIC CONVERSION. **Conversão de unidades**. Disponível em: <<http://www.metric-conversions.org/pt-br/>>. Acesso em: 04 de jan. 2017.

METROPOLIS, N.; ULAM, S. The Monte Carlo method. **Journal of the American Statistical Association**. v. 44, n. 247, p. 335-341, 1949. Disponível em: <<http://web.maths.unsw.edu.au/~peterdel-moral/MetropolisUlam49.pdf>>. Acesso em: 02 mar. 2016.

MILLER, N. G.; POGUE, D.; GOUGH, Q. D.; DAVIS, S. M. Green Buildings and Productivity. **Journal of Sustainable Real Estate**, v. 1, n. 1, p. 65–89, 2009.

MONTEIRO, Humberto Acácio; SOUZA, Vagner Justino de; MORIM, Antônio Carlos. Proposta para avaliação de um ativo real usando o método de Monte Carlo. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DA LARES. 13., 2013, São Paulo. **Anais...** São Paulo: LARES, 2013. Disponível em: <<http://lares.org.br/Anais2013/artigos/730-1015-1-RV.pdf>>. Acesso em: 03 mar. 2016.

MOONEY, C. Z. **Monte Carlo simulation. Series: Quatitative Applications in the Social Sciences**. v. 116. Thousand Oaks, California: Sage University Paper, 1997. Disponível em: <[https://books.google.com.br/books?id=xQRgh4z\\_5acC&lpg=PP1&dq=monte%20carlo%20simulation&hl=pt-BR&pg=PR2#v=onepage&q=monte%20carlo%20simulation&f=false](https://books.google.com.br/books?id=xQRgh4z_5acC&lpg=PP1&dq=monte%20carlo%20simulation&hl=pt-BR&pg=PR2#v=onepage&q=monte%20carlo%20simulation&f=false)>. Acesso em: 03 mar. 2016.

MOORE, J.; WEATHERFORD, L. R. **Tomada de decisão em administração com planilhas eletrônicas**. 6ª edição. Porto Alegre: Bookman Companhia Editora, 2006.

MOTTA; R. R.; CALÔBA, G. M. **Análise de Investimentos: Tomada de Decisão em Projetos Industriais**. 1 ed. São Paulo: Atlas, 2009.

MOURSHED, M.; ZHAO, Y. Healthcare providers' perception of design factors related to physical environments in hospitals. **Journal of Environmental Psychology**, v. 32, n. 4, p. 362–370, dez. 2012.

MUÑOZ BARROS, A. D. **A adoção de sistemas de avaliação ambiental de edifícios (LEED e Processo AQUA) no Brasil: motivações, benefícios e dificuldades**. 2012. 185 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.

NEWELL, G.; MACFARLANE, J.; WALKER, R. Assessing energy rating premiums in the performance of green office buildings in Australia. **Journal of Property Investment & Finance**, v. 32, n. 4, p. 352–370, 2014.

OLIVEIRA, M. L.; SILVEIRA, C. B.; QUELHAS, O. L. G. Análise da Aplicação da Certificação AQUA e m Construções Civis no Brasil. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION, 3., 2011, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Advances in Cleaner Production, 2011. Disponível em: <[http://www.advancesincleanerproduction.net/third/files/sessoes/6A/7/Oliveira\\_ML%20-%20Paper%20-%206A7.pdf](http://www.advancesincleanerproduction.net/third/files/sessoes/6A/7/Oliveira_ML%20-%20Paper%20-%206A7.pdf)>. Acesso em: 24 fev. 2016.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Departamento de Informações Públicas. **Além da Rio+20: Avançando rumo a um futuro sustentável**. 2012. Disponível em: <<http://www.onu.org.br/rio20/alem-da-rio20-avancando-rumo-a-um-futuro-sustentavel/>>. Acesso em: 04 de jan. 2017.

PARDINI, A. F. **Contribuição ao entendimento da aplicação da certificação LEED e do conceito de custos no ciclo de vida em empreendimentos mais sustentáveis no Brasil**. 2009. 209f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

RAÑA, B. S. **Diagnóstico da certificação LEED no estado do Paraná: enfoque em novos empreendimentos e projetos de envoltória e parte central**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Ambiental) Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2014.

REITH, A.; OROVA, M. Do green neighbourhood ratings cover sustainability? **Ecological Indicators**, v. 48, p. 660–672, 2015.

RIES, R.; BILEC, M. M.; GOKHAN, N. M.; NEEDY, K. L-S. The Economic Benefits of Green Buildings: A Comprehensive Case Study. **The Engineering Economist**, v. 51, n. 3, p. 259–295, 2006.

ROCHA, W. F. C.; NOGUEIRA, R. Monte Carlo simulation for the evaluation of measurement uncertainty of pharmaceutical certified reference materials. **Journal of the Brazilian Chemical Society**. São Paulo, v. 23, n. 3, p. 385-391, 2012.

RODRIGUES JUNIOR, F. W.; SOUSA, J. O. DE; SOUSA NETO, J. M. DE. Indicadores e técnicas para análise e decisão de investimentos. **Revista Científica FACPED**, v. 5, n. 1, p. 59–65, 2015.

ROSSETI, E. K. **Gestão Ambiental: Ecoeficiência a caminho da sustentabilidade: O caso do segmento moveleiro da Serra Gaúcha**. 2008. 107f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2008.

RUZENE, J. S. **Gestão energética e ambiental de edificações: avaliação de metodologias para certificação**. 2011, 139 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2011.

SABESP. **Meio Ambiente: Uso Racional da Água**. Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=145>>. Acesso em: 04 jan. 2017.

SAHAMIR, S. R.; ZAKARIA, R. Green Assessment Criteria for Public Hospital Building Development in Malaysia. **Procedia Environmental Sciences**, v. 20, p. 106–115, 2014.

SAMANEZ, C. P. **Engenharia Econômica**. 1 ed. São Paulo: Pearson, 2009.

SANVICENTE, A. Z. **Administração Financeira**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

SAÚDE RIO. **A hora dos hospitais verdes e sustentáveis**. n. 1, v. 1, jun./jul/ago. 201. Disponível em: <<http://www.feherj.com.br/RevistaSaudeRio/RevistaSaudeRio01.pdf>>. Acesso em: 03 mar. 2016.

SEINRE, E.; KURNITSKI, J.; VOLL, H. Building sustainability objective assessment in Estonian context and a comparative evaluation with LEED and BREEAM. **Building and Environment**, v. 82, p. 110–120, 2014.

SELLITTO, M. A.; BORCHARDT, M.; PEREIRA, G. M. Modelagem para avaliação de desempenho ambiental em operações de manufatura. **Gestão & Produção**, v. 17, n. 1, p. 95–109, 2010.

SENA, D. C. de. **Simulação de eventos discretos de sistemas de manufatura com realidade virtual**. São Paulo: Biblioteca 24horas, 2013.

SEO, S.; TUCKER, S.; AMBROSE, M.; MITCHELL, P.; WANG, C. H. **Technical Evaluation of Environmental Assessment Rating Tools**, Project no: PN05.1019. Australian Government, Forest and Wood Products Research and Development Corporation, p. 1–112, 2006.

SILVA, E. C. da. **Como administrar o fluxo do caixa das empresas: guia prático e objetivo de apoio aos executivos**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

SMITH, D. J. **Incorporating risk into capital budgeting decisions using simulation**. *Management Decision*, v. 32, n. 9, p. 20-26, 1994.

STEFANUTO, Á. P. O.; HENKES, J. A. Critérios para obtenção da certificação leed: **Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 1, n. 2, p. 282–330, 2013.

STEINBERGER, J. K. et al. Development and Dematerialization: An International Study. **PLoS ONE**, v. 8, n. 10, 2013.

SUZER, O. A comparative review of environmental concern prioritization: LEED vs other major certification systems. **Journal of Environmental Management**, v. 154, p. 266–283, mai. 2015.

TAKEDA, M. N. **Aplicação do método de Monte Carlo no estudo da padronização de radionuclídeos com esquema de desintegração complexos em sistema de coincidências  $4\pi\beta\text{-}\gamma$** . 2006, 123f. Tese (Doutorado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

THIEL, C. L.; NEEDY, K. L. S.; RIES, R.; HUPP, D.; BILEC, M. M. Building design and performance: A comparative longitudinal assessment of a Children’s hospital. **Building and Environment**, v. 78, p. 130–136, 2014.

URUBUPUNGÁ. **Responsabilidade social LEED**. Osasco, 2016. Disponível em: <[http://www.urubupunga.com.br/empresa\\_leed.htm](http://www.urubupunga.com.br/empresa_leed.htm)>. Acesso em: 28 fev. 2016.

USGBC – UNITED STATES GREEN BUILDING CONCIL. Global market watch: Sao Paulo, Brazil—Project teams in Brazil zero in on reducing water use. Washington, 2015. Disponível em: <<http://www.usgbc.org/articles/global-market-watch-sao-paulo-brazil%E2%80%9494project-teams-brazil-zero-reducing-water-use>>. Acesso em: 26 fev. 2016.

\_\_\_\_\_. This is LEED. Washington, 2016A. Disponível em: <<http://leed.usgbc.org/leed.html>>. Acesso em: 19 fev. 2016.

\_\_\_\_\_. LEED v4. Washington, 2016B. Disponível em: <<http://www.usgbc.org/guide/bdc>>. Acesso em: 26 fev. 2016.

\_\_\_\_\_. Advocacy. Washington, 2016C. Disponível em: <<http://www.usgbc.org/advocacy/country-market-brief>>. Acesso em: 26 fev. 2016.

\_\_\_\_\_. LEED v4 for Building Operations and Maintenance. Washington, 2016D. Disponível em: <<http://www.usgbc.org/resources/leed-v4-building-operations-and-maintenance-current-version>>. Acesso em: 05 jan. 2017.

\_\_\_\_\_. LEED Certification Fees?. Washington, 2016E. Disponível em: <<http://www.usgbc.org/cert-guide/fees>>. Acesso em: 26 fev. 2016.

\_\_\_\_\_. Checklist: LEED v4 for Interior Design and Construction. Washington, 2016F. Disponível em: <<http://www.usgbc.org/resources/leed-v4-interior-design-and-construction-checklist>>. Acesso em: 26 fev. 2016.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 14. ed. São Paulo: Atlas, 2013.

VIEIRA, R. O Brasil pode ser líder em prédios verdes: para o especialista, referência mundial em arquitetura sustentável, os países emergentes precisam ter pelo menos 20% do mercado imobiliário com selo verde. **Exame**, v. 48, n. 18, p. 134, out. 2014. Disponível em: <<http://go.galegroup.com/ps/i.do?id=GALE|A394684255&v=2.1&u=capes&it=r&p=AONE&sw=w&asid=19c6d16ad084adcbc282a13daf068fac>>. Acesso em: 09 mar. 2016.



VOGL, M. Hospital financing: calculating inpatient capital costs in Germany with a comparative view on operating costs and the English costing scheme. **Health policy**, v. 115, n. 2-3, p. 141–51, abr. 2014. Disponível em: <<http://www.healthpolicyjrn.com/article/S0168-8510%2814%2900026-8/pdf>>. Acesso em: 24 jan. 2016. DOI: 10.1016/j.healthpol.2014.01.013.

WACLAWOVSKY, Edna dos Santos Alvarenga; ALVES, Salete Martins. As Construções Sustentáveis e o Desenvolvimento Sustentável Do Habitat Humano. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 30., 2010, São Carlos. **Anais...** São Carlos: ABEPRO, 2010. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010\\_TN\\_STO\\_123\\_795\\_16033.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_TN_STO_123_795_16033.pdf)>. Acesso em: 20 jan. 2016.

WANG, T.; LI, X.; LIAO, P. C.; FANG, D. Building energy efficiency for public hospitals and healthcare facilities in China: Barriers and drivers. **Energy**, v. 103, p. 588-597, mai. 2016.

WCED - WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. **Our Common Future**. 1987. Disponível em: <<http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>>. Acesso em: 24 fev. 2016.

YAN, Ah-Taur; LAI, Mei-Jung; LIN, Chiu-Yue. An Evaluation Model for Improving the Green Building by Integrating DEMATEL Based ANP and VIKOR. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON COMPUTER, CONSUMER AND CONTROL, 2014, Taichung. **Anais...** Taichung: IS3C, jun. 2014. Disponível em: <<http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84904438994&partnerID=tZOtx3y1>>. Acesso em: 18 fev. 2016. DOI: 10.1109/IS3C.2014.194.

YUSOF, N.; ABIDIN, N. Z.; ZAILANI, S. H. M.; GOVINDAN, K.; IRANMANESH, M. Linking the Environmental Practice of Construction Firms and the Environmental Behavior of Practitioners in Construction. **Journal of Cleaner Production**, 2016. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652616001396>>. Acesso em: 20 jan. 2016. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.01.090

ZIEBA, M.; BELNIAK, S.; GLUSZAK, M. Demand for sustainable office space in Poland: the results from a conjoint experiment in Krakow. **Property Management**, v. 31, n. 5, p. 404–419, 2013.

ZIONI, Eleonora. O que é certificação ambiental. Dez. 2014. Disponível em: <<http://blog.gbcbrazil.org.br/?p=133>>. Acesso em: 17 jan. 2016.

ZIONI, Eleonora. A importância da água nas edificações de assistência à saúde. Jun. 2015. Disponível em: <<http://blog.gbcbrazil.org.br/?p=689>> Acesso em: 17 jan. 2016.

## ANEXO I

Figura 8 - Custos para a certificação LEED O+M.

OPERATIONS AND MAINTENANCE FEES	SILVER, GOLD AND PLATINUM LEVEL MEMBERS		ORGANIZATIONAL OR NON-MEMBERS	
<b>REGISTRATION</b>	\$1,200		\$1,500	
<b>PRECERTIFICATION (PERFORMANCE PATH PROJECTS ONLY)</b>				
Flat fee (per building)	\$4,000		\$5,000	
Expedited review (reduce from 20-25 business days to 10-12, available based on GBCI review capacity)			\$5,000	
<b>CERTIFICATION REVIEW</b>	<b>RATE</b>	<b>MINIMUM</b>	<b>RATE</b>	<b>MINIMUM</b>
Project gross floor area (excluding parking): less than 250,000 sq ft	\$0.038 /sf	\$1,900	\$0.046 /sf	\$2,250
Project gross floor area (excluding parking): 250,000 - 499,999 sq ft	\$0.035 /sf	\$9,500	\$0.042/sf	\$11,140
Project gross floor area (excluding parking): 500,000 - 749,999 sq ft	\$0.030 /sf	\$17,500	\$0.036 /sf	\$21,000
Project gross floor area (excluding parking): more than 750,000 sq ft	Contact GBCI		Contact GBCI	
Expedited review (reduce from 20-25 business days to 10-12, available based on GBCI review capacity)			\$10,000	
<b>APPEALS</b>				
Complex Credits			\$800 per credit	
Simple Credits			\$500 per credit	
Expedited review			\$500 per credit	
<b>FORMAL INQUIRIES</b>				
Project CIRs			\$220 per credit	

Fonte: USGBC (2016e).

ANEXO II

Figura 9 - Checklist para certificação LEED O+M.

S		?		N		
0	0	0	<b>Localização e Transporte</b>			<b>15</b>
0	0	0	Crédito	Transporte Alternativo		15
0	0	0	<b>Terrenos Sustentáveis</b>			<b>10</b>
S		Pré-req		Política de Gestão do Terreno		Obrigatório
		Crédito		Desenvolvimento do Terreno - Proteger ou Restaurar Habitat		2
		Crédito		Gestão de Águas Pluviais		3
		Crédito		Redução de Ilhas de Calor		2
		Crédito		Redução da Poluição Luminosa		1
		Crédito		Gerenciamento do Terreno		1
		Crédito		Plano de Melhoria do Terreno		1
0	0	0	<b>Eficiência Hídrica</b>			<b>12</b>
S		Pré-req		Redução do Uso de Água do Interior		Obrigatório
S		Pré-req		Medição de Água do Edifício		Obrigatório
		Crédito		Redução do Uso de Água do Exterior		2
		Crédito		Redução do Uso de Água do Interior		5
		Crédito		Uso de Água de Torre de Resfriamento		3
		Crédito		Medição de Água		2
0	0	0	<b>Energia e Atmosfera</b>			<b>38</b>
S		Pré-req		Melhores Práticas de Gestão de Eficiência Energética		Obrigatório
S		Pré-req		Desempenho Mínimo de Energia		Obrigatório
S		Pré-req		Medição de Energia do Edifício		Obrigatório
S		Pré-req		Gerenciamento Fundamental de Gases Refrigerantes		Obrigatório
		Crédito		Comissionamento de Edifício Existente - Análise		2
		Crédito		Comissionamento de Edifício Existente - Implementação		2
		Crédito		Comissionamento Contínuo		3
		Crédito		Otimizar Desempenho Energético		20
		Crédito		Medição de Energia Avançada		2
		Crédito		Resposta à Demanda		3
		Crédito		Energia Renovável e Compensação de Carbono		5
		Crédito		Gerenciamento Avançado de Gases Refrigerantes		1
0	0	0	<b>Materiais e Recursos</b>			<b>8</b>
S		Pré-req		Política de Compras e Resíduos		Obrigatório
S		Pré-req		Política de Manutenção e Reforma das Instalações		Obrigatório
		Crédito		Compras - Em Andamento		1
		Crédito		Compras - Lâmpadas		1
		Crédito		Compras - Manutenção e Reforma das Instalações		2
		Crédito		Gerenciamento de Resíduos Sólidos - Em Andamento		2
		Crédito		Gerenciamento de Resíduos Sólidos - Reformas e Ampliações das		2
0	0	0	<b>Qualidade do Ambiente Interno</b>			<b>17</b>
S		Pré-req		Desempenho Mínimo da Qualidade do Ar Interior		Obrigatório
S		Pré-req		Controle Ambiental da Fumaça de Tabaco		Obrigatório
S		Pré-req		Política de Limpeza Verde		Obrigatório
		Crédito		Programa de Gerenciamento da Qualidade do Ar Interior		2
		Crédito		Estratégias Avançadas de Qualidade do Ar Interior		2
		Crédito		Conforto Térmico		1
		Crédito		Iluminação Interna		2
		Crédito		Luz Natural e Vistas de Qualidade		4
		Crédito		Limpeza Verde - Avaliação da Eficiência de Limpeza		1
		Crédito		Limpeza Verde - Produtos e Materiais		1
		Crédito		Limpeza Verde - Equipamentos		1
		Crédito		Gerenciamento Integrado de Pragas		2
		Crédito		Pesquisa de Conforto do Ocupante		1
0	0	0	<b>Inovação</b>			<b>6</b>
		Crédito		Inovação		5
		Crédito		Profissional Acreditado LEED		1
0	0	0	<b>Prioridade Regional</b>			<b>4</b>
		Crédito		Prioridade Regional: Gestão de Águas Pluviais		1
		Crédito		Prioridade Regional: Redução do Uso de Água do Exterior		1
		Crédito		Prioridade Regional: Limpeza Verde - Equipamentos		1
		Crédito		Prioridade Regional: Crédito Específico		1
0	0	0	<b>TOTAIS</b>			<b>Pontos Possíveis: 110</b>

Certificado: 40 a 49 pontos, Silver: 50 a 59 pontos, Gold: 60 a 79 pontos, Platinum: Mais de 80 pontos

Fonte: USGBC (2016f).