



UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS  
CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

**PÓS-OCUPAÇÃO DE PRÉDIO COMERCIAL COM  
CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL: ANÁLISE DE  
CRITÉRIOS ADOTADOS E O PAPEL DO USUÁRIO**

**CIBELE BOSSA ANTONIOLLI**

São Leopoldo, Fevereiro de 2015.



CIBELE BOSSA ANTONIOLLI

**PÓS-OCUPAÇÃO DE PRÉDIO COMERCIAL COM  
CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL: ANÁLISE DE CRITÉRIOS  
ADOTADOS E O PAPEL DO USUÁRIO**

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

**Orientador:** Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Andrea Parisi Kern

**Co-Orientador:** Prof. Dr. Paulo Roberto Wander

**Banca examinadora:** Prof.<sup>a</sup> Dra. Ercília Hitomi Hirota

Prof. Dr. Daniel Reis Medeiros

Prof. Dr. Maurício Mancio



A635p Antonioli, Cibele Bossa  
Pós-ocupação de prédio comercial com certificação ambiental:  
análise de critérios adotados e o papel do usuário / Cibele Bossa  
Antonioli. – 2015.

130 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos,  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. São Leopoldo, RS,  
2015.

Orientadora: Profa. Dra. Andrea Parisi Kern.

Co-Orientador: Prof. Dr. Paulo Roberto Wander.

1. Construção civil – Impacto ambiental. 2. Certificação ambiental -  
LEED. 3. Água - consumo. 4. Energia - consumo. I. Título. II. Kern,  
Andrea Parisi.

CDU 624

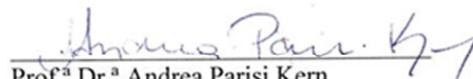


**CIBELE BOSSA ANTONIOLLI**

**"PÓS-OCUPAÇÃO DE PRÉDIO COMERCIAL COM  
CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL: ANÁLISE DE CRITÉRIOS  
ADOTADOS E O PAPEL DO USUÁRIO"**

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

Aprovada em 26 de março de 2015

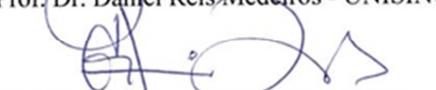
  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Andrea Parisi Kern  
Orientadora – UNISINOS

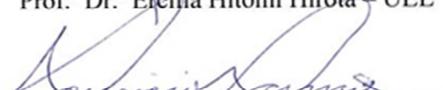
  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Luciana Paulo Gomes  
Coordenadora do PPGEC – UNISINOS

  
Prof. Dr. Paulo Roberto Wander  
Coorientador – UNISINOS

BANCA EXAMINADORA

  
Prof. Dr. Daniel Reis Medeiros - UNISINOS

  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ercilia Hitomi Hirota - UEL

  
Prof. Dr. Mauricio Mancio - UNISINOS



Dedico esta Dissertação a Deus, minha família, namorado, amigos, colegas de profissão, orientadores e bolsistas, pelo apoio, incentivo, companheirismo e amizade. Sem eles, nada disto seria possível.



## **AGRADECIMENTOS**

O caminho para chegar até aqui não foi fácil. Quero agradecer a todos aqueles que sempre confiaram em mim e na minha determinação.

A Deus, por me amparar nos momentos difíceis, me dar força interior para superar as dificuldades e mostrar o caminho certo nas horas incertas.

Aos meus pais, por terem me proporcionado amor, educação e valores. Por terem, muitas vezes, renunciado a seus sonhos para que eu pudesse realizar o meu, partilho a alegria deste momento, em especial ao Engenheiro João Carlos que, além de pai, foi um grande apoiador e auxiliador de conhecimentos precisos.

À minha família, pela compreensão e pelo profundo apoio, me motivando e estimulando nos momentos mais difíceis. Obrigada pelo amor imenso que vocês têm por mim e, a vocês, serei eternamente grata por tudo que sou por tudo que consegui conquistar.

Ao meu namorado Guilherme, agradeço por todo o seu amor, carinho e admiração, e principalmente pela presença incansável e pelo modo como me apoiou ao longo do período de elaboração deste trabalho.

À Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Andrea Parisi Kern, orientadora, e ao Prof. Dr. Paulo Roberto Wander, co-orientador, por terem confiado no meu trabalho e por terem me proporcionado esta grande oportunidade de vida.

Às bolsistas Julia e Carla, pela grande ajuda, e aos órgãos de fomento à pesquisa, CAPES/PROSUP, CNPq e UNISINOS, pela concessão da bolsa de estudos e pelo financiamento do estudo.

Aos colegas de profissão Eng. João Newton, Eng. Leonardo, Eng. Fabiano, Eng.<sup>a</sup> Rossana, Eng. Daniel, Bruno e Carlos, para quem não há agradecimentos que chegue. Foram fundamentais na transmissão de suas experiências, que me abriram novos horizontes de ideias.

Com vocês, divido a alegria desta experiência e agradeço por permitirem que esta Dissertação seja uma realidade.



## **FONTES DE FINANCIAMENTO DA PESQUISA**

CAPES/PROSUP – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

UNISINOS – Universidade do Vale do Rio dos Sinos

CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico





## SUMÁRIO

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO .....</b>  | <b>21</b> |
| 1.1      | JUSTIFICATIVA .....  | 22        |
| 1.2      | OBJETIVOS .....  | 23        |
| 1.2.1    | <i>Objetivo geral.....</i>   | <i>23</i> |
| 1.2.2    | <i>Objetivos específicos .....</i>   | <i>24</i> |
| 1.3      | ESTRUTURA DA PESQUISA .....  | 24        |
| 1.4      | DELIMITAÇÕES DO TRABALHO .....   | 24        |
| <b>2</b> | <b>DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A CONSTRUÇÃO CIVIL.....</b>   | <b>26</b> |
| 2.1      | IMPACTOS AMBIENTAIS RELACIONADOS À CONSTRUÇÃO CIVIL .....  | 29        |
| 2.2      | CERTIFICAÇÕES AMBIENTAIS DE PRÉDIOS.....   | 36        |
| 2.3      | RESULTADOS DURANTE A PÓS-OCUPAÇÃO EM UM PRÉDIO CERTIFICADO ....  | 40        |
| <b>3</b> | <b>MÉTODO DE PESQUISA .....</b>  | <b>45</b> |
| 3.1      | ESTRATÉGIA DE PESQUISA E OBJETO DE ESTUDO .....  | 45        |
| 3.2      | DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA .....  | 50        |
| 3.3      | ETAPA 1: MEDIÇÕES DE CONSUMOS DE ÁGUA E ENERGIA.....   | 53        |
| 3.4      | ETAPA 2: INVESTIGAÇÃO DO PAPEL DO USUÁRIO E SUA PERCEPÇÃO QUANTO AO PRÉDIO..   | 54        |
| 3.4.1    | <i>Objeto de comparação.....</i>   | <i>55</i> |
| 3.4.2    | <i>Pesquisa com usuários .....</i>   | <i>57</i> |
| 3.4.3    | <i>Perfil dos entrevistados .....</i>  | <i>60</i> |
| <b>4</b> | <b>APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS .....</b>   | <b>63</b> |
| 4.1      | INFORMAÇÕES DE CONSUMOS DE ÁGUA DO PRÉDIO CERTIFICADO .....  | 63        |
| 4.1.1    | <i>Créditos 1.1 e 1.2: uso eficiente de água de paisagismo.....</i>  | <i>64</i> |
| 4.1.2    | <i>Crédito 2: tecnologias inovadoras para águas residuais.....</i>   | <i>65</i> |
| 4.1.3    | <i>Crédito 3.1 e 3.2: redução do uso de água.....</i>  | <i>65</i> |
| 4.1.4    | <i>Análise do consumo de água medido ao longo do tempo .....</i>   | <i>67</i> |
| 4.1.5    | <i>Diferenças entre consumos estimados e medido de água e a pontuação para a certificação.....</i>                               | <i>68</i> |
| 4.2      | INFORMAÇÕES DE CONSUMO DE ENERGIA DO PRÉDIO CERTIFICADO .....  | 70        |
| 4.2.1    | <i>Análise do consumo de energia medido ao longo do tempo.....</i>   | <i>73</i> |
| 4.2.2    | <i>Diferenças entre consumos estimados e medidos de energia e a pontuação para a certificação ..</i>                             | <i>76</i> |
| 4.3      | O PAPEL DO USUÁRIO NO RESULTADO DE PRÉ-REQUISITOS E CRITÉRIOS PONTUADOS .....  | 76        |
| 4.3.1    | <i>Local Sustentável - transportes alternativos.....</i>   | <i>76</i> |
| 4.3.2    | <i>Eficiência da água - utilização de equipamentos economizadores de água.....</i>   | <i>78</i> |
| 4.3.3    | <i>Energia e atmosfera - o uso de escada ao invés de elevador .....</i>  | <i>78</i> |
| 4.3.4    | <i>Materiais e recursos - Armazenamento de resíduos.....</i>   | <i>79</i> |
| 4.3.5    | <i>Qualidade do ambiente interno - fumaça, ventilação natural .....</i>  | <i>80</i> |
| 4.3.6    | <i>Utilização de práticas, recursos e equipamentos disponibilizados pela empresa para diminuição de impactos ambientais.....</i> | <i>80</i> |
| 4.4      | PERCEPÇÃO DO PRÉDIO CERTIFICADO PELOS USUÁRIOS.....  | 81        |
| 4.4.1    | <i>Percepção de estratégias de projetos utilizadas para o conforto térmico e lumínico .....</i>                                  | <i>82</i> |
| 4.4.2    | <i>Percepção dos usuários quanto à vista para o exterior .....</i>   | <i>86</i> |
| 4.4.3    | <i>Ambiente e qualidade de trabalho e produtividade .....</i>  | <i>87</i> |
| <b>5</b> | <b>CONCLUSÃO.....</b>  | <b>89</b> |
| 5.1      | CONSIDERAÇÕES FINAIS .....   | 89        |
| 5.2      | SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....  | 91        |
|          | <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>  | <b>92</b> |
|          | <b>APÊNDICE A - LEED VERSÃO 2.2 (EM ANÁLISE NESTE ESTUDO) X VERSÃO 4.0 (ATUAL) .....</b>   | <b>99</b> |

|  |            |
|--|------------|
| <b>APÊNDICE B - PRÉ-REQUISITOS E CRÉDITOS TENTADOS E OBTIDOS, E SOLUÇÕES DE PROJETOS ADOTADAS.....</b>                               | <b>102</b> |
| <b>APÊNDICE C - IDENTIFICAÇÃO DE PRÉ-REQUISITOS E CRÉDITOS A SEREM AVALIADOS (EFICIÊNCIA AMBIENTAL E INFLUÊNCIA DO USUÁRIO).....</b> | <b>111</b> |
| <b>APÊNDICE D - QUESTIONÁRIO REALIZADO EM PORTUGUÊS, SOBRE A INFLUÊNCIA E PERCEPÇÃO DO USUÁRIO .....</b>                             | <b>121</b> |
| <b>ANEXOS .....</b>  | <b>130</b> |

## LISTA DE TABELAS

|  |     |
|--|-----|
| Tabela 1 – Pré-requisitos e créditos atingidos na categoria “Local Sustentável” .....                      | 47  |
| Tabela 2 – Pré-requisitos e créditos atingidos na categoria “Eficiência da Água” .....                     | 47  |
| Tabela 3 – Pré-requisitos e créditos atingidos na categoria “Energia e Atmosfera” .....                    | 48  |
| Tabela 4 – Pré-requisitos e créditos atingidos na categoria “Materiais e Recursos” .....                   | 48  |
| Tabela 5 – Pré-requisitos e créditos atingidos na categoria “Qualidade do Ambiente Interno” .....          | 48  |
| Tabela 6 – Pré-requisitos e créditos atingidos na categoria “Inovação e Processo de Projeto” .....         | 49  |
| Tabela 7 – Pré-requisitos e créditos medidos na pós-ocupação .....   | 51  |
| Tabela 8 – Consumos para os créditos de água na categoria “Eficiência da Água” .....                       | 64  |
| Tabela 9 – Resumo dos consumos para os créditos de água .....  | 69  |
| Tabela 10 – Consumos para os pré-requisitos e créditos de energia na categoria “Energia e Atmosfera” ..... | 70  |
| Tabela 11 – Lista de ações adicionais ao LEED, adotadas no edifício .....                                  | 74  |
| Tabela 12 – Resumo dos consumos para os pré-requisitos e créditos de energia .....                         | 76  |
|  |     |
| Tabela C 1 – Categoria Local Sustentável .....   | 111 |
| Tabela C 2 – Categoria Eficiência da Água .....  | 113 |
| Tabela C 3 – Categoria Energia e Atmosfera .....   | 114 |
| Tabela C 4 – Categoria Materiais e Recursos .....  | 115 |
| Tabela C 5 – Categoria Qualidade do Ambiente Interno .....   | 117 |
| Tabela C 6 – Categoria Inovação e Processo de Projeto .....  | 120 |



## LISTA DE FIGURAS

|   |     |
|---|-----|
| Figura 1 – Artigos que contém o termo “desenvolvimento sustentável” .....                                   | 27  |
| Figura 2 – Gráfico sobre PIB Brasil x PIB Construção Civil – 2004/2013 (%) .....                            | 29  |
| Figura 3 – Consumo mundial de cimento (2008) .....  | 30  |
| Figura 4 – O novo paradigma da construção sustentável .....   | 33  |
| Figura 5 – Abordagem integrada e sustentável das fases do ciclo de vida de uma construção                   | 34  |
| Figura 6 – Distribuição de créditos ambientais .....  | 38  |
| Figura 7 – Fachada sul - “Prédio A” .....   | 46  |
| Figura 8 – Fachada interna entre blocos - “Prédio A” .....  | 46  |
| Figura 9 – Corte esquemático - “Prédio A” .....   | 46  |
| Figura 10 – Delineamento da Pesquisa .....  | 52  |
| Figura 11 – Mapa de localização dos prédios “A” e “B” .....   | 55  |
| Figura 12 – Fachada sul - “Prédio B” .....  | 56  |
| Figura 13 – Fachada oeste - “Prédio B” (a fachada leste tem a mesma configuração de<br>fenestrações) .....  | 56  |
| Figura 14 – Cortes esquemáticos- “Prédio B” .....   | 56  |
| Figura 15 – Gráfico da idade dos usuários .....   | 60  |
| Figura 16 – Função exercida pelos usuários .....  | 61  |
| Figura 17 – Tempo de trabalho do usuário na empresa .....   | 61  |
| Figura 18 – Carga horário do usuário na empresa .....   | 62  |
| Figura 19 – Consumo de água per capita .....  | 67  |
| Figura 20 – Aumento populacional do prédio .....  | 68  |
| Figura 21 – Consumo de energia por uso .....  | 71  |
| Figura 22 – Consumo mensal de energia elétrica e gás GLP .....  | 73  |
| Figura 23 – Consumo de energia e gás per capita .....   | 74  |
| Figura 24 – Transportes utilizados pelos respondentes .....   | 77  |
| Figura 25 – Meio de deslocamento interno mais utilizado .....   | 79  |
| Figura 26 – Gráfico dos serviços utilizados pelos usuários .....  | 81  |
| Figura 27 – Localização da estação de trabalho .....  | 82  |
| Figura 28 – Avaliação da ventilação dos prédios .....   | 83  |
| Figura 29 – Melhor ventilação .....   | 83  |
| Figura 30 – Hábito de abrir as janelas .....  | 84  |
| Figura 31 – Janelas abertas com mais frequência .....   | 84  |
| Figura 32 – Avaliação da iluminação dos prédios .....   | 85  |
| Figura 33 – Melhor iluminação .....   | 85  |
| Figura 34 – Satisfação com iluminação natural e vista para o exterior .....                                 | 86  |
| Figura 35 – Maior transparência e melhor vista para o exterior .....  | 86  |
| Figura 36 – Fatores que influenciam na produção .....   | 87  |
| Figura 37 – Aumento da qualidade de trabalho em um prédio com certificação ambiental ....                   | 87  |
| Figura 38 – Melhor ambiente de trabalho, em ambos os prédios .....  | 88  |
| <br>  |     |
| Figura A 1 – Comparação da distribuição das categorias no LEED 2.2 e LEED 4.0 .....                         | 100 |
| <br>  |     |
| Figura AA 1 – Ilustração do sistema de ar condicionado ( <i>Chiller e Fan Coils</i> ) - “Prédio A”<br>..... | 130 |
| Figura AA 2 – Ilustração do sistema de ar condicionado (VRF) - “Prédio B” .....                             | 130 |



## LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

|                  |   |
|------------------|---|
| ABNT             | Associação Brasileira de Normas Técnicas  |
| ACV              | Análise de Ciclo de Vida  |
| AQUA             | Alta Qualidade Ambiental  |
| ASHRAE/IESNA     | American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers/ Illuminating Engineering Society of North America |
| Beam             | Building Environmental Assessment Method  |
| BEN              | Balanco Energético Nacional   |
| BREEAM           | Building Research Establishment Environmental Assessment Method   |
| CASBEE           | Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency   |
| CBIC             | Câmara Brasileira da Indústria da Construção  |
| CEF              | Caixa Econômica Federal   |
| CLT              | Consolidação das Leis do Trabalho   |
| CO <sub>2</sub>  | Dióxido de carbono  |
| CPS              | Centro de Pesquisa Social   |
| Cradle to Cradle | Berço ao berço  |
| CRI              | Carpet and Rug Institute  |
| DALI             | Digital Addressable Lighting Interface  |
| DAPs             | Declaração Ambiental de Produtos  |
| Demarqué HQE     | High Environmental Quality  |
| ETE              | Estação de Tratamento de Esgoto   |
| FGV              | Fundação Getúlio Vargas   |
| FSC              | Forest Stewardship Council  |
| GBCB             | Green Building Council Brasil   |
| GLP              | Gás Liquefeito de Petróleo  |
| HAP 4.34         | Hourly Analysis Program 4.34  |
| HFC – 134a       | Hidro Flúor Carbono (ou Hidrofluorocarboneto)   |
| HVAC             | Heating, Ventilation, and Air Conditioning  |
| IAQ              | Indoor Air Quality  |
| IBGE             | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística   |
| IPI              | Imposto sobre Produtos Industrializados   |
| IPMVP            | International Performance Measurement and Verification Protocol   |
| IUCN             | International Union for Conservation of Nature  |
| LAN House        | Local Area Network House  |
| LED              | Light Emitter Diode   |
| LEED             | Leadership in Energy & Environmental Design   |
| LEED – NC        | Leadership in Energy & Environmental Design – New Construction  |
| MME              | Ministério de Minas e Energia   |
| MSDG             | Minnesota Sustainable Design Guide  |
| NABERS           | National Australian Built Environment Rating System   |
| NBR              | Norma Brasileira Aprovada pela ABNT   |
| PAC              | Programa de Aceleração do Crescimento   |
| PIB              | Produto Interno Bruto   |
| PPI              | Processo de Projeto Integrado   |
| PROCEL           | Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica  |

|        |   |
|--------|---|
| RCD    | Resíduos de Construção e Demolição          |
| RH     | Recursos Humanos                            |
| SCAQMD | South Coast Air Quality Management District |
| SNIC   | Sindicato Nacional da Indústria do Cimento  |
| TI     | Tecnologia da Informação                    |
| USGBC  | United States Green Building Council        |
| VOC    | Volatileorganiccompounds                    |
| VRF    | Variable Refrigerant Flow                   |

## RESUMO

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

A indústria da construção civil em geral apresenta elevado impacto ambiental. É considerada a maior consumidora de recursos naturais, na maior parte, não-renováveis, além de gerar significativo volume de resíduos. Os selos de certificação ambiental surgem como uma ferramenta de projeto, execução e desempenho (pós-ocupação), indicando diretrizes voltadas à diminuição de impactos ambientais. Este trabalho tem como objetivo analisar resultados de critérios pontuados no programa de certificação LEED (*Leadership in Energy & Environment Design*) durante a pós-ocupação de um prédio comercial, buscando reconhecer também o papel e percepção do usuário. O trabalho foi realizado através de um estudo de caso que utilizou informações disponibilizadas nos documentos de certificação, projeto e informações de consumos de energia e água. Para investigar o papel e a percepção do usuário, foi considerada a comparação entre o “Prédio A” (com certificação ambiental) em relação ao “Prédio B” (sem certificação ambiental). De forma geral, os resultados apontam que o consumo medido de água ficou 31% abaixo dos parâmetros do LEED, porém 199% acima dos parâmetros de projeto. Já o consumo medido de energia ficou 12% acima dos parâmetros do LEED e 32% acima dos parâmetros de projeto. Quanto ao papel do usuário, foi detectado que o uso de bicicletas/vestiários, uso de dispositivos economizadores de água, uso de escada ao invés de elevador, o descarte adequado de resíduos e a conscientização quanto à fumaça de cigarro são ações praticadas e reconhecidas pelos usuários. Quanto à percepção do usuário, em comparação a um prédio sem certificação ambiental, o conforto térmico, a maior transparência e a vista para o exterior são as estratégias de projeto entendidas como mais efetivas.

Palavras-chave: Sistema de certificação de prédios; Consumo de água; Consumo de energia; Pós-ocupação; Papel do usuário.



## ABSTRACT

ANTONIOLLI, C.B. **Post-occupancy in a commercial building with environmental certification: analysis of the criteria adopted and the user's role.** São Leopoldo, 2015. 130p. Dissertation (Master Degree in Civil Engineering) – Postgraduate Civil Engineering Program, Unisinos, São Leopoldo.

The construction industry in general has a high environmental impact. It is considered as the largest consumer of natural resources, mostly non-renewable, and it generates a significant volume of waste. The environmental certification arise as a tool for design, implementation and performance (post-occupancy), indicating guidelines for the environmental impacts reduction. The present study aims to analyze the performance of the scored criterias in the certification program, during the post-occupation of a LEED (*Leadership in Energy & Environment Design*) commercial building, seeking also to recognize the user's role and perception. The study was conduct through a study case that considered the information that was available in the certification documents, design information and energy and water consumption. To investigate the user's role and perception, a comparison between "Building A" (with environmental certification) in relation to the "Building B" (without environmental certification) was considered. Overall, the results showed that the measured consumption of water was 31% below the LEED parameters, but 199% above the design parameters. The measured consumption of energy was 12% above the LEED parameters and 32% above the design parameters. As for the user's role, it was found that the use of bicycles/changing rooms, the use of water saving devices, the use of staircases instead of elevators, the proper disposal of waste and awareness of the cigarette smoke are practiced and recognized actions by users. As for the user's perception compared to a non-certificate building, the thermal comfort, greater transparency and exterior views were aspects seen as the most effective design strategies.

Key words: Building rating system; Water consumption; Energy consumption; Post-occupancy; User's role.



# 1 INTRODUÇÃO

A sociedade está tomando um novo rumo no que diz respeito à conscientização relacionada ao consumo dos recursos naturais existentes. O desmatamento, aquecimento global, uso abusivo da água, entre outros, têm sido pauta de constante discussão, especialmente na academia. Dentro deste contexto, a indústria da construção civil vem enfrentando um grande desafio, a saber: a minimização dos impactos causados ao meio ambiente.

A construção civil caracteriza-se como uma das maiores consumidoras de recursos naturais em seu processo produtivo, tanto no Brasil como no exterior (JOHN, 2000). Conforme John et al. (2006), a indústria consome cerca de 75% dos recursos naturais do mundo, em sua maioria não renováveis.

Do total da matéria prima utilizada anualmente no mundo, o setor da construção civil é responsável pelo consumo de 25% da madeira virgem e 40% da pedra bruta, cascalho e areia empregados (KULATUNGA et al., 2006).

Além disso, segundo Souza et al. (2008), a ineficiência de alguns dos processos de produção e, principalmente, o volume de materiais utilizado pelo setor, acabam tornando a indústria da construção civil uma grande geradora de resíduos dentro da cadeia produtiva. No Brasil, estima-se que são gerados aproximadamente 60% dos resíduos sólidos urbanos (JOHN et al., 2006).

Alguns conceitos voltados à mitigação de impactos ambientais no setor têm sido estudados na academia, dentre os quais se destacam: *Cradle to Cradle* (berço ao berço); ACV (análise de ciclo de vida); PPI (processo de projeto integrado); pegada ecológica; e certificação ambiental. Em paralelo, surgem novas tendências no mercado para promover uma mudança de paradigmas de consumo do setor, através do incentivo no uso racional de recursos naturais e da preferência por aqueles produzidos regionalmente, bem como por meio de reciclagem dos materiais, para que produtos e serviços estejam comprometidos com a preservação do meio ambiente em diferentes formas.

Nas últimas décadas, dos conceitos supracitados, a certificação ambiental de prédios é fortemente associada à tentativa de redução de impactos ambientais causados pela construção de prédios. A partir daí foi criado o conceito de “*green buildings*” (traduzidos no

Brasil para “prédios verdes”), e embora existam muitos selos de diferentes países, todos compartilham uma única ênfase: reduzir os impactos ambientais do setor de construção e manutenção dos prédios (CIDELL; BEATA, 2008).

Os chamados “prédios verdes” surgiram com intuito de implementar uma construção projetada, construída e mantida com o mínimo consumo de água e energia, dando prioridade a materiais que não poluem o meio ambiente durante sua produção e não provocam danos à saúde dos usuários. Os selos ambientais entram nesse processo como uma ferramenta de reconhecimento das iniciativas sustentáveis adotados nestes edifícios. Os critérios de certificação são utilizados como referências auxiliares na escolha de materiais e sistemas construtivos.

## **1.1 JUSTIFICATIVA**

Contudo, apesar do esforço de projetistas, construtores e usuários para a diminuição dos impactos ambientais em prédios certificados, encontram-se, na bibliografia, estudos que problematizam a eficiência destas edificações. Por exemplo, as pesquisas conduzidas tanto por Newsham et al. (2009) quanto por Scofield (2009) questionam a eficiência de construções certificadas ambientalmente.

Ainda, Leaman et al. (2010) apontam que os levantamentos da pós-ocupação de prédios contemporâneos e certificados são, na maioria das vezes, aquém do desempenho previsto, e essas informações raramente são divulgadas, não contribuindo ao processo de aprendizagem de projetistas e engenheiros a partir de experiências passadas.

Assim, a análise do atendimento aos pré-requisitos e critérios adotados durante a fase de projeto e produção para a certificação de uma edificação na fase de pós-ocupação é de extrema importância. Entende-se que a avaliação do sistema predial operante como um todo, incluindo o papel do usuário, pode servir para ajustes e progressos para empreendimentos futuros, envolvendo questões relativas à melhoria de projetos, materiais empregados e à execução em si, ou mesmo, para a discussão dos requisitos e critérios do sistema de certificação e a forma de melhor atendê-los.

Esses argumentos justificam a realização desta Dissertação, que busca analisar a pós-ocupação de um prédio certificado como “prédio verde” no que tange à eficácia de critérios adotados e o papel desempenhado pelo usuário desta edificação. Com esta pesquisa, busca-se contribuir para a inovação e melhoria de medidas sustentáveis adotadas. O acesso a informações sobre o prédio em estudo, incluindo dados sobre as fases de projeto, execução da

obra, processo de certificação e pós-ocupação pelos usuários e o interesse da empresa proprietária do prédio na realização do trabalho motivaram a realização deste trabalho.

Cabe comentar que o prédio em questão já foi estudado na fase de projeto por Piccoli (2009) e Piccoli et al. (2010), investigando-se os papéis do cliente, projetistas, construtores e fornecedores, em função da certificação ambiental pretendida, e também Silva e Figueiredo (2012) que investigaram o consumo de energia elétrica no prédio após dois anos de uso. O presente estudo é entendido como uma continuação dos trabalhos anteriores, na medida em que examina o resultado do trabalho realizado por projetistas e construtores e o papel do usuário, assim como analisa outros resultados obtidos além daquelas adotadas nos pré-requisitos e créditos da certificação.

Esta Dissertação de Mestrado tem como pressupostos que, em comparação a prédios não certificados ambientalmente, os pré-requisitos e créditos obtidos deveriam resultar em ganhos para a sociedade (menores impactos ambientais e redução nos consumos de água e energia) e para os usuários (maior conforto e qualidade de produção). Além disso, pressupõe-se, que, em função da preocupação ambiental, o usuário de um prédio certificado tem um papel a desempenhar para alcançar os ganhos ambientais buscados e possui percepção da diferença existente entre um prédio certificado e um não certificado.

Duas questões centrais norteiam este trabalho, as quais são pautadas a seguir. “Quais são os resultados de critérios pontuados durante a pós-ocupação em um prédio com certificação ambiental? Qual é a relação do usuário com o prédio certificado: sua percepção em relação à certificação ambiental e o papel exercido no desempenho da edificação?”.

Como desdobramento dessas questões de pesquisa, surgem as seguintes indagações secundárias: “Como é o consumo de água e energia durante a fase de pós-ocupação? As soluções de projeto resultam em menores consumos durante a fase de pós-ocupação? Qual o papel do usuário de um prédio certificado ambientalmente? Qual a percepção sobre um prédio certificado e um não-certificado?”.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo geral**

O principal objetivo deste estudo consiste em avaliar o desempenho de uma edificação certificada durante a pós-ocupação e investigar qual é a relação do usuário com o

prédio certificado no que tange à sua percepção em relação à certificação ambiental e o papel exercido no desempenho da edificação.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

Os objetivos específicos são:

- Identificar os requisitos atendidos pela certificação que possuem impacto na fase de pós-ocupação e podem ser medidos;
- Avaliar o desempenho do prédio durante a pós-ocupação a partir dos requisitos identificados;
- Identificar o papel dos usuários no desempenho de um prédio certificado;
- Avaliar a percepção dos usuários sobre um prédio certificado;

## **1.3 ESTRUTURA DA PESQUISA**

A presente Dissertação está dividida em 5 capítulos. O primeiro capítulo faz a introdução ao tema, apresentando a justificativa, a importância do estudo e os objetivos da pesquisa. Também aborda a estrutura da Dissertação e as delimitações do trabalho.

O segundo capítulo expõe a revisão bibliográfica da pesquisa, começando pelo desenvolvimento sustentável. Trata, ainda, dos impactos ambientais relacionados à construção civil, das certificações ambientais de prédios e finalmente, da pós-ocupação em um prédio certificado. O terceiro capítulo aborda o método de pesquisa adotado, para esclarecimento da estratégia de pesquisa e do objeto de estudo. Também é explicado o delineamento da pesquisa, partindo para as duas etapas do trabalho. O quarto capítulo propõe-se à apresentação, análise e discussão dos resultados, tanto para a etapa 1 quanto para a 2, e o quinto capítulo trata das conclusões e considerações finais do trabalho, assim como apresenta sugestões para trabalhos futuros.

Por fim, são apresentadas as referências bibliográficas, anexos e apêndices com informações adicionais da revisão bibliográfica e da metodologia, além do questionário realizado.

## **1.4 DELIMITAÇÕES DO TRABALHO**

Como delimitação do trabalho considera-se dois fatores. O primeiro trata da complexidade dos dados obtidos pela automação predial do edifício em estudo, já que esta

apresentou algumas falhas de medição ao longo dos anos de pós-ocupação do prédio, principalmente no período Maio e Junho de 2012, na análise do consumo de energia elétrica e gás GLP.

O segundo fator é que a versão da certificação ambiental obtida e analisada neste estudo limita-se à versão LEED 2.2 atualmente obsoleta, dificultando a comparação entre a versão estudada e a nova versão disponível no mercado hoje (LEED 4.0). Para mais detalhes entre as duas versões apontadas, ver apêndice A (página 101).

## 2 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A CONSTRUÇÃO CIVIL

Desde que o homem começou a ocupar a superfície da terra, várias transformações vêm sendo percebidas e muitas delas são referentes às alterações ambientais que vêm ocorrendo constantemente (DRUSZCZ, 2002).

Porém, a humanidade passou por um crescimento tecnológico relevante nos últimos séculos, principalmente após a Revolução Industrial no século XVIII, quando várias descobertas científicas acarretaram em aumento significativo de produção. Com isso, verificou-se o elevado consumo de capital natural, vistos como recursos produzidos pela natureza (tais como água, minerais, petróleo, árvores, peixes, solo e ar) em seu processo de desenvolvimento de 3.8 bilhões de anos. Esse elevado consumo manteve-se aliado à excessiva contaminação do meio ambiente. Os reflexos do consumo desenfreado e da contaminação são percebidos no cotidiano da sociedade já há algum tempo (HAWKEN et al., 1999).

Moura (2000) indica que as primeiras mudanças significativas em relação ao meio ambiente foram observadas na década de 60. A partir daí os recursos naturais começaram a ser mais valorizados, assim como seu esgotamento no futuro passou a ser considerado. Nas décadas de 70 e 80, a expressão “impacto ambiental” ganhou força, devido ao registro de vários fatos e acidentes que levaram ao início do combate à poluição ambiental. Neste momento, diversos países perceberam a necessidade de estabelecer diretrizes e critérios para avaliar os impactos das intervenções humanas na natureza (MOREIRA, 1999).

Segundo Bell e Morse (2003), na década de 80, também surge o termo “desenvolvimento sustentável” em um documento intitulado *World Conservation Strategy*, elaborado pela IUCN (*International Union for Conservation of Nature*). Este documento argumenta que, para um desenvolvimento ser sustentável, devem ser considerados aspectos referentes às dimensões sociais, ecológicas e econômicas, bem como as vantagens de curto e longo prazo para ações alternativas.

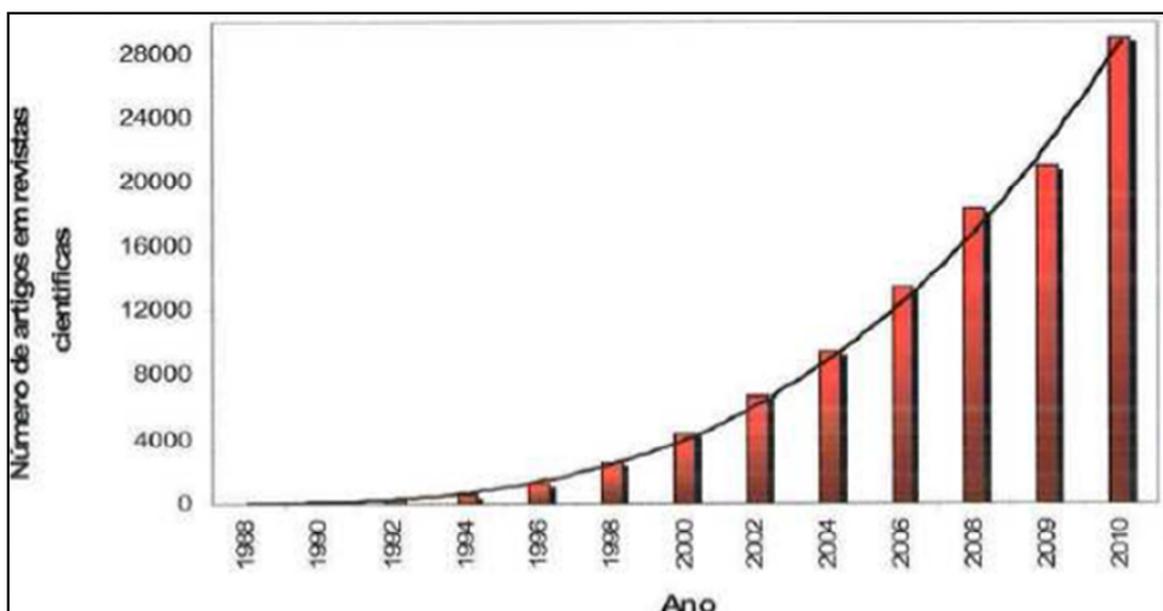
O Relatório de Brundtland (BRUNDTLAND COMMISSION, 1983) define o “desenvolvimento sustentável” como uma ação capaz de suprir as necessidades do mundo atual, sem comprometer as gerações futuras e, principalmente, sem esgotar os recursos naturais existentes. Já para Sjöstrom (1992), o “desenvolvimento sustentável” consiste na

maneira de desenvolvimento econômico que emprega os recursos naturais e o meio ambiente não apenas para o benefício do presente, mas também do futuro.

Edwards (2005), por sua vez, defende que, assim como a Revolução Industrial foi, hoje existe uma revolução da “sustentabilidade”, a qual é de longo alcance e tem um impacto profundo, moldando tudo, desde os lugares onde as pessoas vivem e trabalham até os alimentos consumidos e os esforços exercidos por indivíduos e comunidades. Assim como Bell e Morse (2003), o autor entende que essa revolução apresenta uma alternativa que suporta a viabilidade econômica e os ecossistemas saudáveis, modificando os padrões de consumo e permitindo a implementação de um quadro social mais justo.

Atualmente, a sustentabilidade tem sido um assunto amplamente discutido pelas diferentes nações, envolvendo todas as áreas de conhecimento. Trata-se de um tema amplo, complexo e multidisciplinar. Demanboro et al. (2004) definem que a principal dificuldade em definir *sustentabilidade* reside no fato de que os problemas ambientais são, em grande parte, muito difíceis de serem avaliados de forma objetiva. O nível de subjetividade das avaliações ambientais torna a questão muito complexa/multidimensional, visto que conduz a variadas opiniões/interpretações, sendo nem todas moderadas pelo senso comum e pela ética.

Torgal e Jalali (2010) apresentam a quantidade de trabalhos acadêmicos que já discorrem sobre o assunto *desenvolvimento sustentável* ou *sustentabilidade* desde a década de 80 (Figura 1).



**Figura 1 – Artigos que contém o termo “desenvolvimento sustentável”**

Fonte: Torgal e Jalali (2010).

Conforme mostra a Figura 1, o mundo científico se volta com grande interesse a esse relevante tema, o que se constata a partir do crescimento do volume de obras ao longo das últimas duas décadas.

Ao longo dos anos, o termo foi sendo aprimorado. Elkington (2004), por exemplo, definiu sustentabilidade como sendo o equilíbrio entre as três dimensões do desenvolvimento sustentável, a saber: ambiental, econômico e social. Academicamente, esse pesquisador ficou conhecido como o criador do termo “*Triple Bottom Line*”, sendo traduzido, no Brasil, para “Tripé da Sustentabilidade”. As três dimensões do tripé são descritas a seguir.

- O pilar ambiental: num meio ambiente degradado, o ser humano encurta o seu tempo de vida, a economia não se desenvolve e o futuro fica insustentável. Por isso, torna-se necessário aumentar e proteger a biodiversidade e os ecossistemas, melhorar a qualidade da água e do ar, reduzir desperdícios e volume de lixo e conservar e restaurar recursos naturais.
- O pilar econômico: de forma que a eficiência esteja ancorada à sustentabilidade, onde sem energia a economia não se desenvolve e, com isso, as condições de vida das populações se deterioram. Assim, faz-se necessária a redução de custos operacionais, a criação, expansão e reforma do mercado para produtos e serviços economicamente sustentáveis, melhor produtividade dos seus ocupantes e otimização do desempenho econômico ao ciclo de vida útil.
- O pilar social: é preciso respeitar o ser humano, para que este possa respeitar a natureza. E, do ponto de vista do ser humano, trabalha-se no aumento do conforto e da saúde dos seus ocupantes, na melhor qualidade de vida, e na minimização de impactos em infraestrutura local.

De acordo com Aligleri et al. (2009), há quem acredite que atingir o chamado “desenvolvimento sustentável” é obter o crescimento econômico e contínuo através de uma racionalização dos recursos naturais e também através da utilização de tecnologias mais “eficientes” e menos poluentes, enquanto que, para outros, o desenvolvimento sustentável é um projeto social e político destinado a mitigar a pobreza, elevar a qualidade de vida e satisfazer as necessidades básicas da humanidade.

Assim, empresas e companhias começam a perceber a importância de medirem seus impactos ambientais de forma responsável. Hitchcock e Willard (2012) afirmam que

aproximadamente 75% das maiores corporações produzem relatórios de sustentabilidade social, e essa tendência tem aumentado. Cada vez mais, investidores e partes interessadas esperam ter acesso a este tipo de informação, uma vez que as empresas e companhias têm sido pressionadas a reportarem seus relatórios de riscos ao meio ambiente.

Embora muitos autores proponham uma definição tradicional de “desenvolvimento sustentável”, Vollenbroek (2002) afirma que estes conceitos impõem uma grande carga de responsabilidade sobre a geração presente, uma vez que não é tão simples identificar as necessidades das gerações futuras. O autor afirma que o desenvolvimento sustentável é o equilíbrio entre tecnologias disponíveis, estratégias de inovação e políticas governamentais.

## 2.1 IMPACTOS AMBIENTAIS RELACIONADOS À CONSTRUÇÃO CIVIL

O ambiente construído é um dos principais determinantes do desenvolvimento econômico e social, em termos de provisão de infraestrutura, edificações e geração de empregos. Porém, a construção civil possui um papel dualístico, pois, por um lado, é um dos campos de maior influência nas atividades socioeconômicas, e por outro, acaba contribuindo com uma importante parcela na deterioração ambiental (SILVA, 2007).

A Figura 2 demonstra dados sobre o PIB (produto interno bruto) do país e o PIB da construção civil. Observa-se que em 2013, o PIB da construção ficou abaixo ao PIB inicial medido no Brasil, em 2004 (CBIC, 2013).

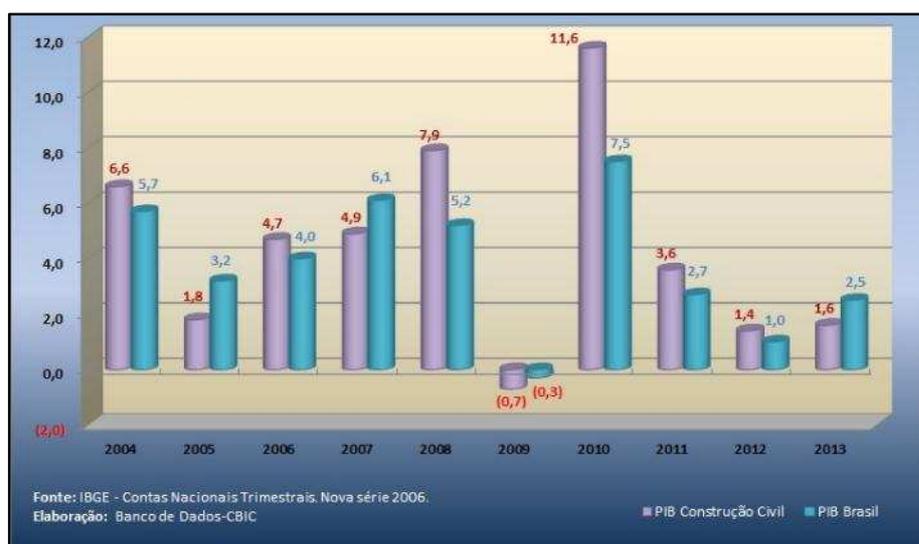
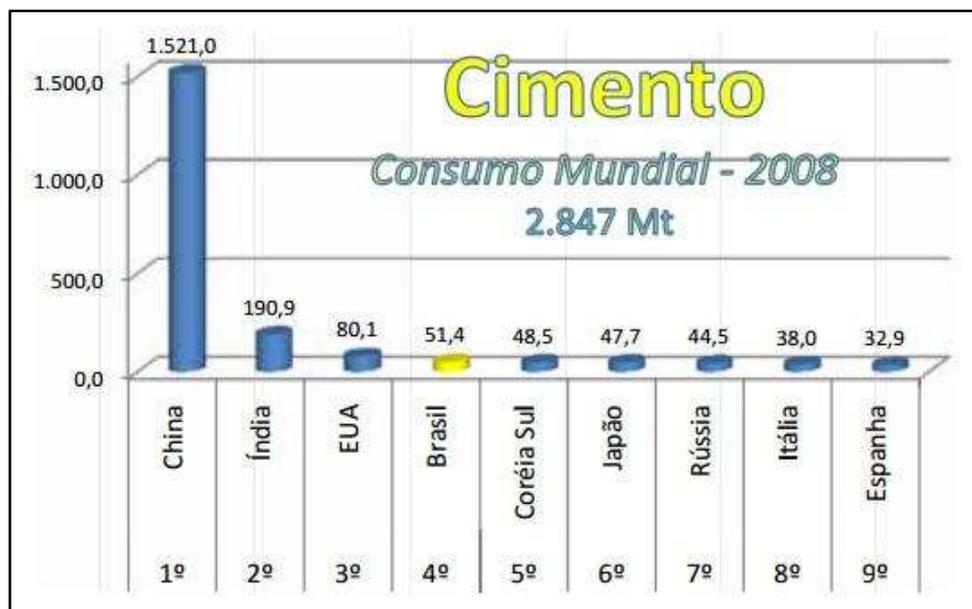


Figura 2 – Gráfico sobre PIB Brasil x PIB Construção Civil – 2004/2013 (%)

Fonte: IBGE (2014).

Apesar da oscilação do mercado ao longo dos últimos anos, em relação a dados de 2012, a indústria da construção, ao longo do ano, foi influenciada positivamente por diversos fatores relacionados diretamente à dinâmica do setor, tais como: maior oferta de crédito imobiliário, crescimento do emprego e da renda, incremento no consumo das famílias e a manutenção da desoneração do IPI (imposto sobre produtos industrializados) de diversos insumos da construção. Este cenário favorável para a construção juntamente com programas de investimento, como o PAC (programa de aceleração do crescimento) e o Programa “Minha Casa, Minha Vida”, contribuíram para que fossem realizados investimentos em obras de infraestrutura e em construções de edificações residenciais, cujos investimentos são feitos considerando prazos de longa maturação (CBIC, 2013).

Neste contexto, o consumo de cimento é um importante indicador de desenvolvimento humano, pressupondo-se sua forte associação com obras civis residenciais e de infraestrutura (saneamento básico e malha rodoviária). Segundo o Ministério de Minas e Energia do Governo Federal, com base no Sindicato das Indústrias de Cimento, o Brasil, em 2008, aparecia como o quarto país que mais consumia cimento, ficando somente atrás da China, Índia e EUA, conforme mostra a Figura 3 (MME, 2015).



**Figura 3 – Consumo mundial de cimento (2008)**

Fonte: SNIC (2009 apud MME 2015).

Apesar deste indicador espelhar uma fase de crescimento do país, pesquisas recentes com base no Centro de Pesquisa Social (CPS) e na Fundação Getúlio Vargas (FGV),

o Brasil aponta um déficit habitacional da ordem de 7-8 milhões de moradias, além de precariedade de saneamento básico: cerca de metade da população (49,1%) não tem acesso à rede geral de esgotos, considerada uma infraestrutura básica em países desenvolvidos (CPS/FGV, 2009 apud MME, 2015).

Diante do aquecimento da construção civil devido aos incentivos do governo, e conseqüentemente do alto consumo de recursos naturais sendo exigidos para proporcionar toda a infraestrutura necessária para suprir este crescimento, esforços por parte dos profissionais envolvidos no setor são cada vez mais importantes na redução dos impactos ambientais causados ao meio ambiente.

Sattler (2003), a partir do periódico britânico *Green Building Digest*, classifica os impactos determinados pela construção em dois tipos: os que ocorrem durante a construção (fase de produção) e os que ocorrem na fase de uso da edificação (pós-ocupação). Durante a construção ocorrem as maiores interferências no meio ambiente, desde a alteração do ecossistema com os processos de movimentação de terra e execução de infraestrutura e edificações, até a geração e descarte de resíduos. Dentre os impactos ocorridos nesta fase, incluem-se o uso de energia, o uso de recursos naturais, as emissões tóxicas, entre outros. Além destes, Couto e Couto (2007) citam os impactos sonoros e visuais e a poluição do ar (poeira). Já os impactos decorrentes da fase de uso incluem o uso de energia, reciclabilidade e degradabilidade e também prejuízos à saúde.

Já Kuhn (2006) entende que o ciclo da produção ocorre desde o projeto até a demolição, passando pelas etapas de construção, manutenção, desmonte e reutilização. Segundo o autor, todas as etapas afetam significativamente o meio ambiente, contribuindo na redução da biodiversidade, elevação do nível dos oceanos, radiação e redução dos recursos naturais.

Para Montes (2005), o projeto sustentável reconhece que o entorno edificado depende da terra como fornecedora de recursos materiais e energéticos. Portanto, tal projeto requer estratégias referentes ao uso de materiais no sentido de projetar para reutilizar, reciclar, reduzir a quantidade, reparar e manter, reduzir os resíduos, regenerar, melhorar e recarregar.

Em suma, os impactos no meio ambiente provocados pela construção devem ser entendidos sob diferentes ângulos, seja pelo elevado consumo de recursos naturais, pela significativa quantidade de resíduos gerados, ou, ainda, pela ocupação inadequada do solo. Além dos gastos energéticos, outros impactos também podem ser associados às atividades de

construção civil, como a geração de esgoto, emissões, poluição interna dos ambientes, consumo de água, geração de resíduos sólidos urbanos e a geração de construção e demolição, quando o edifício chega ao final de sua vida útil (AGOPYAN; JOHN, 2011).

Além dos fatores citados anteriormente, as deficiências de projetos nos quesitos de conforto térmico resultam em edificações com pouco uso de ventilação natural, o que acarreta o emprego de elementos arquitetônicos inadequados para o clima tropical do país, tornando as edificações despreparadas e desconfortáveis (OLIVEIRA; GONÇALVES, 1999).

Segundo Agopyan (2000), a construção e a operação do ambiente construído são responsáveis, em nível internacional, pelos seguintes consumos aproximadamente: 2-16% do consumo de água doce; 25% da madeira nativa; 30-40% do consumo de energia; 40% de materiais extraídos virgens; 20-30 % das emissões de gases; 40% do fluxo de resíduos total de países, sendo dos quais 15-30% destinados a aterros sanitários; até 15% dos materiais adquiridos no canteiro de obras terminando como resíduos. De acordo com o Balanço Energético Nacional (BEN, 2014), o setor da indústria foi o maior responsável pelo consumo de energia total, com 33,9%, enquanto que o setor de residências consumiu 9,1%, e o setor de serviços 4,6%.

Para a diminuição dos impactos ambientais causados pelo setor da construção civil é necessário o envolvimento de diferentes agentes, como profissionais e fornecedores. Também é relevante o incentivo e a fiscalização do setor público, o desenvolvimento de pesquisa acadêmica e a conscientização e exigência por parte dos usuários e consumidores (PICCOLI, 2009).

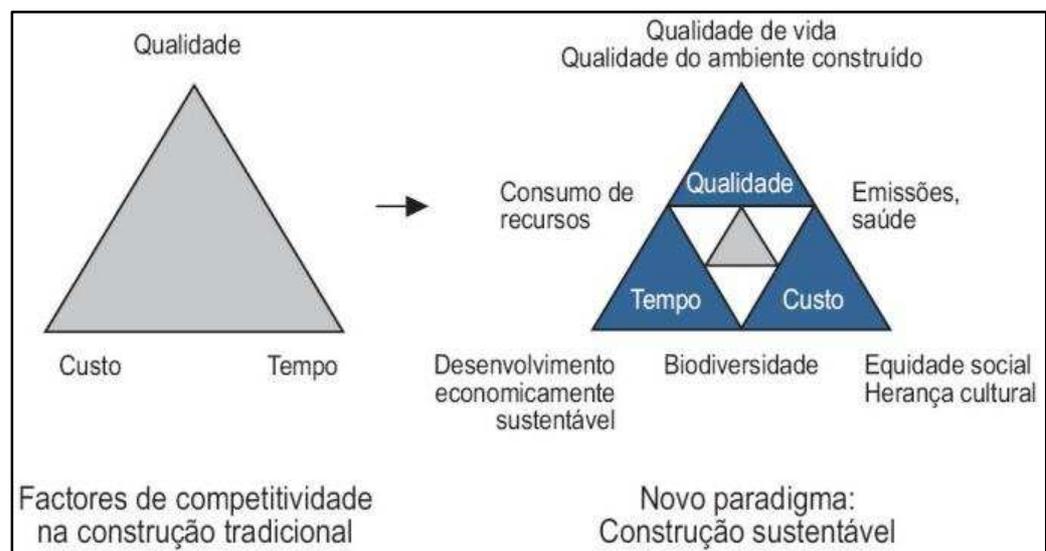
Um importante documento resultante de discussões sobre sustentabilidade, no que tange à redução de impactos ambientais, é a Agenda 21 para Construção Sustentável, apresentada como um plano a ser adotado de forma global, nacional e local, atuando em todas as áreas em que a ação humana impacta ambientalmente. Segundo Agopyan e John (2011), os principais desafios da Agenda 21 envolvem: processo e gestão, execução, consumo de materiais, consumo de energia e água, impactos no ambiente urbano e no meio ambiente natural e questões sociais, culturais e econômicas. A Agenda 21 ainda afirma que, os maiores desafios são: tomar ações preventivas imediatas e preparar toda a cadeia produtiva para mudanças que são necessárias ao processo construtivo.

Entretanto, Silva (2007) define algumas características peculiares do setor da construção que dificultam a implantação de mudanças que conduzam a uma construção

sustentável, entre elas o baixo nível tecnológico com a qual a construção civil opera (especialmente no Brasil), falta de treinamento dos operários, falta de planejamento organizacional e social, carência da educação ambiental tanto dos operários quanto dos empresários e pouca informação sobre condições ambientais e sociais na qual a obra se realiza. Tendo em vista a complexidade e a diversidade dos impactos ambientais gerados na construção, é necessário focar e dar prioridade aos recursos disponíveis no local da construção, uma vez que dificilmente será possível atuar sobre todas as deficiências do setor.

Barroso (2010) afirma que, na nova perspectiva da construção sustentável, a questão central de um projeto deixa de ser apenas o tempo despendido e os custos associados e passa, também, a equacionar o consumo de recursos, as emissões poluentes e o impacto ambiental (biodiversidade) nas novas construções, contribuindo, assim, para a qualidade de vida, desenvolvimento econômico e igualdade social.

Pinheiro (2006) também acrescenta que o papel dos vários agentes é decisivo, incluindo o setor da extração dos materiais, o da construção, os clientes das estruturas edificadas, os gestores e os responsáveis pela manutenção. Pode-se, assim, dizer que esse novo modo de conceber a construção procura satisfazer às necessidades humanas, protegendo e preservando simultaneamente a qualidade ambiental e os recursos naturais (Figura 4).



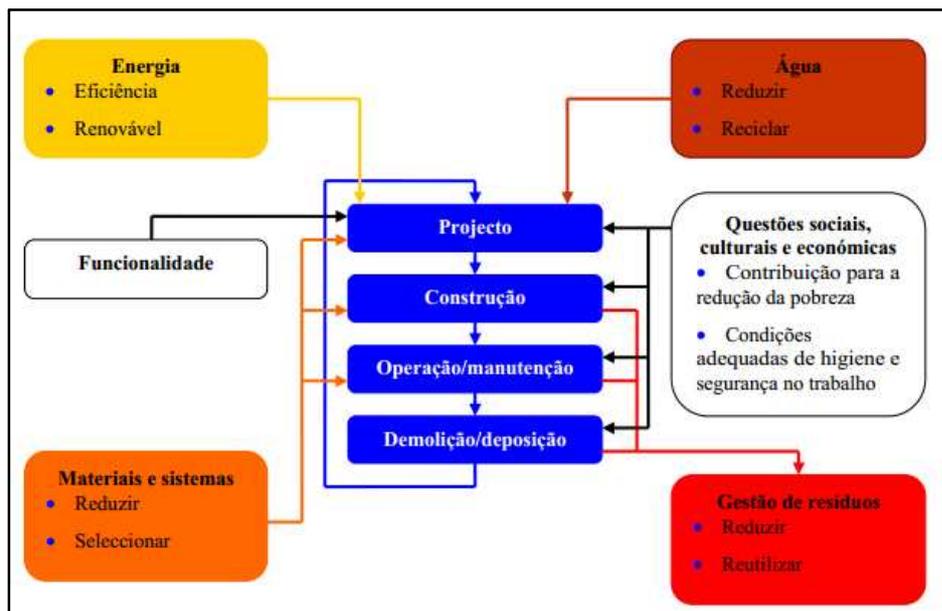
**Figura 4 – O novo paradigma da construção sustentável**

Fonte: adaptado de Pinheiro (2006).

Conforme mostra a Figura 4, o processo tradicional da construção civil é englobado pelas demandas ambientais que representam o novo paradigma do setor. Tais demandas concluem e dão aporte ao contexto global atual do novo enfoque da área.

Nesse enfoque, já há 15 anos atrás, John (2000) argumentava que os profissionais da construção civil demonstravam crescente importância na questão ambiental do setor, fazendo da sustentabilidade uma tendência cada vez maior. A isso, Carvalho (2002) complementa que empresas preocupadas com condutas ambientalmente positivas se destacam no mercado. Neste contexto, é necessário entender os impactos ambientais em todas as fases que englobam o setor, para, assim, poder estabelecer condições de controle, diminuição e/ou eliminação destes impactos.

Mateus (2004) define os aspectos e desafios da construção sustentável vistos no ciclo de vida de uma construção como uma lista de prioridades a serem aplicadas de forma integrada, conforme mostra a Figura 5 (a seguir).



**Figura 5 – Abordagem integrada e sustentável das fases do ciclo de vida de uma construção**

Fonte: Mateus (2004).

Pode-se observar o ciclo de vida da edificação integrado com os aspectos e desafios que a construção sustentável exige. Em outras palavras, cada etapa do ciclo de vida deve atentar para um ou mais aspectos ou desafios exigidos pelo novo conceito sustentável.

Barbisan et al. (2012) explicam que, além da análise do ciclo de vida de uma edificação em si, as decisões de implantação do edifício podem impactar no adensamento populacional de uma região, e, para isso, a infraestrutura do espaço deve estar preparada para

este impacto, levando em conta a legislação local. A paisagem urbana, bem como o patrimônio natural e cultural também devem ser levados em consideração, assim como o valor imobiliário, na demanda de avenidas e transporte público. Agopyan e John (2011) acrescentam que o ciclo de vida destas edificações estão sujeitas à influência de normas técnicas, códigos de obras e planos diretores, que por sua vez, não vão ao encontro das práticas de sustentabilidade que vêm sendo trabalhadas, dificultando a inovação do setor de construção civil e muitas vezes forçando soluções que aumentam o impacto ambiental de um prédio. Se estes importantes documentos fossem atualizados e alinhados com as práticas sustentáveis seriam um grande incentivador do setor a adotar soluções mais eficazes.

Cornetet (2009) afirma que a partir da necessidade de elaborar empreendimentos eficientes, com menor impacto ambiental e economicamente viáveis, a construção civil reformulou seu processo de desenvolvimento de projetos, determinando novos padrões de qualidade ambiental e humana. Surge a necessidade de reduzir a degradação e os impactos ambientais através de uma arquitetura sustentável, que vem ganhando destaque através dos “prédios verdes”. Segundo Silva et al. (2003) o surgimento dos chamados “prédios verdes” se deu devido à tentativa de se implementar uma construção projetada, construída e mantida com o mínimo consumo de água e energia, dando prioridade a materiais que não poluem o ambiente durante sua produção e não provocam danos à saúde dos usuários.

Mesmo há mais de 15 anos atrás, Rocky Mountain Institute et al. (1998) já explicava que um “prédio verde” só pode receber esse título se ele estiver eficiente em termos de recursos sobre os quais foi projetado e executado para ser. Geralmente, as metas de economia não são atingidas em decorrência de inadequada operação do prédio e de más práticas de gerenciamento. Uma manutenção cautelosa desde o primeiro dia de uso do prédio se faz necessária para garantir os níveis de economia propostos.

Pitts (2004) ressalta que muitos empreendimentos já adotam as boas práticas de projeto para um “prédio verde”, mas o autor percebe que, em muitos casos, as mudanças ocorrem não pela presença de um projeto adequado, mas pela ausência deste, o que gera um forte argumento para reinventar o papel profissional de um projetista estratégico, com conhecimentos e especialidades no campo de projeto, construção e também operação sustentável.

Neste contexto, o mercado brasileiro vem, aos poucos, compreendendo a importância de se pensar em uma nova perspectiva de construção sustentável, trabalhando nas

diversas fases do ciclo de vida da edificação, incorporando cada vez mais o conceito de “prédios verdes”.

## **2.2 CERTIFICAÇÕES AMBIENTAIS DE PRÉDIOS**

Um conceito que vem sendo desenvolvido e pesquisado atualmente é o da avaliação ambiental de edifícios, já que os edifícios são produtos com longa vida útil e responsáveis por uma parcela significativa do impacto ambiental da construção civil (DRUSZCZ, 2002).

Segundo Gonçalves e Duarte (2006), a certificação ambiental é concedida a partir de um sistema de avaliação onde se analisa o grau de sustentabilidade associado a uma edificação, em razão de determinados critérios de desempenho aplicados nele. Ou seja, a certificação é decorrente de um conjunto de critérios que respeitam aspectos ambientais e fatores de construção relevantes, sendo a avaliação dos edifícios efetuada de acordo com o seu desempenho referente a estes requisitos e critérios. (PINHEIRO; SOARES, 2005).

A certificação ambiental foi criada porque os países que acreditavam dominar os conceitos dos chamados “projetos ecologicamente corretos” ou “prédios verdes” não possuíam meios para verificar quão sustentáveis de fato eram seus edifícios. Assim, surgiu a necessidade da utilização de ferramentas, programas ou sistemas de avaliação e certificação, com o objetivo de orientar empreendedores, projetistas e construtores quanto aos aspectos a serem considerados na produção de edificações mais sustentáveis (SILVA, 2007). Uma grande variedade de ferramentas de avaliação ambiental tem sido lançada no mercado, tornando a escolha apropriada para cada situação uma tarefa árdua, mas determinante para o êxito da avaliação. (TRUSTY, 2000).

Do total de ferramentas dirigidas à aplicação em diferentes etapas do ciclo de vida de uma edificação, existem aquelas orientadas à etapa de projeto com o objetivo de dar suporte à tomada de decisões, possibilitando que sejam feitas melhorias no desempenho potencial do edifício. No entanto, nesta etapa, apenas é possível fazer uma estimativa do desempenho do edifício nas etapas seguintes. Já as ferramentas para condução das avaliações durante a etapa de uso possibilitam análises mais precisas, pois medem o desempenho das soluções efetivamente implantadas no edifício. Porém, na etapa de uso, ou pós-ocupação, menos alterações podem ser feitas no próprio edifício, em comparação à fase de projeto (PICCOLI, 2009).

De acordo com Silva et al. (2003), o que praticamente todas as ferramentas existentes de certificação ambiental têm em comum é a não avaliação de todos os aspectos ou dimensões de sustentabilidade relacionados ao ciclo de vida das edificações. Geralmente, as ferramentas concentram-se apenas no âmbito ambiental. Cole et al. (2002 apud SILVA, 2006) argumentam que os sistemas de avaliação ambiental dos chamados “prédios verdes” acabam não abordando os aspectos sociais e econômicos da sustentabilidade, por não serem facilmente relacionados à escala organizacional de um edifício.

Existem no mercado diferentes certificações ambientais de edifícios, cujo escopo e quesitos dependem de cada país, bem como de suas reais necessidades (BENINI et al., 2003). A diferença de um sistema para outro é a consideração de impactos críticos de acordo com o país a ser implementado, tendo em vista que as práticas de projeto e construção são distintas, influenciadas pelas características climáticas e culturais de cada local.

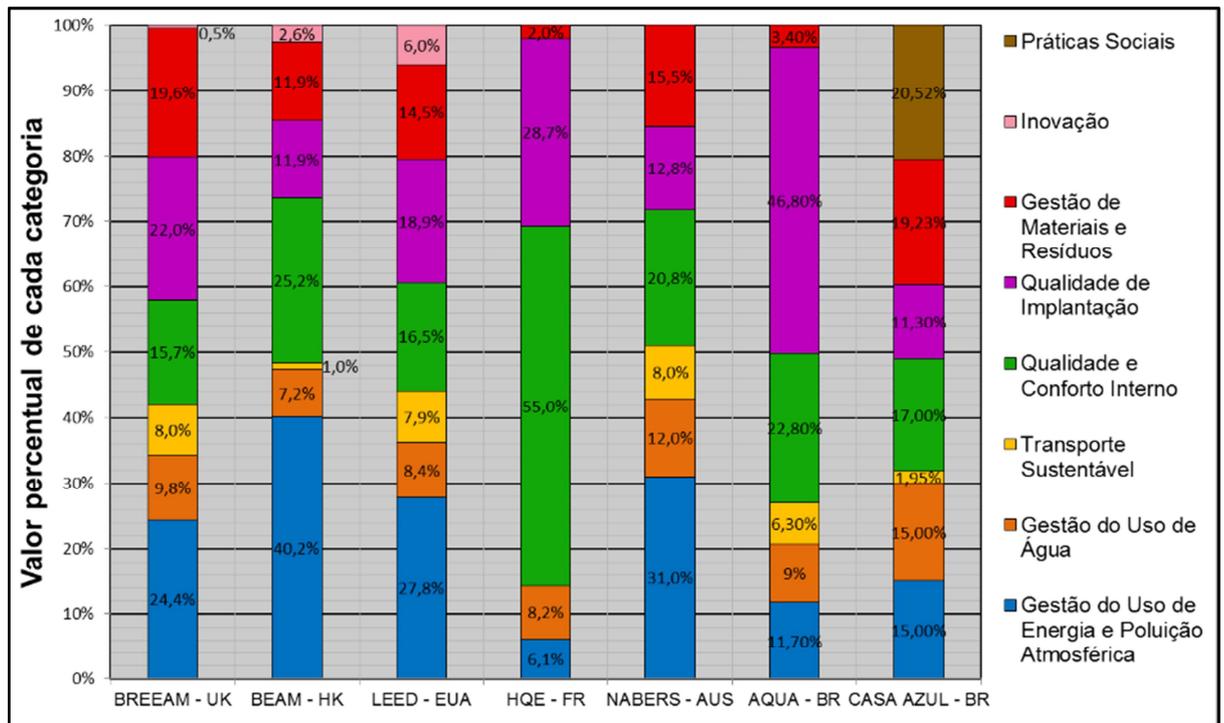
Conforme Silva et al. (2003), os pontos metodológicos-chave de um sistema de avaliação de edifícios podem ser estruturados em torno de três questões centrais:

- O que avaliar? Definição de estrutura e do conteúdo de avaliação.
- Como avaliar? Definição da natureza da avaliação (prescritiva x desempenho); seleção dos indicadores destas medidas, definição de pesos a serem atribuídos a cada um deles e do formato de apresentação de resultados; e
- Quanto atingir? Definição de pontuação mínima, escala de pontuação (referências e metas) e de classes de desempenho.

Os principais sistemas de avaliação internacional atualmente são: Beam (China), BREEAM (Reino Unido), CASBEE (Japão), Démarche HQE (França), Energy Star (Estados Unidos), Green Mark Scheme (Singapura), Green Star SA (Austrália), LEED (Estados Unidos), MSDG (Estados Unidos) e NABERS (Austrália). No Brasil, o interesse na avaliação ambiental de edificações é relativamente recente, e, atualmente, os principais selos nacionais são: AQUA, Programa Procel Edifica e Selo Casa Azul, da Caixa Econômica Federal.

Dentre os selos citados acima, em uma Figura adaptada de Silva et al. (2003) foram representadas as estruturas dos 5 principais selos internacionais (BREEAM, BEAM, LEED, HQE e NABERS), os quais dividem-se em relação ao nível de detalhamento das categorias, com diferentes pesos e relevâncias. Em comparação aos selos brasileiros, essa Figura (Figura 6, mais adiante) contempla os selos AQUA e Casa Azul. Observa-se que, para

o selo da Casa Azul, foi necessário criar uma nova categoria que não vinha sendo utilizada nos selos internacionais: “práticas sociais”.



**Figura 6 – Distribuição de créditos ambientais**

Fonte: adaptado de Silva et al. (2003).

A partir da Figura 6, é possível visualizar as diferenças de pesos entre as categorias em cada sistema de certificação, justificadas pelas diferentes necessidades em cada país. Também fica visível a inclusão do aspecto social do sistema brasileiro, importante tema a ser trabalhado no país.

O primeiro sistema brasileiro de certificação ambiental de edifícios (oriundo do sistema francês Démarche HQE), consiste no Selo AQUA (Alta Qualidade Ambiental), concedido pela Fundação Vanzolini e instituído em 2007. É fundamentado em quatorze metas de desempenho, classificadas em quatro áreas vinculadas ao eco construção, eco gestão, conforto e saúde. O selo oferece três níveis de certificação, entre eles: bom, superior e excelente. A certificação pode ser atribuída a edifícios, conforme as condições de segurança, habitabilidade e qualidade ambiental que eles oferecem (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2008). O dado disponível mais recente aponta que existem 148 edificações com a certificação AQUA (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2015).

O Selo Casa Azul da Caixa Econômica Federal (CEF) é uma certificação desenvolvida para a realidade brasileira em seus vários aspectos regionais. Relativamente nova, ainda há poucos estudos de análise dessa metodologia. O selo Casa Azul pode ser concedido aos empreendimentos cujos proponentes sejam Construtoras, o Poder Público, empresas públicas de habitação, cooperativas, associações e entidades representativas dos movimentos sociais, quando da submissão dos projetos à análise por grupo técnico da CEF visando ao enquadramento nos programas habitacionais, ou seja, antes da finalização do processo de contratação. A certificação é dividida em níveis: bronze, quando atendidos os critérios obrigatórios, e os níveis prata e ouro, quando contempladas respectivamente seis e doze ações de livre escolha, além daquelas obrigatórias. Lançado em 2010, essa modalidade de Selo teve a primeira certificação em 2011. Até o início de 2015, o selo Casa Azul já foi concedido a oito empreendimentos. (CAIXA, 2015).

Outro sistema de certificação brasileiro consiste no Programa Procel Edifica, também instituído em 2010. Ele se diferencia dos demais sistemas por não se constituir em um método de auxílio ao projeto, mas, sim, em uma proposta de certificação de edificações que demonstrem eficiência energética. O Procel promove o uso racional da energia elétrica em edificações desde sua fundação, sendo que, com a criação do Procel Edifica, as ações foram ampliadas e organizadas com o objetivo de incentivar a conservação e o uso eficiente dos recursos naturais (água, luz, ventilação etc.) nas edificações, reduzindo os desperdícios e os impactos sobre o meio ambiente. Até o início de 2015, dentre as tipologias residencial (unifamiliares e multi-familiares) e áreas comuns, 2.113 edificações foram certificadas na fase de projeto e 7 após a inspeção (PROCEL, 2015).

Entre as certificações internacionais, a norte-americana LEED (*Leadership in Energy & Environmental Design*) consiste na primeira adotada por empresas brasileiras e é o sistema de certificação em foco no presente estudo.

O sistema LEED foi concebido por uma instituição sem fins lucrativos, denominada USGBC (*United States Green Building Council*), em processo de adaptação ao país através da instituição do GBCB (*Green Building Council Brasil*). Para obter essa certificação, o empreendimento deve atender aos pré-requisitos mínimos e obter uma pontuação mínima junto aos créditos. Em termos de pontuação, o empreendimento é classificado através do nível de conformidade obtido, podendo ser: simplesmente certificado, prata, ouro ou platina. O sistema aplica-se também a oito modalidades de certificações LEED, que podem ser atribuídas a tipologias como: novas construções, edificações existentes,

comércio, interiores comerciais, núcleo e envoltória, escolas, urbanização e assistência médica. No país há 203 empreendimentos certificados pelo sistema LEED, 7 destes localizados no Rio Grande do Sul. (GBC, 2015).

As diferenças geográficas, sociais, econômicas e ambientais entre os países dificultam a implementação de sistemas internacionais de avaliação ambiental e requerem atenção e, em alguns casos, adaptações. Neste contexto, dentre as principais críticas à implantação do sistema de certificação LEED, a principal refere-se à aplicação de normas americanas como parâmetros de desempenho, que por vezes não correspondem à realidade brasileira, já que uma avaliação tecnicamente consistente deve refletir as prioridades do país (STUERMER et al., 2010).

Além das práticas construtivas e de projeto serem diferentes de país para país, a receptividade do mercado à introdução de métodos é um fator relevante a ser levado em consideração (SILVA et al., 2003). Para garantir o sucesso de uma implementação de selo ambiental internacional, os autores reforçam que é necessária a educação dos usuários e dos projetistas, em prol da evolução da qualidade na especificação de projeto e para a apresentação de um plano de manutenção e um manual do usuário.

Segundo Piccoli (2009), a fase de projeto demonstra ser a mais importante para garantir um prédio ambientalmente mais eficiente. Para isso, a introdução de especificações de projeto mais detalhadas, bem como a execução de memoriais descritivos bem elaborados, acaba exigindo mais dedicação de profissionais envolvidos nos projetos, em relação a empreendimentos sem diretrizes sustentáveis. Por exemplo, para Maciel et al. (2007), a maior parte do consumo de energia (aquecimento, resfriamento e iluminação) ocorre devido a aspectos arquitetônicos e à utilização do espaço, onde a integração ambiental de um projeto pode gerar estratégias passivas com bom potencial na redução de energia.

### **2.3 RESULTADOS DURANTE A PÓS-OCUPAÇÃO EM UM PRÉDIO CERTIFICADO**

Os benefícios típicos de um prédio certificado compreendem a economia no custo operacional e o aumento de produtividade através da satisfação do funcionário (KATS ET AL. 2003 APUD LEE; GUERIN, 2010). Além disso, no intuito de monitorar a real eficácia dos prédios certificados, os relatórios de pós-ocupação dos usuários devem ser conduzidos e publicados com o objetivo de diagnosticar eventuais problemas operacionais (NEWSHAM ET AL., 2009).

No entanto, Way e Bordass (2005) explicam que, muitas vezes, clientes e usuários de um prédio certificado acabam sendo abandonados pela equipe de projeto após a finalização das pendências pós-obra, sendo que, na verdade, é exatamente nesse momento que os clientes e usuários necessitam de suporte técnico e orientação por parte de projetistas e executores. O retorno de conhecimento prático de clientes e usuários na pós-ocupação destes prédios deve ser considerado em todas as fases do ciclo de vida de um prédio, como uma espécie de transferência de valiosas informações obtidas no dia a dia, a fim de contribuir para a experiência dos projetistas, com o objetivo de que novos erros de projeto não ocorram novamente.

Leaman et al. (2010) definem que as perguntas que norteiam a real eficácia e satisfação do funcionário em estudos de avaliação da pós-ocupação de um “prédio verde” são: “Como as necessidades dos ocupantes são atingidas? ”; “Qual a performance ambiental, normalmente focada na eficiência energética e de água? ”; “O prédio faz sentido econômico, gerando retorno de investimento? ”. Contudo, os autores fornecem evidências de que dificilmente algum prédio contemporâneo atingirá os três requisitos apresentados, e que, de fato, muitos prédios têm um desempenho muito carente em relação ao previsto em projeto. Conseqüentemente, prédios com baixo desempenho em relação ao previsto, acabam não publicando seus dados de consumo e, como resultado disso, projetistas não aprendem com os erros passados.

Diante desse fato, muito se fala sobre “prédios verdes”, porém pouco se conhece sobre os resultados de desempenho de uma edificação com diretrizes sustentáveis, especialmente no Brasil, onde o interesse na avaliação ambiental de edificações é relativamente recente. Ademais, ainda existem poucos prédios de fato certificados. Vale ressaltar que os estudos na fase de pós-ocupação levados em consideração na pesquisa desta Dissertação, foram realizados em países estrangeiros, e que, no Brasil, não foi encontrado nenhum registro de dados de consumo da fase de pós-ocupação para comparar com o presente estudo.

Scofield (2009) concluiu que, de modo geral, prédios comerciais certificados pelo LEED não apresentam redução de energia significativa, em comparação a prédios não certificados. Ele também conclui que a certificação LEED, em média, não reduz o consumo de energia nem a liberação de gases de efeito estufa na fase de operação do prédio.

Newsham et al., (2009) conduziram uma análise de performance de energia de 100 prédios certificados pelo LEED, e concluíram que, em média, os edifícios usaram de 28-

35% a mais de energia em comparação a prédios não certificados. As justificativas encontradas para este elevado consumo foram: as horas permanecidas por ocupantes foi maior que prevista em projeto; o prédio construído difere do projeto original; as tecnologias experimentais não possuem desempenho conforme o prometido; as cargas elétricas são diferentes das assumidas em projeto.

Diamond et al. (2011) analisaram as contas utilitárias de 21 prédios certificados pelo LEED, simulando os parâmetros do sistema de certificação, em contraponto aos consumos medidos. Concluíram que 18 prédios ficaram apenas 1% abaixo do previsto pelo projeto, ao invés de 27% prometidos pelo projeto.

Em contrapartida, Turner et al. (2008) afirmam que os prédios com certificação LEED, em geral, poupam de 25-30% de energia. Os autores citam ressalvas de que, prédios com características de laboratório utilizam em média duas vezes mais energia do que o previsto em seus parâmetros de projeto. Segundo os autores, prédios que demandam maior uso de energia, aparentemente, não são bem compreendidos por projetistas, e consequentemente o LEED acaba não abordando esses projetos de forma eficaz. Torcellini et al. (2004) avaliaram o desempenho energético de 6 prédios certificados LEED, em que todos tiveram performance energética melhor do que o previsto. Os autores relataram que, em alguns casos, o controle principal de automação predial não compreende todos os sistemas operacionais, os quais, na verdade, deveriam funcionar em conjunto, vindo a prejudicar a eficiência do prédio como um todo. Também comentam que, as verificações de funcionamento do sistema por parte do comissionamento, consideram o desempenho apenas dos próprios sistemas instalados, mas não aborda o desempenho ideal de todo o edifício, uma vez que se encontra em funcionamento.

Tendo em vista que obter um bom resultado de desempenho ao longo da pós-ocupação tem sido uma tarefa difícil e de resultados divergentes, a ASHRAE (*American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers*), desde 2010, vem atuando em alguns estudos de melhoria de desempenho de prédios comerciais, através da criação de protocolos a serem seguidos no intuito de manter os níveis de economia e satisfação do prédio. O “Protocolo de medição de performance de prédios comerciais: Guia de boas práticas”, contém três níveis para melhorias de desempenho: (1) avaliação básica; (2) diagnóstico de medição e (3) análise avançada. Este protocolo contempla tópicos de energia, água, conforto térmico, qualidade do ar interno, iluminação e acústica. (HUNN; BOCHAT, 2015). Entende-se que o presente estudo conseguiu atingir o primeiro nível estabelecido no

protocolo. Dessa maneira, as informações aqui expostas podem servir de base para a continuidade de estudos referentes aos próximos dois níveis definidos pelo Protocolo.

Em estudos conduzidos por Lee e Kim (2008), em relação à avaliação do usuário sobre o interior de prédios com e sem certificação LEED, foi constatado que os usuários de prédio com certificação estavam mais satisfeitos com itens como: mobiliário de escritório, qualidade interna do ar, limpeza e manutenção. Porém, estavam menos satisfeitos com o layout do escritório, iluminação e qualidade acústica, em relação a edifícios sem certificação LEED.

Neste contexto, Bordass e Leaman (2007) explicam que, mesmo em prédios que apresentam resultados positivos no índice de satisfação dos usuários, sempre haverá um percentual de 5-10% de ocupantes que estará desconfortável ou insatisfeito com algo. Já em outros prédios, este valor pode ser de 70-80% (podendo ser de 100% em alguns casos) de usuários insatisfeitos. De acordo com os autores, os fatores levados em consideração na pesquisa de satisfação do usuário de um “prédio verde” são: conforto como um todo, temperatura e ventilação no verão e no inverno, iluminação adequada e controle de ruídos.

Sabendo da importância de se melhorar o desempenho energético através de pesquisa com os usuários, Bordass e Leaman (2005) trabalharam na realização de uma série de artigos sobre o cumprimento de uma rotina de avaliação de *feedback* e pós-ocupação. O primeiro artigo trata de um guia com técnicas de *feedback*, o segundo trata do envolvimento das equipes de projeto e construção na melhora do desempenho energético e o último trata de estudos de caso no uso do guia com as técnicas de *feedback*. Os autores acreditam que o sistema de *feedback* não deve ser imposto às empresas e usuários, mas sim, ser útil para aqueles que realmente trabalham em projetos e desejam melhorar o desempenho de seus prédios e obter inovação, progresso e conhecimento (BORDASS; LEAMAN, 2005a, 2005b, 2005c).

Dentro deste contexto de prédios que não apresentam desempenho energético satisfatórios, e de dados tão divergentes na pós-ocupação dos prédios recentemente analisados, surge uma nova problemática para que usuários, projetistas e empresas estejam alinhados na busca de melhor desempenho operacional dos prédios. Bordass et al. (2013) criaram o novo conceito de profissionalismo, que visa orientar as partes envolvidas na obtenção de resultados de pós-ocupação mais consistentes e precisos. Os elementos que compõem o novo profissionalismo são:

1. Ser um administrador da comunidade, dos seus recursos e do planeta. Ter uma visão ampla.
2. Fazer a coisa certa, além de sua obrigação com quem está lhe pagando.
3. Desenvolver relações de confiança, com a colaboração aberta e honesta.
4. Fazer vínculos entre projeto, implementação e pós-ocupação. Concentrar-se nos resultados.
5. Não abandonar a obra. Fornecer assessoria técnica e manutenção.
6. Avaliar e refletir sobre o desempenho performance em uso de seu trabalho. Fazer o direcionamento dos *feedbacks*.
7. Aprender a partir de suas ações e admitir seus erros. Partilhar o seu conhecimento abertamente.
8. Reunir a prática, a indústria, a educação, a pesquisa e a política.
9. Desafiar os pressupostos e padrões. Ser honesto sobre o que não sabe.
10. Compreender os contextos e restrições. Criar valor duradouro. Manter as opções abertas para o futuro.

A partir da incorporação destes elementos que compõem o novo profissionalismo e da maior divulgação de resultados de pós-ocupação de edifícios certificados ambientalmente a partir do conhecimento obtido no dia a dia de operação destes edifícios, entende-se que projetistas e construtores terão maiores informações do consumo real na pós ocupação de “prédios verdes”, e com isso serão capazes de desenvolver melhores soluções com eficiência em desempenho além de proporcionar ainda mais conforto e segurança aos seus usuários.

### **3 MÉTODO DE PESQUISA**

Neste capítulo, é descrito o método de pesquisa utilizado neste trabalho. Segundo Yin (2001), é necessário avaliar que tipo de questão o trabalho visa responder para, então, configurar a estratégia de pesquisa a ser seguida.

De acordo com Easterby-Smith et al. (1997), a escolha pela estratégia de pesquisa pode ser influenciada por diferentes aspectos que podem ser vinculados tanto ao pesquisador quanto ao tema de pesquisa em si. Dentre esses fatores, podem ser citados a identificação do pesquisador com uma ou mais estratégias; sua motivação pessoal para o desenvolvimento do trabalho e as características do contexto e do problema de pesquisa.

#### **3.1 ESTRATÉGIA DE PESQUISA E OBJETO DE ESTUDO**

Para responder às questões centrais de pesquisa “Quais são os resultados de critérios pontuados durante a pós-ocupação em um prédio com certificação ambiental? Qual é a relação do usuário com o prédio certificado: sua percepção em relação à certificação ambiental e o papel exercido no desempenho da edificação?” foi utilizado o estudo de caso como estratégia de pesquisa.

Segundo Gil (2002), a estratégia do estudo de caso pode ter diferentes objetivos: explorar situações da vida real cujos limites não estão claramente definidos; preservar o caráter unitário do objeto estudado; descrever a situação do contexto em que está sendo feita determinada investigação; formular hipóteses ou desenvolver teorias e explicar as variáveis causais de determinado fenômeno em situações muito complexas que não possibilitam a utilização de levantamentos e experimentos. O estudo realizado na pesquisa abrange um pouco de cada objetivo citado anteriormente, mas pode ser considerado, principalmente, um estudo de caráter unitário, visto que foi conduzido visando ao conhecimento de pós-ocupação do primeiro prédio certificado pelo LEED na região.

O objeto de estudo do trabalho consiste em um prédio comercial do ramo de TI, localizado no Rio Grande do Sul, implantado num terreno de 23.014,39 metros quadrados. A área total do edifício é de aproximadamente 11.250 metros quadrados e sua construção foi iniciada em 2007 e está ocupado desde 2009. No trabalho, ele é denominado por “Prédio A”. A seguir, são apresentadas fotografias das fachadas e corte esquemático.



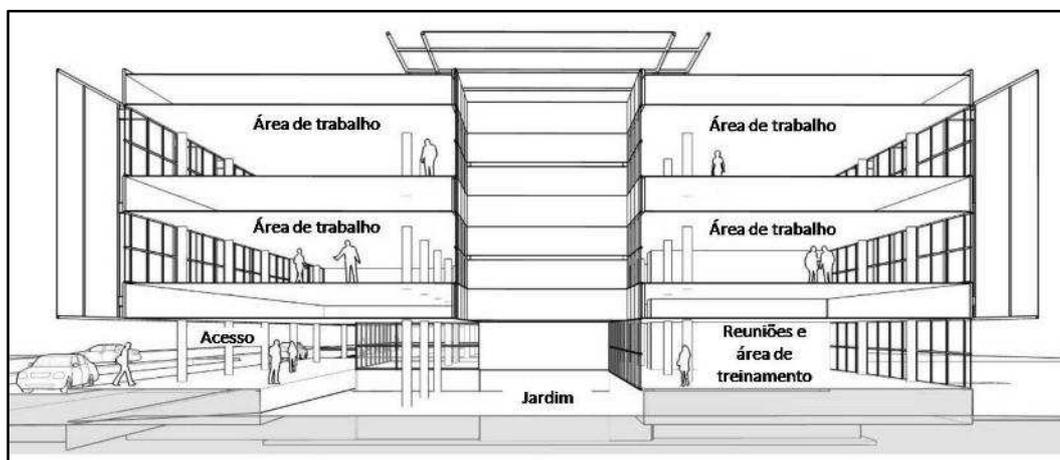
**Figura 7 – Fachada sul - “Prédio A”**

Fonte: Imagem cedida pela empresa (2011).



**Figura 8 – Fachada interna entre blocos - “Prédio A”**

Fonte: Imagem cedida pela empresa (2011).



**Figura 9 – Corte esquemático - “Prédio A”**

Fonte: Imagem cedida pela empresa (2011).

O “Prédio A” possui certificado ambiental pelo sistema norte-americano LEED-NC (novas construções), versão 2.2, nível ouro. Dos 65 pré-requisitos e créditos disponíveis para LEED-NC, 45 foram obtidos e apontados nas Tabelas a seguir (Tabelas 1, 2, 3, 4, 5 e 6). A explicação de cada crédito e as soluções de projeto adotadas no prédio em estudo estão descritas no apêndice B (página 104).

**Tabela 1 – Pré-requisitos e créditos atingidos na categoria “Local Sustentável”.**

| Pré-requisitos e créditos para avaliação LEED   |
|---|
| Pré-requisito 1: Prevenção de poluição das atividades de construção                   |
| Crédito 1: Escolha do local   |
| Crédito 2: Densidade de desenvolvimento & conectividade com a comunidade              |
| Crédito 4.2: Transportes alternativos: bicicletário e vestiário                       |
| Crédito 4.3: Transportes alternativos: combustível não poluente                       |
| Crédito 4.4: Transportes alternativos: capacidade do estacionamento                   |
| Crédito 5.1: Desenvolvimento do local: proteção ou restauro de habitat                |
| Crédito 5.2: Desenvolvimento do local: maximização de espaço aberto                   |
| Crédito 7.1: Efeito ilha de calor, exceto telhado (estacionamento, calçadas, vias...) |
| Crédito 7.2: Efeito ilha de calor, telhado  |

Fonte: Elaborada pela autora.

**Tabela 2 – Pré-requisitos e créditos atingidos na categoria “Eficiência da Água”.**

| Pré-requisitos e créditos para avaliação LEED   |
|---|
| Crédito 1.1: Uso eficiente de água no paisagismo, reduzir em 50%                                  |
| Crédito 1.2: Uso eficiente de água no paisagismo, não utilização de água potável ou sem irrigação |
| Crédito 2: Tecnologias inovadoras para águas residuais  |
| Crédito 3.1: Redução do uso de água: 20% de redução   |
| Crédito 3.2: Redução do uso de água: 30% de redução   |

Fonte: Elaborada pela autora.

**Tabela 3 – Pré-requisitos e créditos atingidos na categoria “Energia e Atmosfera”.**

| Pré-requisitos e créditos para avaliação LEED                                 |
|---|
| Pré-requisito 1: Comissionamento fundamental dos sistemas prediais de energia |
| Pré-requisito 2: Desempenho energético mínimo                                 |
| Pré-requisito 3: Gestão de refrigerantes                                      |
| Crédito 1: Otimização de desempenho energético                                |
| Crédito 3: Comissionamento adicional  |
| Crédito 4: Gestão adicional de refrigerantes                                  |
| Crédito 5: Mensuração e Verificação   |

Fonte: Elaborado pela autora.

**Tabela 4 – Pré-requisitos e créditos atingidos na categoria “Materiais e Recursos”.**

| Pré-requisitos e créditos para avaliação LEED   |
|---|
| Pré-requisito 1: Armazenamento e coleta de resíduos                                     |
| Crédito 2.1: Gestão de resíduos de construção, evitar aterro de 50% dos RCD             |
| Crédito 2.2: Gestão de resíduos de construção, evitar aterro de 75% dos RCD             |
| Crédito 4.1: Teor reciclado, 10% (pós-consumo +1/2 pós-industrial)                      |
| Crédito 4.2: Teor reciclado, 20% (pós-consumo +1/2 pós-industrial)                      |
| Crédito 5.1: Materiais regionais, 10% extraído, processado e manufaturado regionalmente |
| Crédito 5.2: Materiais regionais, 20% extraído, processado e manufaturado regionalmente |
| Crédito 7: Madeira certificada  |

Fonte: Elaborada pela autora.

**Tabela 5 – Pré-requisitos e créditos atingidos na categoria “Qualidade do Ambiente Interno”.**

| Pré-requisitos e créditos para avaliação LEED                                      |
|--|
| Pré-requisito 1: Desempenho mínimo de controle do ar interno                       |
| Pré-requisito 2: Controle de fumaça de cigarro                                     |
| Crédito 2: Aumento de ventilação   |
| Crédito 3.1: Plano de Gestão de qualidade do ar interno (IAQ) durante a construção |
| Crédito 4.1: Materiais de baixa emissão de VOC: adesivos e selantes                |
| Crédito 4.2: Materiais de baixa emissão de VOC: tintas e vernizes                  |
| Crédito 4.3: Materiais de baixa emissão de VOC: sistemas de carpetes               |
| Crédito 6.1: Controlabilidade dos sistemas de iluminação                           |

Crédito 6.2: Controlabilidade dos sistemas de conforto térmico

---

Crédito 7.1: Conforto térmico: projeto

---

Crédito 7.2: Conforto térmico: monitoramento

---

Crédito 8.1: Iluminação natural e vistas para o exterior, Luz natural em 75% dos espaços

---

Crédito 8.2: Iluminação natural e vistas para o exterior, vistas para 90% dos espaços

---

Fonte: Elaborada pela autora.

**Tabela 6 – Pré-requisitos e créditos atingidos na categoria “Inovação e Processo de Projeto”.**

Pré-requisitos e créditos para avaliação LEED

---

Crédito 1.1, 1.2 e 1.4: Inovação no projeto

---

Crédito 2: Profissional credenciado LEED

---

Fonte: Elaborada pela autora.

Como características específicas de sustentabilidade adotadas neste edifício, podem ser destacados os itens a seguir:

- Uso de vidros que atenuam o excesso de luminosidade e reduzem o máximo de ganho de calor no interior do ambiente;
- Uso de brise-soleil nas fachadas norte e sul e brise-soleil superior ao longo de toda a extensão do edifício; dispositivo arquitetônico utilizado para impedir a incidência direta de radiação solar no interior do edifício, a fim de evitar a entrada de calor excessivo;
- Uso de sensores de temperatura e CO<sub>2</sub> nas áreas de trabalhos e áreas comuns do prédio;
- Uso de sistema DALI (*Digital Addressable Lighting Interface*) na iluminação, que assegura a intercambialidade e a interoperabilidade de dispositivos “dimmerizáveis” utilizados no prédio, atuando como um atenuador automático de iluminação de acordo com a incidência de iluminação natural, com objetivo de manter 500 lux na base de trabalho de acordo com a norma brasileira de iluminação;
- Uso de lâmpadas LED (*Light Emitter Diode*) em todas as áreas de circulação e atividades de baixo uso de iluminância.

- Uso de papel higiênico hidrossolúvel para que possa ser descartado na rede de esgoto das bacias sanitárias, sendo encaminhado para a estação de tratamento de esgoto;
- Uso de dispositivos de redução de vazão de água nos banheiros, copas e vestiários;
- Uso da água da estação de tratamento de esgoto para o sistema de descarga e a irrigação do jardim;
- Uso de pedrisco de calcário na laje de cobertura do prédio, para garantir os níveis de refletância da radiação solar;
- Paisagismo com uso de plantas nativas e de baixa necessidade hídrica;
- Calçadas e vias construídas com pedra basalto, para garantir os níveis de refletância da radiação solar;
- Projeto de espelho d'água entre os blocos do edifício, com intuito de umidificar o ar entre os blocos;
- Além de amplas janelas nas fachadas, foi projetada uma abertura zenital acima da escadaria do prédio, para promover melhor uso de iluminação natural na área de convívio, assim como destacar a escada como elemento principal desta área, incentivando o uso da escada ao invés do elevador e promovendo o bem-estar do usuário;
- Fornecimento de bicicletas para serem usadas dentro de campus da universidade.

### **3.2 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA**

A primeira atividade de pesquisa realizada buscou responder o primeiro objetivo específico do trabalho “identificar os requisitos atendidos pela certificação que impactam na fase de pós-ocupação e que podem ser medidos. Consistiu numa análise dos créditos pontuados para a certificação do prédio estudado em termos de possibilidade de medição de resultados durante a fase de pós-ocupação, tendo em vista o acesso a dados e informações disponíveis, e/ou nos quais há influência do usuário.

A Tabela 7 apresenta resumidamente os créditos pontuados analisados cujos resultados são possíveis de serem medidos na fase de pós-ocupação, e/ou sobre os quais o usuário tem influência. No apêndice C (página 113) são apresentadas as Tabelas contendo a

análise de todos os pré-requisitos pontuados, acrescentando-se a solução de projeto adotada para cada.

**Tabela 7 – Pré-requisitos e créditos medidos na pós-ocupação.**

| Categoria                     | Pré requisitos e créditos   | É possível medir resultados na fase de pós-ocupação? (S/N) | O usuário tem influência? (S/N) |
|-------------------------------|---|--|---------------------------------|
| Local Sustentável             | Crédito 4.2: Transportes alternativos: bicicletário e vestiário                                   | <b>S - qualitativamente</b>                                | <b>S</b>                        |
|                               | Crédito 4.3: Transportes alternativos: combustível não poluente                                   | <b>S - qualitativamente</b>                                | <b>S</b>                        |
|                               | Crédito 4.4: Transportes alternativos: capacidade do estacionamento                               | <b>S - qualitativamente</b>                                | <b>S</b>                        |
| Eficiência da Água            | Crédito 1.1: Uso eficiente de água no paisagismo, reduzir em 50%                                  | <b>S - quantitativamente</b>                               | <b>N</b>                        |
|                               | Crédito 1.2: Uso eficiente de água no paisagismo, não utilização de água potável ou sem irrigação | <b>S - quantitativamente</b>                               | <b>N</b>                        |
|                               | Crédito 2: Tecnologias inovadoras para águas residuais  | <b>S - quantitativamente</b>                               | <b>N</b>                        |
|                               | Crédito 3.1: Redução do uso de água: 20% de redução   | <b>S - quantitativamente</b>                               | <b>S</b>                        |
|                               | Crédito 3.2: Redução do uso de água: 30% de redução   | <b>S - quantitativamente</b>                               | <b>S</b>                        |
| Energia e atmosfera           | Desempenho energético mínimo  | <b>S - quantitativamente</b>                               | <b>S</b>                        |
|                               | Otimização de desempenho energético   | <b>S - quantitativamente</b>                               | <b>S</b>                        |
| Materiais e recursos          | Pré-requisito 1: Armazenamento e coleta de resíduos   | <b>S - qualitativamente</b>                                | <b>S</b>                        |
|                               | Pré-requisito 1: Desempenho mínimo de controle do ar interno                                      | <b>S - qualitativamente</b>                                | <b>N</b>                        |
| Qualidade do Ambiente interno | Pré-requisito 2: Controle de fumaça de cigarro  | <b>S - qualitativamente</b>                                | <b>S</b>                        |
|                               | Crédito 2: Aumento de ventilação  | <b>S - qualitativamente</b>                                | <b>N</b>                        |
|                               | Crédito 6.1: Controlabilidade dos sistemas de iluminação  | <b>S - qualitativamente</b>                                | <b>S</b>                        |
|                               | Crédito 6.2: Controlabilidade dos sistemas de conforto térmico                                    | <b>S - qualitativamente</b>                                | <b>S</b>                        |
|                               | Crédito 7.2: Conforto térmico: monitoramento  | <b>S - qualitativamente</b>                                | <b>S</b>                        |
|                               | Crédito 8.1: Iluminação natural e vistas para o exterior, Luz natural em 75% dos espaços          | <b>S - qualitativamente</b>                                | <b>S</b>                        |
|                               | Crédito 8.2: Iluminação natural e vistas para o exterior, vistas para 90% dos espaços             | <b>S - qualitativamente</b>                                | <b>S</b>                        |

Fonte: Elaborada pela autora.

A partir dessa atividade, a pesquisa foi realizada em duas etapas, cujos pressupostos, questões secundárias, objetivos específicos, ferramentas de pesquisa, fontes de evidências e resultados esperados são apresentados na Figura 10.

Observa-se que a maioria dos créditos podem ser medidos de forma qualitativa, sendo apenas possível de medir, considerando informações e equipamentos disponíveis, resultados referentes aos créditos de consumos de água e energia.



### 3.3 ETAPA 1: MEDIÇÕES DE CONSUMOS DE ÁGUA E ENERGIA

A etapa 1 consiste na análise dos consumos de água e energia do prédio certificado (“Prédio A”) e parte do pressuposto de que as estratégias adotadas no projeto, que concederam pontos na certificação ambiental, resultam em menores consumos e outros ganhos ambientais na pós-ocupação. As questões de pesquisa que norteiam esta etapa são: “Como é o consumo de água e energia durante a fase de pós-ocupação?” e “As soluções de projeto resultam em menores consumos durante a fase de pós-ocupação?”.

A partir da identificação dos pré-requisitos e créditos do sistema de certificação de todas as categorias envolvidas que concederam a pontuação para o selo de certificação ambiental, foram identificadas as soluções indicadas no projeto, e assim analisadas quais destas impactam na pós-ocupação, cuja análise está sintetizada nas Tabelas C1 à C6, do apêndice C. Estas informações foram pesquisadas nos projetos e documentação enviada ao órgão certificador.

Como ferramentas de pesquisa e fontes de evidência foram utilizados dados dos *softwares* de automação prediais já em uso no “Prédio A”, que realizam o controle de consumo de água, energia elétrica, gás, sistema de ar condicionado etc. Paralelamente, foram analisadas as medições diárias de hidrômetros e as contas de água e energia desde o momento em que o “Prédio A” foi ocupado (Junho de 2009). A percepção dos usuários também foi medida e analisada através de questionário *on-line*, que pode ser encontrada no apêndice D (página 123).

Na categoria “Eficiência da Água” foram investigados os seguintes créditos:

- Crédito 1.1: Uso eficiente de água no paisagismo, reduzir em 50%;
- Crédito 1.2: Uso eficiente de água no paisagismo, não utilização de água potável ou sem irrigação;
- Crédito 2: Tecnologias inovadoras para águas residuais;
- Crédito 3.1: Redução do uso de água: 20% de redução;
- Crédito 3.2: Redução do uso de água: 30% de redução.

Na categoria “Energia e Atmosfera”, foram investigados os seguintes pré-requisitos e créditos:

- Pré-requisito 2: Desempenho energético mínimo;
- Crédito 1: Otimização de desempenho energético.

Para a análise do consumo de água e energia do prédio durante seus cinco anos de ocupação foram buscadas informações provenientes da medição do consumo de água potável nos hidrômetros localizados junto aos reservatórios de água de reuso e a partir do controle de medições realizado pela equipe de manutenção predial. Neste contexto, informações do sistema de automação também foram utilizadas para análise do consumo de água e energia neste período, assim como as contas de água e energia.

Como parâmetros de comparação ao consumo medido foram utilizados o consumo mínimo estabelecido pelo sistema de certificação LEED e o consumo previsto na etapa de projeto.

Como mencionado anteriormente, o prédio encontrava-se em uso há cinco anos, mas sem medidores individualizados instalados desde o início da ocupação do edifício. Por isso, algumas medições começaram a ser feitas meses depois da ocupação.

### **3.4 ETAPA 2: INVESTIGAÇÃO DO PAPEL DO USUÁRIO E SUA PERCEPÇÃO QUANTO AO PRÉDIO**

A segunda etapa da pesquisa consiste na investigação do papel do usuário na comparação entre um prédio certificado e um sem certificação, uma vez que, em função da preocupação ambiental, os usuários de um prédio certificado têm participação nos ganhos ambientais buscados.

As questões de pesquisa que norteiam a realização desta etapa visam entender qual é a relação do usuário com o prédio certificado: sua percepção em relação à certificação ambiental e o papel exercido no desempenho da edificação?

A partir da identificação dos pré-requisitos e créditos do sistema de certificação de todas as categorias envolvidas, foram identificados papéis específicos a usuários de prédios certificados e também as soluções de projeto em virtude da certificação que são percebidas por eles, cuja análise também está sintetizada nas Tabelas C1 à C6, vistas no apêndice C.

Como ferramentas e fonte de evidências, foram realizadas entrevistas anônimas e observações comportamentais por parte da pesquisadora - que também atuou como arquiteta no prédio em estudo -, com o propósito de identificar o papel dos usuários em um prédio comercial certificado. Além disso, buscou-se analisar quais soluções de projeto propostas pelo sistema de certificação em um prédio interferiram diretamente no comportamento e na qualidade de produtividade deste usuário.

### 3.4.1 Objeto de comparação

Nesta etapa, a pesquisa utilizou como base de comparação outro prédio comercial, sem certificação ambiental, denominado “Prédio B”.

A partir da necessidade física em suprir o crescimento populacional enquanto o “Prédio A” estava sendo ampliado, a empresa buscou a locação de dois pavimentos (447 metros quadrados cada) de um prédio comercial vizinho. Esse cenário permitiu que os usuários que ocuparam os dois prédios fossem entrevistados, o que é uma interessante condição para a análise da percepção dos usuários quanto aos dois prédios.

Além disso, a localização muito próxima de ambos os prédios também viabiliza a realização do trabalho pelas condições climáticas semelhantes. Na Figura 11, são mostrados os dois prédios analisados. Observa-se, destacado na cor amarela, a projeção do terreno do “Prédio A” e, na cor azul, a projeção do terreno do “Prédio B”.



**Figura 11 – Mapa de localização dos prédios “A” e “B”**

Fonte: Elaborado pela autora.

O “Prédio B” localiza-se muito próximo ao “Prédio A” e está implantado em um terreno de 3.250,00 metros quadrados. A área total do edifício é de aproximadamente 5.685,15 metros quadrados. Ao contrário do “Prédio A”, o “Prédio B” foi projetado e construído sem nenhuma diretriz sustentável, portanto, sem objetivo de obtenção de qualquer certificação ambiental e está ocupado desde abril de 2008. A seguir, são exibidas algumas fotografias e corte esquemático do “Prédio B” (Figuras 12, 13 e 14).



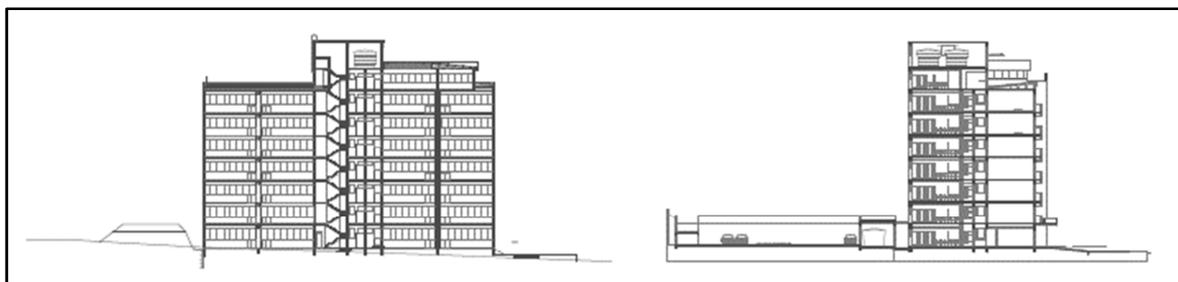
**Figura 12 – Fachada sul - “Prédio B”**

Fonte: Elaborada pela autora.



**Figura 13 – Fachada oeste - “Prédio B” (a fachada leste tem a mesma configuração de fenestração)**

Fonte: Elaborada pela autora.



**Figura 14 – Cortes esquemáticos- “Prédio B”**

Fonte: Elaborada pela autora.

É importante salientar que houve uma grande preocupação por parte da empresa para que os usuários que fossem movidos para o “Prédio B” sofressem o mínimo possível com a mudança de ambiente de trabalho. Com isso, o “Prédio B” foi estruturado com o

mesmo mobiliário, luminárias, persianas, pisos, mantimentos, etc. Os únicos itens que não puderam seguir com a mesma estrutura do “Prédio A” foram as características físicas do prédio sem certificação ambiental: janelas padronizadas de vidro comum sem brise-soleil, sem uso de dispositivos de redução de água, sem uso de automação predial, sem automação de controle de luz artificial, etc. O sistema de ar condicionado implementado foi o VRF (*Variable Refrigerante Flow*).

### **3.4.2 Pesquisa com usuários**

Nesta etapa da pesquisa foram feitos questionários com os usuários e também utilizou-se de observações comportamentais dentro do “Prédio A” e do “Prédio B”. O questionário foi direcionado aos usuários da parte de desenvolvimento e suporte da empresa, que são aqueles que permanecem por mais tempo nos locais analisados, por possuírem uma carga horária maior. Os funcionários da parte de RH (Recursos Humanos), TI (Tecnologia da Informação) e operações não participaram da pesquisa.

O envio dos questionários foi iniciado no dia 30 de junho de 2014, nas versões em português e inglês, pois a empresa possui funcionários de países estrangeiros. Nesta data, 490 funcionários receberam um convite para participar da pesquisa. Devido à condição imposta pela empresa, os funcionários precisariam aceitar esse convite, para, então, terem acesso à pesquisa.

Após o envio de dois lembretes aos funcionários que ainda não haviam respondido ao convite, 111 funcionários aceitaram participar da pesquisa, 3 se recusaram e os demais não se manifestaram. Ao todo, 80 funcionários responderam ao questionário no período de 30 de junho a 13 de julho de 2014.

O questionário foi organizado de modo a atender às respostas dos usuários que se encontravam nas seguintes condições:

- Funcionários que só trabalharam no “Prédio A”;
- Funcionários que trabalharam em ambos os prédios.

Também foi levada em consideração a participação dos usuários na campanha de conscientização com os funcionários a respeito dos recursos sustentáveis disponíveis no prédio e também das boas práticas a serem adotadas. A referida campanha ocorreu entre julho e setembro de 2010, em 5 sessões de 2 horas de duração. Nas sessões, foram abordados assuntos de sustentabilidade em geral e recursos que a empresa e o prédio disponibilizam, dimensões para as quais, pelo que se entende, o usuário deve contribuir, com a finalidade de

fazer o sistema em geral ter o melhor desempenho possível. Nesses encontros também foram apresentados maus exemplos de ações dentro da empresa, como forma de alerta para corrigir problemas recorrentes, como o entupimento do vaso sanitário, descarte inadequado de resíduos, consumo excessivo de papel etc.

A partir da identificação dos pré-requisitos e critérios que sofrem a influência do usuário (Tabelas C1 à C6, do apêndice C), foram realizadas as seguintes perguntas:

#### 3.4.2.1 Informações gerais do usuário

- Sexo;
- Idade;
- Você é brasileiro ou estrangeiro?
- Quantas horas por dia, em média, você passa neste prédio?
- Este é seu primeiro emprego?
- Você é estagiário, efetivo (CLT) ou terceiro?
- Há quantos anos você trabalha na empresa?
- Quais formas de transporte você utiliza para se deslocar até a empresa?
- Capacidade limitada no estacionamento te influencia a utilizar outras formas de transporte, que não o carro?
- Caso você utilize carro como meio de transporte, qual combustível você utiliza mais frequentemente?
- Você é fumante?
- Caso você sinta cheiro de cigarro enquanto estiver trabalhando, acredita que isso possa prejudicar em sua produtividade?
- Caso você seja fumante, o deslocamento até fumódromos mais distantes lhe incomoda?
- Você participou de alguma sessão da “*Awareness Campaign*”, que ocorreu entre julho e setembro de 2010?

#### 3.4.2.2 Informações dos usuários que trabalham no “Prédio A”

- Indique se seu ambiente de trabalho é próximo a uma janela ou a uma saída de ar condicionado;
- Avalie a ventilação do seu ambiente de trabalho de 1 a 5;
- Avalie a iluminação do seu ambiente de trabalho de 1 a 5;

- A iluminação natural e a vista para o exterior de 1 a 5;
- Você costuma abrir as janelas para aproveitar a ventilação natural?
- Qual meio você mais utiliza para se deslocar dentro do prédio?
- Selecione quais itens a seguir que influenciam na qualidade da sua produção de trabalho: Iluminação artificial; Iluminação natural; Conforto Térmico; Acesso à ventilação natural ou Nenhum destes itens interfere.
- Você utiliza o dispositivo de redução de água para descargas no banheiro?
- Você descarta lixo corretamente?
- Assinale os serviços a seguir, disponibilizados pela empresa, que você utiliza com frequência: Bicicletas, Vestiários, Válvula dupla de descarga, Armazenamento e coleta de lixo, Ônibus Coletivo, Estacionamento Interno/Externo, Sala de tele presença, Nenhum;
- Avalie seu ambiente de trabalho (mobiliário, iluminação, espaço, ruído, etc.) de 1 a 5;
- Qual sua percepção sobre trabalhar em um prédio com certificação ambiental?
- Você já trabalhou no “Prédio B” como funcionário desta empresa?

#### 3.4.2.3 Informações dos usuários que trabalharam no “Prédio B”

- Indique se seu ambiente de trabalho é próximo a uma janela ou a uma saída de ar condicionado;
- Avalie a ventilação do seu ambiente de trabalho de 1 a 5;
- Avalie a iluminação do seu ambiente de trabalho de 1 a 5;
- A iluminação natural e a vista para o exterior de 1 a 5;
- Você costuma abrir as janelas para aproveitar a ventilação natural?
- Qual meio você mais utiliza para se deslocar dentro do prédio?

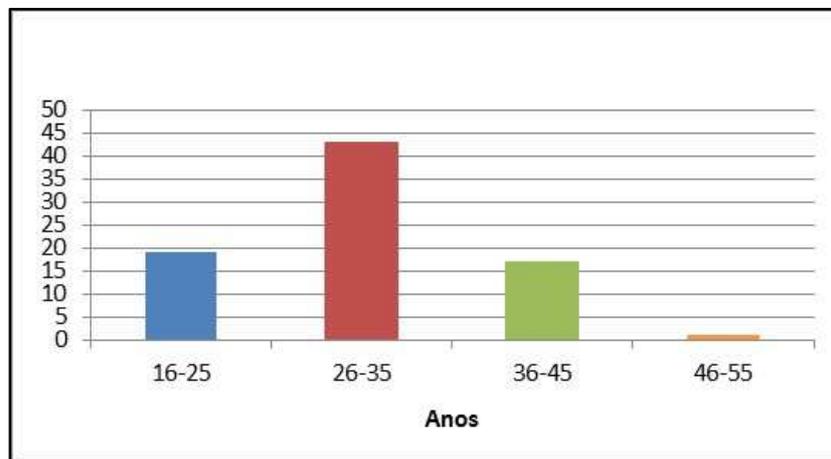
#### 3.4.2.4 Informações dos usuários que trabalharam no “Prédio A” e no “Prédio B”

- Em qual dos prédios você se sentiu mais confortável em relação à ventilação?
- Em qual dos prédios você se sentiu mais confortável em relação à iluminação?

- Em qual dos prédios, você se sentiu mais confortável em relação à transparência das janelas e ao contato visual com o exterior?
- Em qual dos prédios você abriu mais as janelas para garantir uma ventilação natural?
- Em qual dos prédios você utilizou mais a escada?
- Em qual dos prédios o ambiente de trabalho lhe pareceu mais confortável? Você acredita que a qualidade do seu trabalho pode aumentar trabalhando em um prédio com preocupações ambientais? (Redução do consumo de água, energia, aproveitamento de iluminação natural etc.);
- Você gostaria de acrescentar alguma informação ou comentar alguma questão?

### 3.4.3 Perfil dos entrevistados

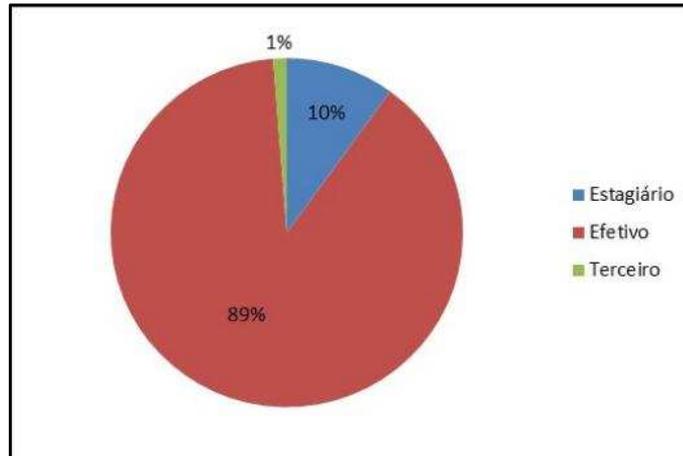
Dos 80 usuários que responderam à pesquisa, 65% são do sexo masculino e 100% são brasileiros. A pesquisa foi anônima, e a maioria dos entrevistados (43%) tem idade na faixa de 26 a 35 anos, 19% entre 16 a 25 anos, 17% entre 36 a 45 anos, e 1% entre 46 a 55 anos de idade (Figura 15).



**Figura 15 – Gráfico da idade dos usuários**

Fonte: Elaborado pela autora.

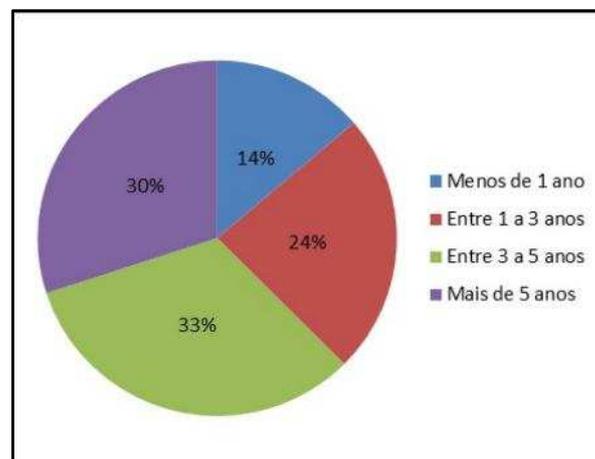
Do total de usuários que responderam ao questionário, 89% são efetivos, 10% são estagiários e 1% é terceiro (Figura 16).



**Figura 16 – Função exercida pelos usuários**

Fonte: Elaborado pela autora.

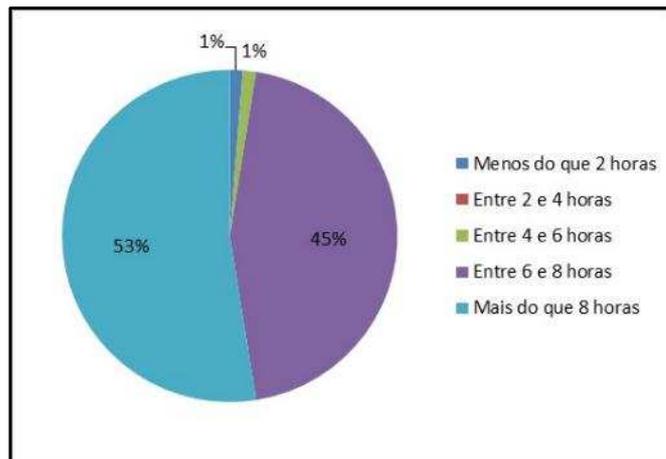
Dos respondentes, (33%) trabalha de 3 a 5 anos na empresa, 30% estão há mais de 5 anos, 24% trabalha entre 1 e 3 anos, e 14% trabalham há menos de um ano (Figura 17). Isto demonstra que a maioria dos entrevistados (63%) esteve vivenciando o “Prédio A” praticamente desde a sua inauguração, e podem contribuir com percepções ao longo da pós-ocupação do edifício.



**Figura 17 – Tempo de trabalho do usuário na empresa**

Fonte: Elaborado pela autora.

Quando questionados sobre a carga horária diária, a maioria dos respondentes (53%) declararam passar mais de 8 horas por dia no ambiente de trabalho e 45%, afirmam passar entre 6 a 8 horas (Figura 18). Nota-se que as atividades desempenhadas pelos funcionários de desenvolvimento e suporte (foco deste estudo) possuem uma carga horária mais extensa que o normal, reforçando a importância de um ambiente de trabalho seguro e saudável.



**Figura 18 – Carga horária do usuário na empresa**

Fonte: Elaborado pela autora.

Outro fator importante é que do total de entrevistados, 89% declararam já terem tido outras experiências de trabalho, enquanto 11% estão no seu primeiro emprego. Entende-se que aqueles que já trabalharam em mais empresas têm outras referências de prédios comerciais sem certificação ambiental, que podem vir a somar como experiência de ambiente de trabalho neste questionário.

## 4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados, analisados e discutidos os resultados das duas etapas de pesquisa. Os resultados estão divididos em quatro partes: consumo de água; consumo de energia; papel do usuário e percepção do usuário em relação ao prédio certificado.

Os consumos de água e energia ao longo dos cinco anos de ocupação do “Prédio A” são apresentados em termos de parâmetros de consumo estabelecidos pelo LEED, parâmetros de consumo previsto na fase de projeto do prédio (que serviram de base à certificação), e os consumos medidos durante a pós-ocupação do prédio.

O papel e a percepção dos usuários sobre o “Prédio A” e o período que habitaram o “Prédio B”, são apresentados em forma de gráficos a partir das respostas objetivas e comparativas obtidas no questionário *on-line*.

### 4.1 INFORMAÇÕES DE CONSUMOS DE ÁGUA DO PRÉDIO CERTIFICADO

O consumo de água foi analisado a partir da categoria “Eficiência da Água”, nos critérios de: Paisagismo; Água residual; Água de reuso e Água potável. Os parâmetros LEED, originalmente expressos em medidas americanas foram convertidos ao Sistema Internacional, considerando como medida do galão americano o equivalente a 3,785411 litros. Também foram considerados 260 dias no ano (dias úteis) e os dados de consumo mensal no mês mais quente do ano.

Vale lembrar que os parâmetros de consumo do sistema de certificação são determinados de forma genérica para edifícios dentro de cada tipologia da certificação, e levam em conta diferentes variáveis. Em cada *template* sobre os créditos das 6 categorias, pode-se encontrar até 4 opções de projeto dependendo do tópico abordado no crédito.

A Tabela 8 (a seguir) apresenta os consumos totais de cada crédito analisado em termos de consumo de água.

Tabela 8 – Consumos para os créditos de água na categoria “Eficiência da Água”.

| Créditos                        | Parâmetros LEED<br>(m <sup>3</sup> /ano) | Parâmetros projeto<br>(m <sup>3</sup> /ano) | Consumo medido<br>(m <sup>3</sup> /ano) |
|---------------------------------|--|---|---|
| <b>1.1 e 1.2: Paisagismo</b>    | 6.246                                    | 1.538                                       | 3.900                                   |
| <b>2: Água residual</b>         | 5.192                                    | 2.667                                       | 3.414                                   |
| <b>3.1 e 3.2: Água de reuso</b> | 1.637                                    | 1.128                                       | 2.340                                   |
| <b>3.1 e 3.2: Água potável</b>  | 1.485                                    | 1.069                                       | 2.918                                   |

Obs.: ver a Tabela 9 para mais detalhes.

Fonte: Elaborada pela autora.

#### 4.1.1 Créditos 1.1 e 1.2: uso eficiente de água de paisagismo

O LEED determina o cálculo de referência através da medição de áreas de vegetação associadas a dois tipos de irrigação: aspersor e gotejamento (cada um com um índice próprio de eficiência de irrigação) e alguns fatores como coeficiente de tipo de paisagismo, fator das espécies, fator de densidade e fator de microclima. Com base nisso, os parâmetros determinaram 6.246 m<sup>3</sup> de consumo de água para irrigação por ano.

O projeto do “Prédio A” previu 1.538m<sup>3</sup> por ano para suprir o consumo de irrigação, sendo esta água proveniente da ETE (Estação de Tratamento de Esgoto), que é uma fonte não potável. Esse baixo consumo de água, em comparação ao determinado pelo LEED, deve-se ao fato de ser utilizado um sistema de irrigação que mistura aspersores e irrigação por gotejamento e também ao uso de arbustos nativos adaptados denominados "vedélias", que não necessitam de um sistema de irrigação permanente.

Dados que mostram o consumo medido durante a pós-ocupação do “Prédio A” apontam que a quantidade consumida para a irrigação do paisagismo é de, aproximadamente, 3.900m<sup>3</sup> por ano, considerando que o sistema é acionado uma vez ao dia durante um período de 10 a 15 minutos.

Segundo as informações obtidas com o coordenador de instalações do prédio, o aumento do uso de água na irrigação do paisagismo em relação à quantidade prevista na fase de projeto se dá devido à baixa qualidade do solo deixada pela construção do prédio. Muitos entulhos de obra foram utilizados como aterro na área do jardim, dificultando o cultivo das plantas do paisagismo. Como consequência, mais adubo e água são necessários para recuperar e manter o paisagismo do prédio.

#### **4.1.2 Crédito 2: tecnologias inovadoras para águas residuais**

O LEED determina o cálculo de referência através da declaração da população que ocupará o prédio, entre fixa e flutuante, considerando o total de horas de funcionamento do prédio. A partir disso são determinadas quantidades de descargas acionadas por pessoa originando o fluxo de descarga total do edifício, onde foi estabelecido que 5.192 m<sup>3</sup> de água anualmente deveriam ser tratadas pela ETE.

O projeto previu a necessidade de 2.667 m<sup>3</sup> de água tratada da ETE por ano, enquanto que os dados do consumo medido mostram que a ETE trata 3.414 m<sup>3</sup> de água anualmente.

Segundo depoimentos colhidos com os usuários, e pela experiência de usuária do prédio que a autora do trabalho possui, o aumento da água de reuso nas bacias sanitárias e mictórios pode ser devido à maior frequência de limpeza destes reservatórios específicos, já que a água de reuso, após tratada, ainda carrega uma certa quantidade de sólidos.

#### **4.1.3 Crédito 3.1 e 3.2: redução do uso de água**

O LEED determina o cálculo de referência através de parâmetros de uso de torneiras, chuveiros, mictórios e bacias sanitárias, por meio de uma declaração do número de ocupantes do prédio considerando a quantidade de horas que eles ficarão no edifício, semelhante ao crédito anterior. Também são declaradas as especificações técnicas dos metais de banheiro, com seu respectivo valor de vazão de água. No caso das torneiras e chuveiros, além da vazão de água, também é informada a previsão de duração em segundos de cada equipamento. Já para os dispositivos de descarga dupla, são estimadas a quantidade de usos de cada tipo de descarga a ser acionada por dia e por sexo. Com base nisso, foi determinado que são necessários 1.637 m<sup>3</sup> por ano de água de reuso na utilização de água na descarga de sanitários e mictório. Já para torneiras de pia (nos banheiros e copas) e chuveiros, foi previsto o consumo de 1.485 m<sup>3</sup> por ano de água potável.

O projeto previu que são necessários 1.128 m<sup>3</sup> por ano de água de reuso e 1.069 m<sup>3</sup> por ano de água potável, e os dados do consumo medido mostram que o consumo de água de reuso é de, aproximadamente, 2.340 m<sup>3</sup> por ano, e o consumo de água potável mostrou-se em torno de 2.918 m<sup>3</sup> por ano.

Quanto ao aumento de água potável, foi explicado que a ETE (por ser uma tecnologia inovadora) até os dias de hoje está se adequando ao melhor tratamento químico.

Neste período de adaptação, a ETE foi muitas vezes abastecida com água potável para não interromper o funcionamento do ciclo do sistema em geral. Com o passar do tempo, esse abastecimento não será mais necessário.

Um fato que chamou a atenção foi a existência de dois itens não considerados no sistema de certificação ambiental, mas que influenciam no consumo mensal de água do prédio: o espelho d'água e o ar condicionado.

O espelho d'água construído no térreo do prédio foi projetado para umidificar o ar entre os blocos do prédio e tem capacidade para 90 m<sup>3</sup> de água potável. Em análise das contas de água do prédio, este item já foi responsável por 55% do consumo total de água em um mês, em função de vazamento detectado devido a problemas de má execução. Na média anual, o espelho d'água é responsável por 16% do total de consumo de água.

Outro fator que influencia na quantidade de água potável consumida é o sistema de ar condicionado central por *Chillers* (resfriador de líquidos) e *Fan Coils*. De acordo com especialistas da área, o consumo de água no sistema de condensação a água como um todo, provém de duas fontes: pelo vaso de expansão ou purgador (elementos presentes na parte mais alta da instalação do sistema de água) ou pelo arraste e respingos de água no processo evaporativo que acontece na torre de resfriamento. Segundo Pinheiro (2011), as torres de resfriamento são projetadas para garantir o mínimo de perdas de água por arraste e respingos. No passado, as perdas de água por arraste representavam 0,1% a 0,2 % da vazão total de recirculação e hoje correspondem a apenas 0,05%. Além disso, a água evaporada na torre é devolvida à natureza em forma de vapor limpo (sem resíduos).

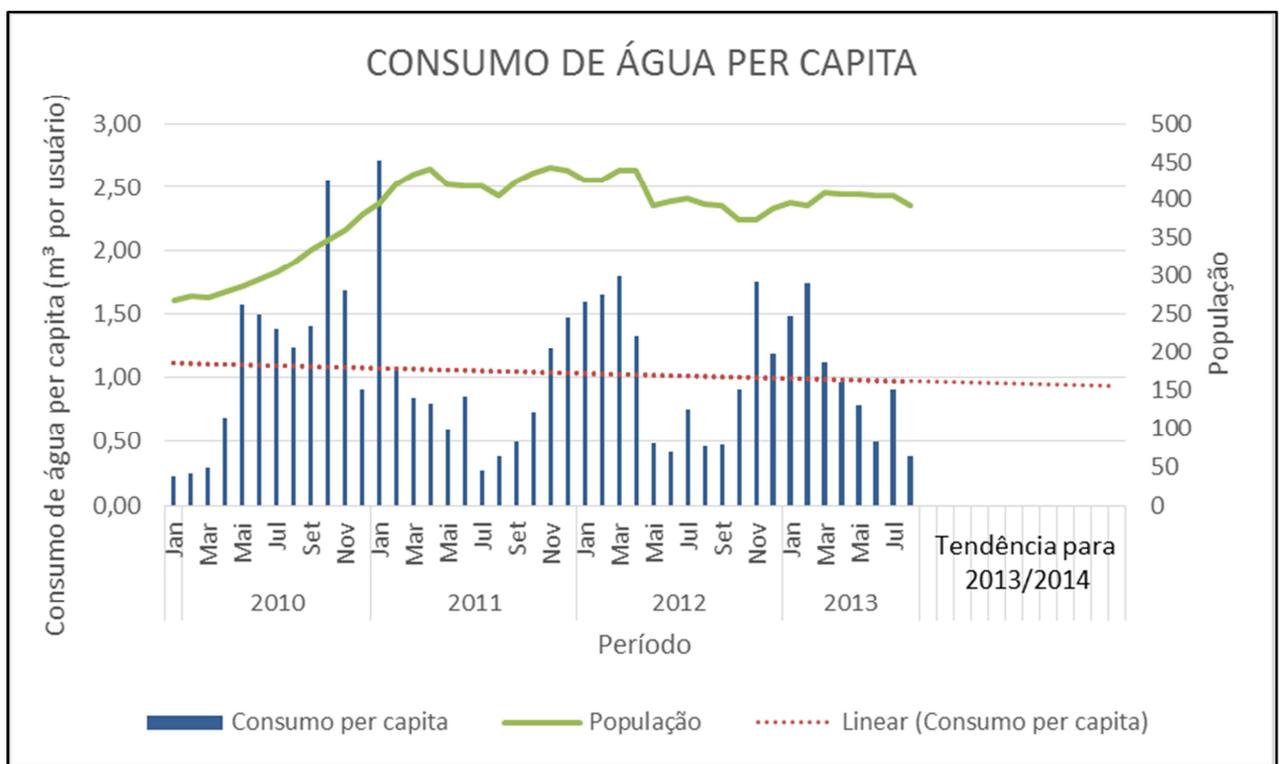
Na prática, o sistema consome, na média anual, aproximadamente 32% de água potável. Esse valor mostrou-se superior ao previsto pelos fabricantes, e uma conferência *in loco* deste consumo é necessária para que seja regulado e corrigido ao número considerado adequado.

A escolha do sistema de ar condicionado, que é considerado primordial em um prédio comercial, é complexa, porque é uma decisão que envolve muitas variáveis, e uma consultoria de profissionais específicos da área é necessária para atingir a melhor solução de projeto. Entende-se que no momento da simulação das condições energéticas de climatização, podem surgir alternativas como: sistema de água gelada e quente (*Chillers* e *Fan Coils*) e os splits do tipo VRF, que são os que melhor se adaptam a um “prédio verde”. No caso do *Chiller* instalado no “Prédio A”, foram utilizados condensadores que funcionam com água,

embora existam outras opções de condensadoras a ar que podem ser soluções mais onerosas em termos de consumo de energia do *Chiller*.

#### 4.1.4 Análise do consumo de água medido ao longo do tempo

Embora o consumo de água medido tenha apresentado valores maiores do que os previstos na fase de projeto e, algumas vezes, superiores aos parâmetros do sistema de certificação, ao ser analisado o comportamento de consumo de água per capita ao longo dos cinco anos de ocupação do prédio, observa-se uma tendência de redução de consumo ao longo do tempo (como mostra a Figura 19).



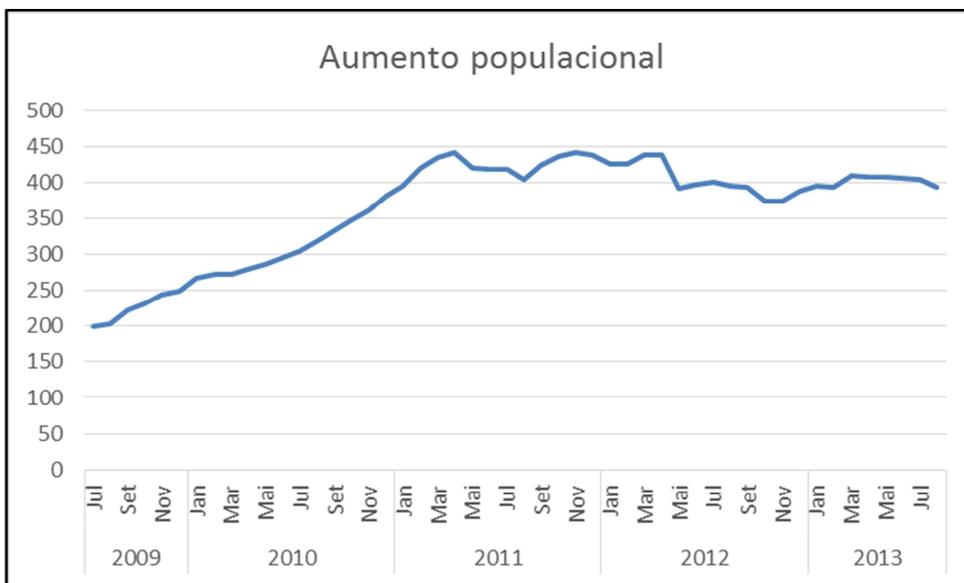
**Figura 19 – Consumo de água per capita**

Fonte: Elaborada pela autora.

O gráfico da Figura 19 mostra diversos picos de consumo de água, resultado de alguns vazamentos ocorridos no prédio especialmente no primeiro ano de uso do prédio onde a equipe de operação esteve se adaptando aos sistemas operacionais empregados. Também fica clara a questão de sazonalidade onde o consumo de água se mostra mais alto no verão e mais baixo no inverno. A medição ocorreu até agosto de 2013, porque depois disso o abastecimento de água passou a contemplar a ampliação do “Prédio A”.

A linha de tendência esteve continuamente diminuindo, indicando que, em 2014, o consumo tende a reduzir, mesmo com aumento populacional no prédio. Entende-se

que chegará um momento que esta linha não irá mais diminuir, e o prédio chegará ao nível de consumo estabilizado. A figura a seguir mostra o gráfico de aumento populacional do prédio, desde a sua inauguração até a última medição considerada neste estudo.



**Figura 20 – Aumento populacional do prédio**

Fonte: Elaborada pela autora.

A redução no consumo de água é fruto de diversas medidas de manutenção tomadas a partir do aprendizado do dia a dia de vivência no prédio. Neste contexto, são citadas a instalação de diversos hidrômetros para auxiliar no monitoramento diário (e em vários momentos do dia) a fim de corrigir qualquer vazamento que seja detectado, menos troca de água do espelho d'água e ETE, além de constantes ações de conscientização aos usuários, como mensagens de alerta de uso dos dispositivos nos banheiros etc.

#### **4.1.5 Diferenças entre consumos estimados e medido de água e a pontuação para a certificação**

A Tabela 9 sintetiza os resultados obtidos sobre o consumo de água no período analisado, comparando o consumo determinado pelo LEED, o consumo previsto no projeto e o consumo realizado.

Tabela 9 – Resumo dos consumos para os créditos de água.

| Créditos                        | Parâmetros LEED (m <sup>3</sup> /ano) | Parâmetros projeto (m <sup>3</sup> /ano) | Consumo medido (m <sup>3</sup> /ano) | Consumo em relação ao LEED (%) | Consumo em relação ao projeto (%) |
|---------------------------------|---------------------------------------|--|--------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| <b>1.1 e 1.2: Paisagismo</b>    | 6.246                                 | 1.538                                    | 3.900                                | 60 % abaixo                    | 61% acima                         |
| <b>2: Água residual</b>         | 5.192                                 | 2.667                                    | 3.414                                | 52% abaixo                     | 22% acima                         |
| <b>3.1 e 3.2: Água de reuso</b> | 1.637                                 | 1.128                                    | 2.340                                | 31% acima                      | 52% acima                         |
| <b>3.1 e 3.2: Água potável</b>  | 1.485                                 | 1.069                                    | 2.918                                | 50% acima                      | 64% acima                         |
| <b>TOTAL</b>                    | <b>14.560</b>                         | <b>6.402</b>                             | <b>12.572</b>                        | <b>31% abaixo</b>              | <b>199% acima</b>                 |

Fonte: Elaborada pela autora.

No geral, os consumos medidos se mostraram diferentes dos parâmetros LEED de consumo de água e previsão de projeto. O consumo medido apresentou-se superior ao previsto no projeto em todos os créditos e superior ao sistema de certificação apenas nos créditos 3.1 e 3.2, tanto para água de reuso como potável.

Nos créditos 1.1 e 1.2, o projeto previu redução de uso de água na irrigação de 76% a partir do cálculo de referência do sistema de certificação. Na prática, o consumo de água de reuso na irrigação ficou em 60%, mas, ainda assim, esse crédito pontuaria na certificação, que diz que esta redução de consumo deve ser de no mínimo 50%.

No crédito 2, o projeto previu que a ETE poderia reduzir sua capacidade de tratar água para 49% em relação ao cálculo de referência do sistema de certificação. Na prática, a ETE está dimensionada para tratar 22% a mais de água do que o projeto previu, mas este valor ainda é 52% abaixo do que a capacidade prevista pelo cálculo de referência do sistema de certificação. Neste caso, os pontos creditados permanecem ganhos, pois a forma de pontuar, nesse crédito, é através da redução de transporte de esgoto em 50% e, também, através do tratamento de 50% de esgoto (no caso da existência da ETE, foi obtido 100% de redução do transporte e tratamento de esgoto).

Quanto aos créditos 3.1 e 3.2, o consumo medido de água mostrou-se superior aos parâmetros estabelecidos pelo LEED e, conseqüentemente, bem acima dos parâmetros previstos no projeto. O consumo da água de reuso revelou-se 31% superior ao cálculo de referência do sistema de certificação. Já na água potável, o consumo esteve 50% superior ao cálculo. Em ambos os casos, 2 pontos da certificação seriam perdidos por não terem atingido os mínimos de 20% e 30% de redução.

## 4.2 INFORMAÇÕES DE CONSUMO DE ENERGIA DO PRÉDIO CERTIFICADO

O consumo de energia foi analisado a partir da categoria “Energia e Atmosfera”. Os parâmetros LEED, originalmente expressos em medidas americanas foram convertidos ao Sistema Internacional, considerando como medida do valor do MBtu equivalente a 0,293071 kWh.

Nesta análise, o pré-requisito e o crédito foram medidos juntos, pois tratam do mesmo tópico, no qual o pré-requisito determina um desempenho energético mínimo de atendimento a norma americana ASHRAE 90.1-2004, e o crédito determina a obtenção de níveis superiores de desempenho energético, podendo atingir até 10 pontos extras. Esse tópico faz a leitura de energia e gás de forma conjunta.

A Tabela 10 (a seguir) apresenta os consumos totais do pré-requisito e crédito analisado em termos de consumo de energia.

**Tabela 10 – Consumos para os pré-requisitos e créditos de energia na categoria “Energia e Atmosfera”.**

| <b>Pré-requisitos e créditos</b>  | <b>Parâmetros LEED (kWh/ano)</b> | <b>Parâmetros do projeto (kWh/ano)</b> | <b>Consumo medido (kWh/ano)</b> |
|---|----------------------------------|--|---------------------------------|
| <b>Pré-requisito 2: Desempenho energético mínimo e Crédito 1: Otimização de desempenho energético</b> | 2.227.339                        | 1.946.284                              | 2.892.229                       |

Obs.: ver a Tabela 11 para mais detalhes.

Fonte: Elaborada pela autora.

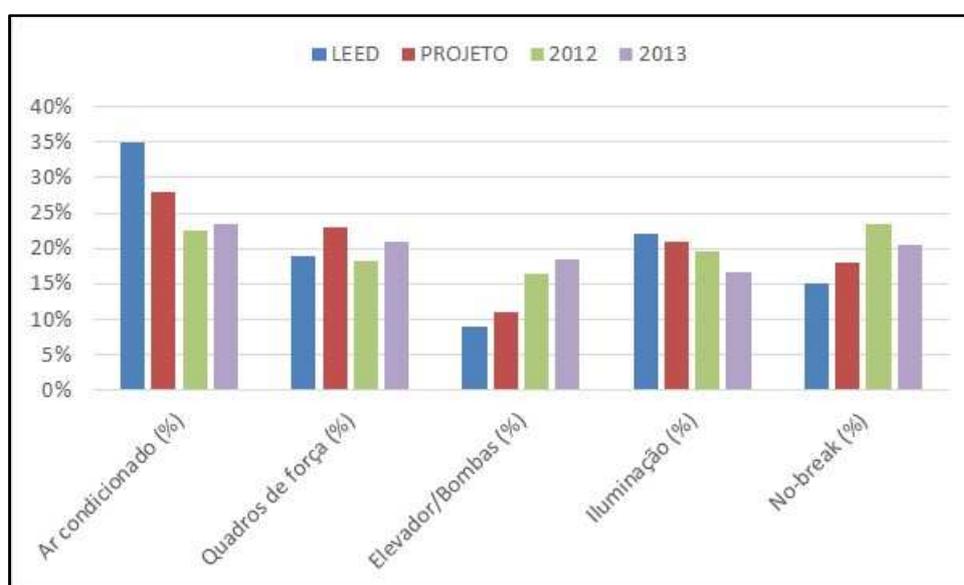
O LEED determinou que o projeto atendesse um nível de eficiência energética para o prédio proposto e seus sistemas operacionais em 2.227.336 kWh por ano. Vale ressaltar que, neste cálculo foram considerados os dados de consumo de energia elétrica e de uso de gás GLP.

O projeto previu, através de simulação com o uso do *software* HAP 4.34 da Carrier, a utilização de 1.946.284 kWh por ano, considerando variáveis como sistema estrutural, tipo de fenestração, presença de dispositivos de sombreamento (brise-soleil), sistema de iluminação, ar condicionado e aquecimento. O consumo anual médio medido indica que o consumo mostrou-se 2.892.229 kWh.

Em entrevista com o coordenador de instalações do prédio, ele explica que, apesar dos números de consumo terem se mostrado superiores nos dois parâmetros, vale ressaltar

que, na pós-ocupação, nem todos os dados previstos no projeto de fato ocorreram no uso diário da edificação, como, por exemplo, a população prevista, a carga térmica do ar condicionado, as cargas elétricas de equipamento, etc.

Para melhor entender o consumo total de energia elétrica utilizada, a equipe de manutenção começou a fazer, a partir de outubro de 2011, medições específicas a fim de melhor monitorar os sistemas prediais, como: ar condicionado, quadros de força, elevador/bombas, iluminação e *no-breaks*. O consumo é apresentado até agosto de 2013, em razão do consumo de energia ter passado a contemplar a ampliação do “Prédio A” depois disso (Figura 21).



**Figura 21 – Consumo de energia por uso**

Fonte: Elaborado pela autora.

Conforme mostra o gráfico da Figura 21, o uso do ar condicionado central por *Chiller e Fan Coil* é o maior responsável pelo consumo de energia do prédio, porém, esteve abaixo do nível previsto tanto de LEED como projeto.

De acordo com Maran (2011), o consumo de ar condicionado é de 35 a 55% em um edifício, dependendo da estação do ano. No prédio em estudo, o consumo se manteve na média de 15% nos meses frios e 30% nos meses quentes, e na média do ano se manteve em 23%, ficando dentro da expectativa prevista. O consumo de 2013 foi um pouco maior que o de 2012, e uma das possíveis explicações seja o aumento de carga térmica no prédio, devido a adição de novos usuários, equipamentos e também dependente de condições climáticas externas.

Relatou-se uma dificuldade com que o sistema de ar condicionado estivesse em condições de ser monitorado, em função da incompatibilidade de dois sistemas de automação utilizados: um para o ar condicionado e outro para as demais operações do prédio.

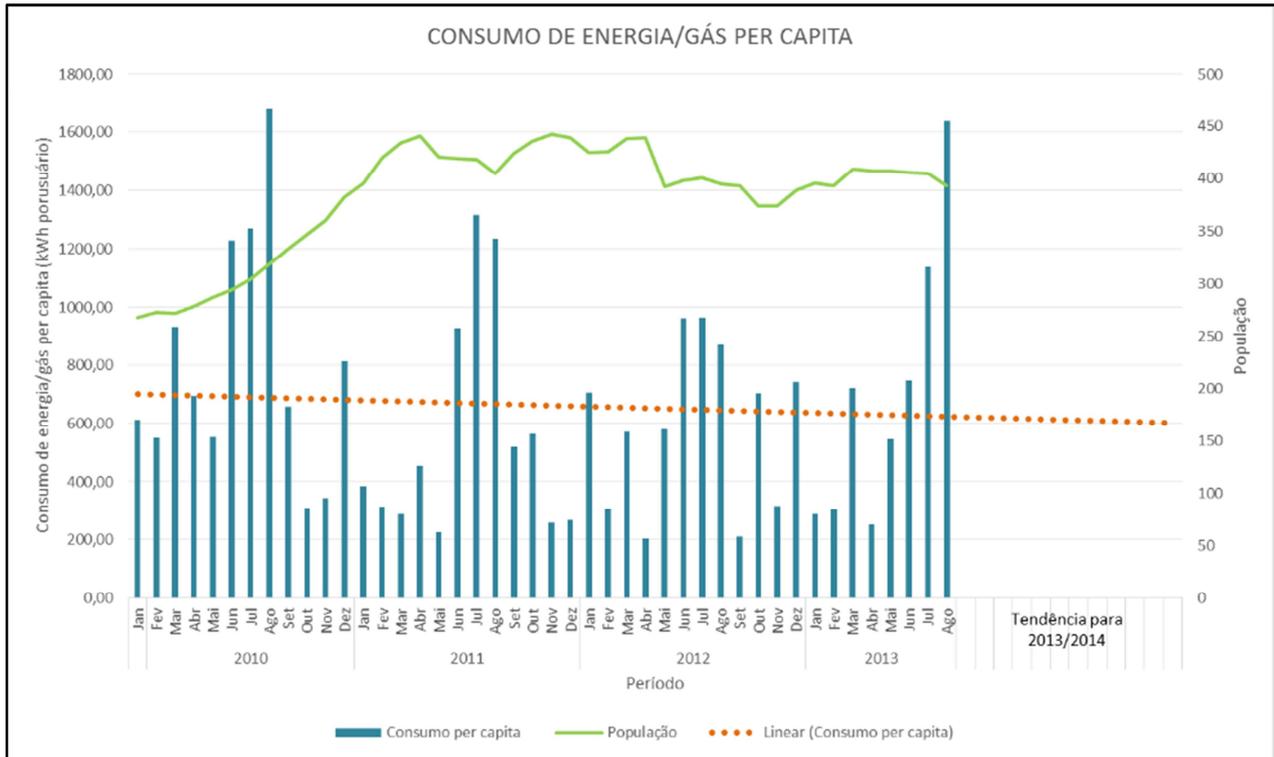
Já no uso para quadros de força, o consumo medido se mostrou inferior ao LEED e ao previsto em projeto, ficando na média de consumo em 18% em 2012, e subindo para 21% em 2013. Da mesma forma que o ar condicionado, o consumo de 2013 foi maior que de 2012, possivelmente devido ao aumento populacional e de equipamentos.

O resultado de maior consumo ficou no uso de elevadores e bombas e, também, no uso de *no-break*, no qual o consumo medido ultrapassou bastante o LEED e o projeto. No caso dos elevadores e bombas, o consumo ainda aumentou de 2012 para 2013. Já no *no-break*, embora o prédio seja do ramo de TI e justifique o consumo representativo de *no-break* o consumo reduziu de um ano para o outro. Foi informado que o aumento do consumo de elevadores e bombas se deu pelo elevado uso do elevador de serviço em abastecimento à obra de ampliação do prédio, e o aumento do consumo de *no-break* se deu pelo acréscimo de equipamentos para suprir o crescimento populacional. Cabe salientar que, embora o uso do elevador de serviço tenha sido o grande responsável pelo aumento de consumo, 66% das pessoas entrevistadas na etapa 2 alegaram preferirem a escada ao elevador social, como meio de deslocamento interno no edifício.

O resultado de menor consumo foi no uso de iluminação. O consumo medido ficou abaixo do LEED e do projeto e diminuiu de 2012 para 2013. As diversas ações adicionais tomadas na pós-ocupação, provenientes do conhecimento e da experiência de uso do prédio, podem ter contribuído para essa redução de consumo, mesmo com o aumento populacional.

Para entender a influência do uso de gás GLP no prédio, foi elaborado o gráfico a seguir, que apresenta o valor de consumo de energia elétrica e gás GLP por mês (Figura 22).





**Figura 23 – Consumo de energia e gás per capita**

Fonte: Elaborado pela autora.

Apesar dos picos de consumo, especialmente em agosto de 2010 e agosto de 2013 (mês mais frio do ano), a linha de tendência mostra que o consumo em geral ainda pode ser reduzido ao longo dos meses seguintes, chegando ao ponto de se estabilizar completamente.

Na questão da sazonalidade, ao analisar o consumo de energia elétrica e de gás, os meses frios são os responsáveis pelo elevado consumo.

Além das medidas de projeto adotadas a partir dos créditos do LEED durante a pós-ocupação do edifício em estudo, a equipe de manutenção foi adotando medidas adicionais de economia de energia, as quais resultaram em mais melhorias de operação e redução de consumo. Trata-se de doze medidas adotadas, descritas na Tabela 11 (a seguir).

**Tabela 11 – Lista de ações adicionais ao LEED, adotadas no edifício.**

| Ação                      | Ano de Implementação | Comentário sobre a Ação   |
|---------------------------|----------------------|---|
| Exaustores e Ventiladores | 2011                 | Foi proposto o desligamento parcial dos exaustores e ventiladores após às 19h, quando a população do prédio diminui. A automação monitora os números de CO <sub>2</sub> para garantir níveis saudáveis de CO <sub>2</sub> nas áreas de trabalho |
| Espelho d'água            | 2011                 | Jatos de água ficavam ligados no horário de pico de energia até as 22h. Foi proposto o desligamento dos mesmos após as 18h,   |

considerado horário comercial.

|                                    |      |  |
|------------------------------------|------|--|
| Vestiários                         | 2011 | Exaustores dos vestiários ficavam ligados o dia inteiro. Foi proposto que ligassem apenas nos horários de entrada e saída da população, através da automação predial.  |
| Iluminação Subsolo                 | 2011 | No subsolo há um total de 12 luminárias no corredor de acesso. Foi proposto que apenas 6 luminárias fossem ligadas, em posições intercaladas   |
| <i>Set point Chillers</i>          | 2011 | Dependendo da temperatura externa a automação troca a automaticamente a temperatura da água dos <i>Chillers</i> , quando antes, a temperatura era sempre fixa ( <i>setback</i> ).  |
| Utilização do gerador              | 2012 | Foi proposto o uso de gerador entre 18-21h, durante o horário de pico de energia, gerando uma economia aproximada de R\$ 800/dia. Esta ação durou até maio de 2013, quando houve o aumento de energia e esta ação não estava mais gerando economia   |
| Mudança cenários DALI - iluminação | 2012 | Foi proposto a configuração de linhas de iluminação nas áreas de trabalho, onde a linha é desligada nas fileiras de mesa que não há funcionários trabalhando. Antes, a iluminação da área de trabalho ficava completamente ligada, mesmo que só houvesse um único funcionário no bloco inteiro |
| Logística limpeza                  | 2012 | Foi proposto que a limpeza noturna de aspiração de carpete ocorresse em apenas um andar de cada vez, quando antes acontecia em dois blocos ao mesmo tempo.   |
| Soprador ETE                       | 2012 | Foi proposto o funcionamento do soprador com desligamento a cada 1 hora no horário comercial normal, e 2 desligamentos entre 18 e 21 horas. Antes o soprador ficava 24 horas ligado.   |
| Demanda Escalonada                 | 2012 | Foi proposto uma demanda escalonada entre variação de 300kW a 450 kW, dependendo do mês. Antes havia uma demanda fixa de 500 kW. Atualmente não existe mais possibilidade de demanda escalonada pela legislação local  |
| <i>Chillers</i> no gerador         | 2012 | Os <i>Chillers</i> estão atrelados ao gerador, e no verão no horário de pico de energia, os <i>Chillers</i> são ligados pelo gerador gerando uma economia aproximada de R\$ 400 a 500/dia  |
| Iluminação cafés                   | 2012 | Foram trocadas as lâmpadas dicróicas por lâmpadas LED, com mesma potência e melhor desempenho  |

Fonte: Elaborado pela autora.

O conhecimento obtido no dia a dia de operação do prédio fez com que oportunidades de melhorias fossem detectadas e implementadas. Essas 12 ações seguiram sendo utilizadas até que o cenário de cada uma fosse alterado e a ação fosse rediscutida e/ou adaptada ao novo cenário. Isto é resultado de discussões diárias e exercícios de oportunidades, ato que não é considerado na certificação LEED.

#### 4.2.2 Diferenças entre consumos estimados e medidos de energia e a pontuação para a certificação

A Tabela 12 (abaixo) sintetiza os resultados obtidos sobre o consumo de energia no período analisado, comparando o consumo determinado pelo LEED, o consumo previsto no projeto e o consumo realizado.

**Tabela 12 – Resumo dos consumos para os pré-requisitos e créditos de energia.**

| Resumo dos consumos para as Categorias | Parâmetros LEED (kWh/ano) | Parâmetros do projeto (kWh/ano) | Consumo medido (kWh/ano) | Consumo medido em relação ao LEED (%) | Consumo medido em relação ao projeto (%) |
|--|---------------------------|---------------------------------|--------------------------|---------------------------------------|--|
| “Energia e Atmosfera”                  | 2.227.339                 | 1.946.284                       | 2.892.229                | 12 % acima                            | 32 % acima                               |

Fonte: Elaborada pela autora.

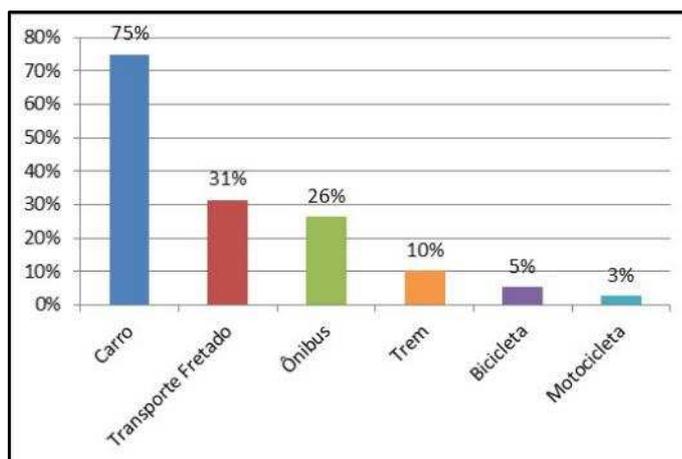
A Tabela mostra os parâmetros de projeto e os parâmetros do LEED não foram atingidos na prática. Neste caso, 3 pontos seriam perdidos na certificação.

### 4.3 O PAPEL DO USUÁRIO NO RESULTADO DE PRÉ-REQUISITOS E CRITÉRIOS PONTUADOS

#### 4.3.1 Local Sustentável - transportes alternativos

A primeira categoria do sistema de certificação, entre outros critérios, prevê o uso de transportes alternativos. Para isso, exige do projeto do prédio facilidades ou incentivos ao uso de bicicletas, combustíveis não poluentes e menor capacidade de estacionamento, no sentido de dificultar o uso do automóvel para transporte individual.

Em uma questão de múltipla escolha, o meio de transporte mais utilizado pelos respondentes para deslocamento à empresa foi o carro, com 75% das respostas. Em segundo lugar, ficou o transporte fretado (ônibus contratado pela empresa), com 31% das respostas, e, em terceiro lugar, o ônibus público com 26% de respostas. As formas de transporte menos populares entre os respondentes são: trem (10%), bicicleta (5%) e motocicleta (2%). Apenas um respondente relatou ir a pé para a empresa. A Figura 24 mostra o gráfico sobre cada transporte utilizado pelos respondentes.



**Figura 24 – Transportes utilizados pelos respondentes**

Fonte: Elaborada pela autora.

Quando questionados sobre o uso do bicicletário e vestiário, 5%, os mesmos que alegam utilizar bicicleta como transporte, afirmaram utilizar essas facilidades, correspondendo à expectativa do LEED, que prevê o uso de bicicletário e vestiário por 5% da população total do prédio. Vale comentar que a empresa coloca à disposição dos funcionários 5 bicicletas para serem usadas no entorno da empresa.

O crédito de combustível não poluente prevê vagas prioritárias para usuários que estiverem utilizando veículos com álcool. Nesta questão, 98% dos respondentes que utilizam carro, manifestaram preferência pela gasolina como combustível, e 2% declararam utilizar álcool.

Já no que concerne ao crédito de capacidade de estacionamento, apesar de o transporte fretado ter se mostrado um recurso bastante eficiente ao aparecer como 2º colocado nos meios de transporte, atingindo 25 respondentes, esses veículos não utilizam as vagas de estacionamento destinadas a carros ou vans coletivas, pois são veículos terceirizados que não permanecem na empresa durante o dia, apenas levam e buscam os usuários no horário de expediente. Com isso, não se tem o controle de quem utiliza as 4 vagas de estacionamento especificadas pelo LEED como prioritárias para esses carros ou vans coletivas.

Adicionalmente, o LEED estabelece uma quantidade limitada de vagas para desestimular o uso de carro e incentivar o uso de outros transportes coletivos e alternativos. Quando questionados sobre como os usuários se sentem quando se deparam com um estacionamento lotado, apenas 8% dos respondentes acreditam que a baixa capacidade em estacionamentos influencia na utilização de outros meios de transporte.

Os resultados sobre o uso do transporte pelos funcionários da empresa espelham a cultura do uso do carro para transporte individual, amplamente difundida no país, apesar das

facilidades e alternativas disponibilizadas pela empresa, em vista da certificação ambiental do prédio.

#### **4.3.2 Eficiência da água - utilização de equipamentos economizadores de água**

Em vista da presença de automação em grande parte dos equipamentos de abastecimento de água, o único equipamento que é acionado pelo usuário é o dispositivo de descarga nos banheiros, que possui duas vazões. Quando questionados sobre o uso do dispositivo duplo de descarga nos banheiros, 85% dos respondentes afirmam conhecer e utilizar esse recurso.

Porém, o fato da água de descarga ser de reuso, carregar uma grande quantidade de sólidos e possuir um aspecto, com elevada turbidez, por um lado, faz com que as pessoas acionem a descarga mais vezes do que o necessário (comentado no item 4.1.2). Por outro lado, os sólidos presentes frequentemente comprometem o funcionamento dos dispositivos, segundo os comentários acrescentados em alguns questionários:

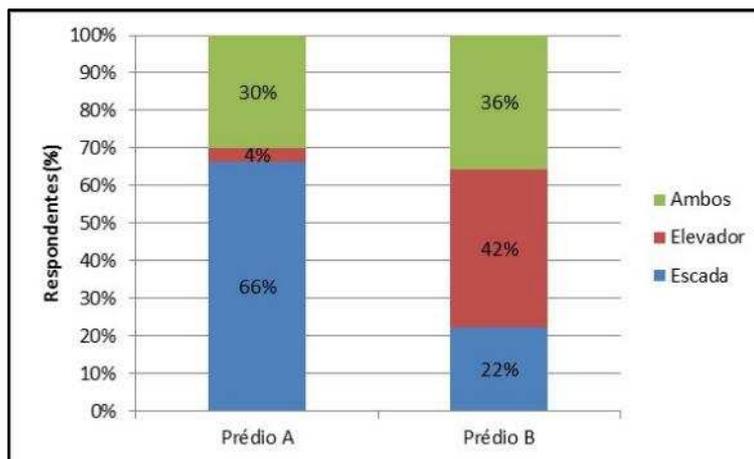
*“Eu não utilizo o sistema de descarga duplo porque ele não funciona muito bem”.*

*“Descarga dupla normalmente com defeito. Por isso não consigo usar”.*

Entende-se que esse crédito proposto pelo LEED é eficiente do ponto de vista do usuário, mas deve ser aprimorado na prática para que a água de reuso chegue mais limpa até esses dispositivos.

#### **4.3.3 Energia e atmosfera - o uso de escada ao invés de elevador**

O papel do usuário nas questões referentes à energia é limitado, devido ao intenso uso do sistema de automação. Uma estratégia de projeto que visa diminuir o uso do elevador interno é a escada, que foi projetada em lugar de destaque na área de convívio, em espaço aberto com iluminação zenital. Como parâmetro de comparação, essa questão foi investigada aos funcionários que também utilizaram o “Prédio B”, cuja escada é enclausurada.



**Figura 25 – Meio de deslocamento interno mais utilizado**

Fonte: Elaborada pela autora.

A Figura 25 mostra que a maioria dos respondentes (66%) do “Prédio A” preferem usar a escada ao invés de elevador como principal meio de deslocamento. Já, no que diz respeito ao “Prédio B”, a maioria dos respondentes (42%) preferem o elevador.

Esta estratégia de projeto não conta pontos no LEED, porém observa-se uma grande adesão no uso da escada, do ponto de vista do usuário, quando ela é agradável e valorizada dentro do projeto de arquitetura. Acredita-se que essa estratégia poderia ter pontuado na categoria de inovação no LEED.

#### **4.3.4 Materiais e recursos - Armazenamento de resíduos**

No que se refere ao descarte adequado de resíduos, 99% dos respondentes declararam utilizar e cooperar com tal atividade. A prática de armazenamento adequado de resíduo por parte da empresa faz parte de uma ação social para a comunidade, pois todo o volume de resíduos coletado é destinado às cooperativas do município, gerando empregos para a comunidade.

Este crédito pode pontuar no LEED, aprimorando-se mais tipos de coleta, tais como: eletrônicos, baterias, pilhas, óleo de cozinha usado, etc. Atualmente, a empresa coleta esse material adicional e encaminha para empresas locais especializadas em reciclagem de resíduo eletrônico. A empresa também faz o encaminhamento do óleo de cozinha usado para uma cooperativa local que faz sabão a partir deste resíduo.

Porém, observam-se problemas de descarte adequado de papéis higiênicos nos sanitários, fato que gera entupimento das privadas. Constata-se, ainda, a necessidade de mais acionamento de descargas.

O papel higiênico disponível aos usuários é do tipo hidrossolúvel e deve ser descartado nos vasos sanitários (nos sanitários masculinos, inclusive, não há lixeira junto aos vasos sanitários). Toda a rede de esgoto foi projetada para essa prática. Os entupimentos acontecem porque os usuários descartam o papel de secar as mãos (que não é hidrossolúvel como o papel higiênico) no vaso sanitário, entre outros descartes inadequados.

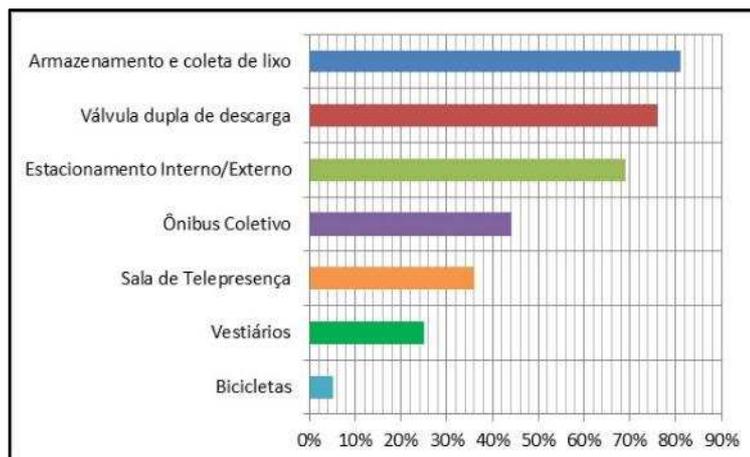
#### **4.3.5 Qualidade do ambiente interno - fumaça, ventilação natural**

Sobre o crédito de controle de fumaça de cigarro, o LEED estabelece que os fumódromos sejam distantes de janelas operantes. Apenas 4% dos respondentes se declararam fumantes e destes, 75% dizem se sentir incomodados com fumódromos distantes da porta de entrada. Em geral, 84% dos respondentes concordam e acreditam que o cheiro do cigarro prejudica a produtividade no trabalho.

Embora a ventilação natural seja incentivada pelo sistema de certificação ambiental, com isso, facilitada pelo projeto do edifício estudado, cuja tipologia é em barra, com janelas móveis em toda a fachada, 35% dos respondentes declararam abrir as janelas. Um dos motivos alegados pelos respondentes para não abrir a janela é o ruído externo do estacionamento.

#### **4.3.6 Utilização de práticas, recursos e equipamentos disponibilizados pela empresa para diminuição de impactos ambientais**

De modo geral, entre todos os recursos disponibilizados pela empresa, tendo em vista a certificação ambiental do prédio, o armazenamento e a coleta de resíduo aparecem em primeiro lugar (81%) como os mais utilizados pelos respondentes, seguido de uso de válvula de descarga dupla (76%) e uso de estacionamento interno/externo (69%), ônibus coletivo (45%), sala de tele presença (35%), vestiários (25%) e bicicletas (5%). A Figura 26 (a seguir) exhibe o gráfico contendo a relação dos serviços mais utilizados pelos usuários.



**Figura 26 – Gráfico dos serviços utilizados pelos usuários**

Fonte: Elaborado pela autora.

No questionário, foi levada em consideração uma pergunta sobre a participação dos usuários na campanha de conscientização com os funcionários a respeito dos recursos sustentáveis disponíveis no prédio e também das boas práticas a serem adotadas. A referida campanha trata de assuntos sobre sustentabilidade em geral e recursos que a empresa e o prédio disponibilizam, nos quais o usuário deve contribuir para que o sistema em geral tenha o melhor desempenho possível. Ela aconteceu entre julho e setembro de 2010, em 5 sessões de 2 horas de duração.

Por fim, quando questionados sobre a participação na campanha de conscientização, apenas 33% dos funcionários que responderam à pesquisa disseram ter participado do evento. Isso demonstra que a maioria dos usuários não participou do programa de conscientização (*Awareness Campaign*) realizado no prédio, e conseqüentemente muitos deles provavelmente desconhecem todos os recursos sustentáveis disponíveis no prédio. Embora a empresa faça a apresentação do prédio e seus recursos no primeiro dia de trabalho dos funcionários, entende-se que o programa de conscientização deve ser uma prática recorrente, de maneira a garantir que o máximo de usuários possa participar e estar mais ciente do seu papel no prédio. Esse tópico não é considerado na certificação ambiental, e recomenda-se um crédito sobre campanhas de conscientização recorrentes.

#### **4.4 PERCEPÇÃO DO PRÉDIO CERTIFICADO PELOS USUÁRIOS**

A percepção dos usuários do prédio certificado foi investigada através de funcionários que trabalharam nos dois prédios estudados, “Prédio A” e “Prédio B”. Dos 80 usuários que responderam às questões gerais e às questões relacionadas ao “Prédio A”, 45

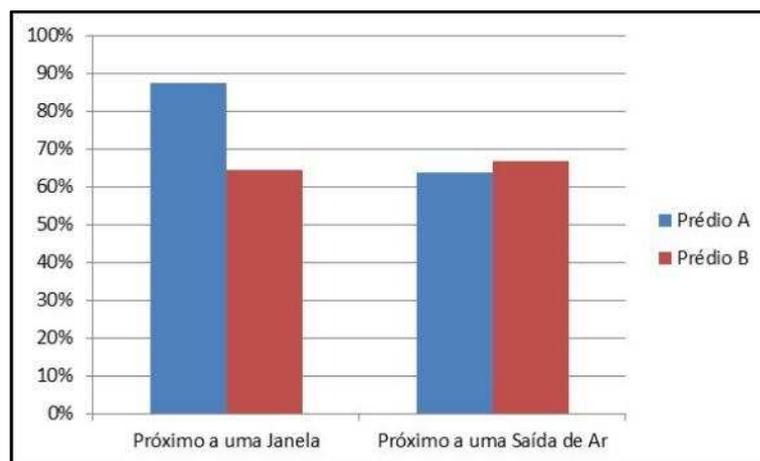
usuários também trabalharam no “Prédio B” e responderam às questões cujos resultados são a seguir apresentados.

As questões investigadas referem-se ao conforto e à produtividade, aspectos-chave de prédios certificados, segundo argumentos do sistema de certificação utilizado – melhora na segurança e priorização da saúde dos ocupantes, aumento da produtividade (melhora de desempenho), aumento da satisfação e bem estar (GBC, 2015).

#### 4.4.1 Percepção de estratégias de projetos utilizadas para o conforto térmico e lumínico

As estratégias de projetos utilizadas para o conforto do prédio, investigadas no estudo, referem-se à ventilação natural - permitida pela abertura de janelas que são presentes em toda a extensão da fachada -, ao ar condicionado com sensores de temperatura e CO<sub>2</sub> - programado para temperatura de conforto humano -, ao brise soleil nas fachadas norte, sul e superior e ao uso de sistema DALI como atenuador automático de iluminação, de acordo com a incidência de iluminação natural.

Para avaliar as respostas quanto ao conforto térmico e lumínico do “Prédio A”, foi perguntado aos entrevistados quanto à sua posição da estação de trabalho ser mais próxima da janela ou de uma saída de ar condicionado. Essa questão permitia múltipla escolha na resposta. A Figura 27, a seguir, mostra os resultados desta questão.



**Figura 27 – Localização da estação de trabalho**

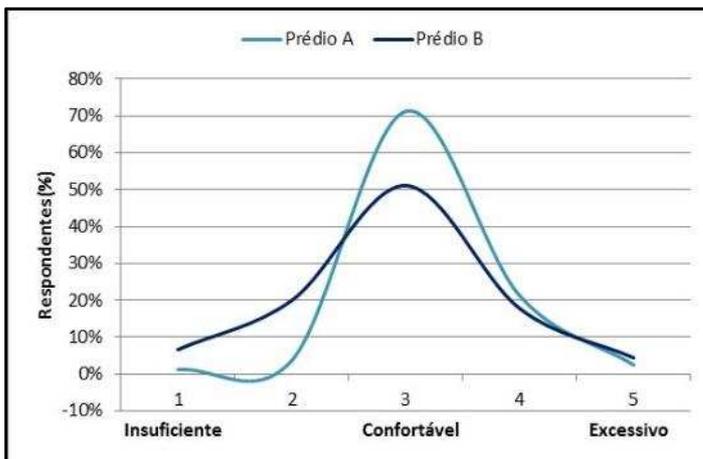
Fonte: Elaborado pela autora.

Observa-se que no “Prédio A”, a maioria dos usuários (88%) senta próximo à uma janela, enquanto que no “Prédio B”, 64%. Quanto aqueles usuários que sentam próximos a

uma saída de ar condicionado, 67% dos usuários do “Prédio B”, declararam estar nesta situação, enquanto que no “Prédio A”, apenas 64%.

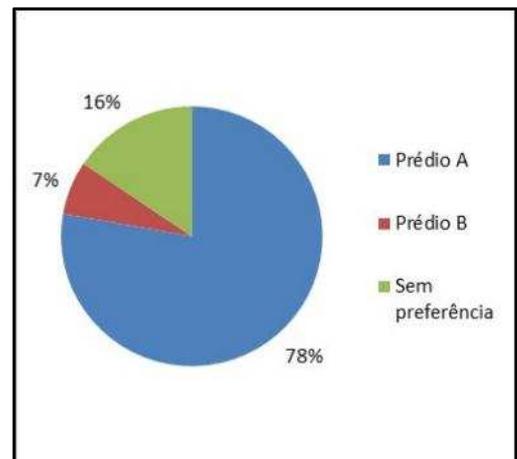
Em função da forma arquitetônica de ambos os prédios, a tipologia em barra do “Prédio A” permite que mais usuários tenham estação de trabalho próximas as janelas, situação desejável do ponto de vista do LEED. Já no “Prédio B”, o formato arquitetônico em bloco, faz com que o prédio tenha menos janelas e a maioria dos usuários tenham estações de trabalho próximas a uma saída de ar condicionado.

Quando questionados sobre a avaliação de conforto térmico dos prédios, tendo em vista o uso de ar condicionado e ventilação natural, os respondentes tiveram que avaliar com uma nota de 1 a 5, sendo 1 insuficiente, 3 bom e 5 excessivo. Também foi questionado qual dos prédios oferecia melhor conforto térmico percebido. As Figuras 28 e 29 revelam os resultados dessas questões.



**Figura 28 – Avaliação da ventilação dos prédios**

Fonte: Elaborado pela autora.



**Figura 29 – Melhor ventilação**

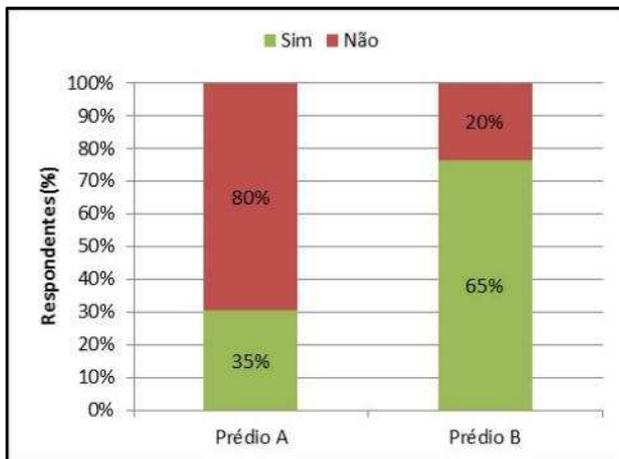
Fonte: Elaborado pela autora.

Na questão comparativa entre os dois prédios, o “Prédio A” atingiu o maior nível de satisfação, com 71% dos usuários votando na nota 3. Já o “Prédio B” atingiu 51% na mesma nota. Já na questão de votação direta, o prédio mais votado nesse quesito foi o “A”, com 78% de aprovação no sistema de ventilação e ar condicionado.

De acordo com a NBR 164.01 (ABNT, 2008), que estabelece como parâmetro de conforto o fato de 80% ou mais das pessoas se sentirem confortáveis no ambiente, foi considerado satisfatório o resultado obtido em relação às diretrizes do LEED.

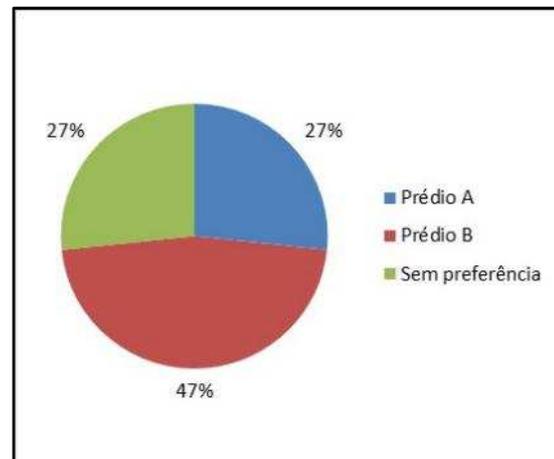
Quando questionados sobre qual dos prédios o usuário tinha aberto mais as janelas em busca de ventilação natural, 65% declararam terem aberto mais no “Prédio B”, ao passo

que 35% dos usuários declararam abrir as janelas do “Prédio A”. As Figuras 30 e 31 apresentam os resultados dessa pergunta.



**Figura 30 – Hábito de abrir as janelas**

Fonte: Elaborado pela autora.



**Figura 31 – Janelas abertas com mais frequência**

Fonte: Elaborado pela autora.

Na questão de votação direta, o prédio mais votado neste quesito também foi o “B”, com 47% de preferência ao abrir as janelas. 27% dos usuários preferem abrir janelas no “Prédio A” e outras 27% disseram não ter preferência.

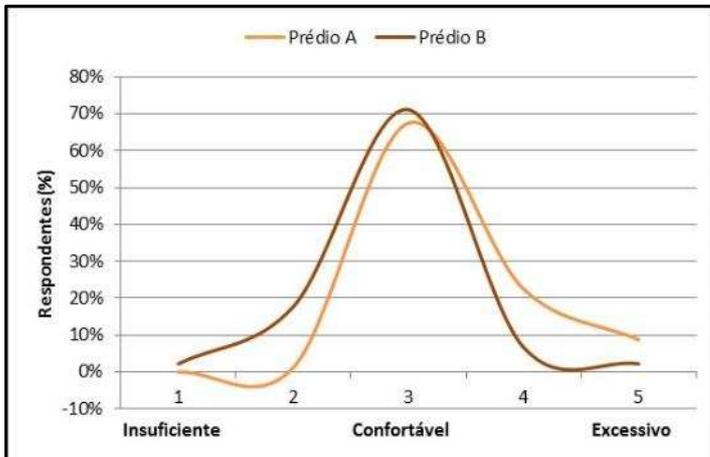
Embora tenha havido no “Prédio A” um alto investimento em caixilharias e esquadrias em pontos do prédio que proporcionam a ventilação cruzada em dias de temperatura confortável, os usuários demonstraram se sentirem confortáveis com a ventilação mecânica, e tendem a abrir as janelas somente no “Prédio B”. Existem diversos fatores que podem influenciar o usuário a abrir as janelas ou não, como, por exemplo, a atividade exercida pelo usuário, o nível de ruído e poluição externa, etc.

Alguns usuários fizeram comentários pontuais sobre a ventilação do “Prédio A”, como este:

*“A ventilação natural é ótima, mas por necessitar a abertura das janelas, que estão próximas aos estacionamentos, o ruído externo é muito ruim, causa distração e desconforto. Ou seja, prefiro as janelas fechadas por esse motivo”.*

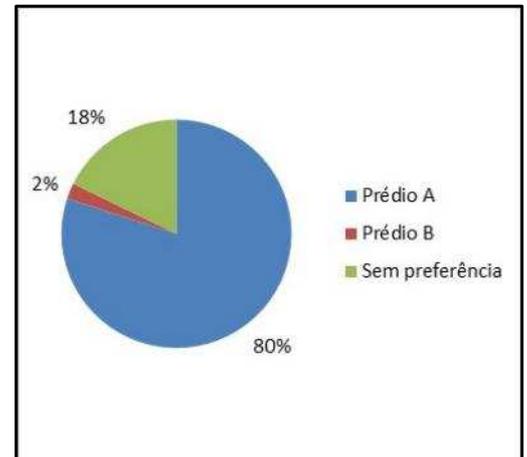
Cabe fazer uma avaliação das condições externas e da atividade exercida pelo usuário antes de propor tal investimento no projeto arquitetônico.

As Figuras 32 e 33 mostram os resultados obtidos nas perguntas sobre a iluminação dos prédios.



**Figura 32 – Avaliação da iluminação dos prédios**

Fonte: Elaborada pela autora.



**Figura 33 – Melhor iluminação**

Fonte: Elaborada pela autora.

Na questão comparativa entre os dois prédios, praticamente, ambos os prédios tiveram o mesmo resultado, porquanto o “Prédio B” atingiu 71% de nível de satisfação e o “Prédio A”, 68%. A Figura 32 corresponde ao gráfico da avaliação de iluminação em ambos os prédios.

Isto demonstra que a iluminação de ambos os prédios foi considerada satisfatória quando analisada separadamente. O “Prédio B” não possuía o sistema DALI de dimmerização da iluminação que faz o equilíbrio de iluminação externa/interna, e nem a presença de brise-soleil e vidros especiais nas janelas. Pelas respostas obtidas, nem por isso, os respondentes deixaram de se sentir confortáveis.

Segundo a NBR 5413 (ABNT, 1992) uma iluminância adequada depende das características da tarefa a ser executada e do observador. Pode-se afirmar que, em ambos os prédios, os níveis de satisfação foram altos e a iluminação em geral pode ser considerada adequada.

Já na questão de votação direta, o prédio mais votado neste quesito foi o “A”, com 80% de aprovação no sistema de iluminação. Entende-se que, mesmo os usuários tendo estado confortáveis em ambos os prédios, o conjunto de medidas de conforto e qualidade no “Prédio A” faz com que ele seja preferido no contexto geral.

O respondente pode não perceber a eficiência do sistema DALI, brise-soleil e vidros especiais no controle de luz que estes dispositivos trazem, mas, na conta de energia no quesito de iluminação, ficou claro que a atuação desses dispositivos, junto com as ações

tomadas na pós-ocupação, resultou na otimização e redução de custos do sistema de iluminação como um todo.

O resultado da pesquisa indica que o investimento realizado no sistema de iluminação e controle de luminosidade externa não é percebido pelo usuário, contudo, a utilização do sistema DALI, brise-soleil e vidros especiais reduziu o consumo de energia.

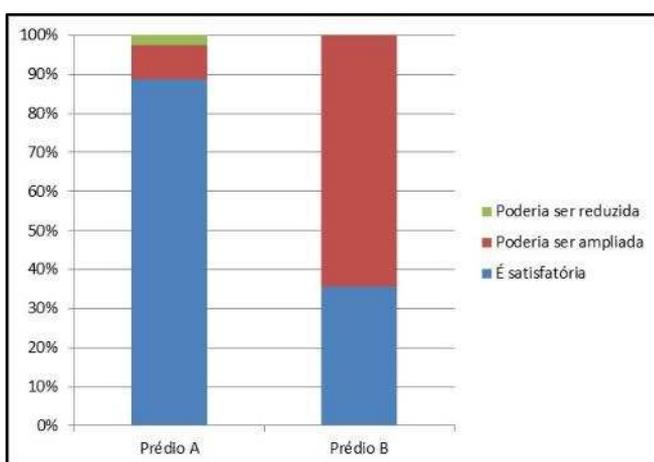
#### 4.4.2 Percepção dos usuários quanto à vista para o exterior

Proporcionar aos funcionários vista ao exterior foi uma estratégia muito presente no projeto do prédio, que possui as fachadas com pele de vidro, pontuando os créditos do sistema referente a esse assunto.

Quando questionados sobre a avaliação de conforto quanto à transparência das janelas e ao contato visual com o exterior de cada prédio, os usuários definiram se elas eram satisfatórias, se poderiam ser ampliadas ou reduzidas.

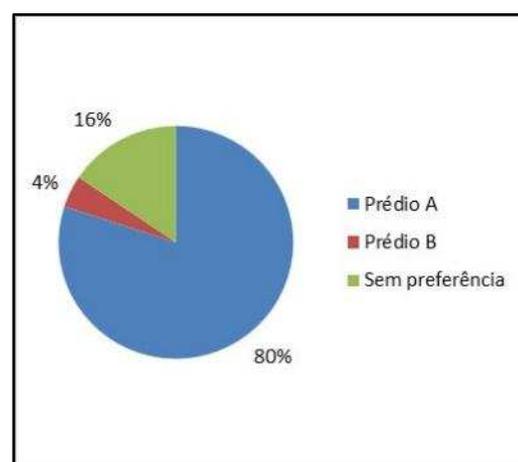
Na questão comparativa entre os dois prédios, o “Prédio A” atingiu o maior nível de satisfação, com 89%. Já o “Prédio B”, atingiu 36% de satisfação. A minoria (9%) acreditam que a vista para o exterior poderia ser ampliada no “Prédio A”, e 3% acredita que poderia ser reduzida.

No “Prédio B”, 64% dos entrevistados acredita que a vista para o exterior poderia ser ampliada e ninguém julga que poderia ser reduzida. As Figuras 34 e 35 apresentam os resultados dessas questões.



**Figura 34 – Satisfação com iluminação natural e vista para o exterior**

Fonte: Elaborada pela autora.



**Figura 35 – Maior transparência e melhor vista para o exterior**

Fonte: Elaborada pela autora.

Já na questão de votação direta, o prédio mais votado neste quesito foi o “A”, com 80% de aprovação no conforto em relação a transparência e melhor contato com o exterior.

Não há dados de pós-ocupação sobre os parâmetros de conforto trazidos por estes dois elementos, porém os resultados obtidos na pesquisa mostram que a maioria dos usuários gostaria que as janelas fossem ampliadas no “Prédio B”, e 80% acreditam ser satisfatória as janelas do “Prédio A”. Alguns usuários fizeram comentários de bem-estar com as transparências e contato com o exterior, como este:

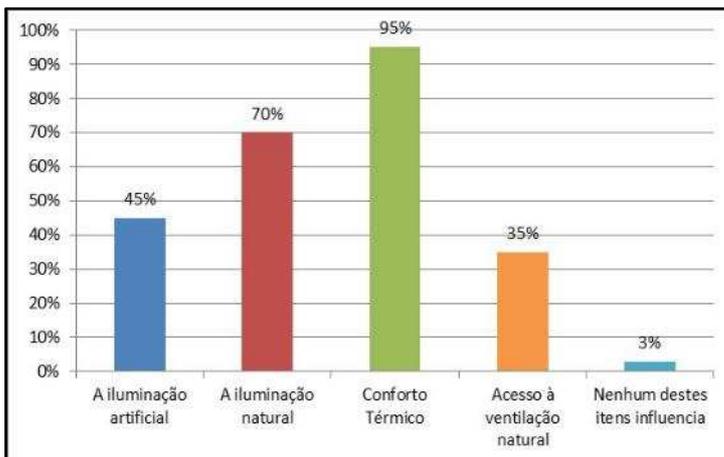
*“É muito bom trabalhar em um edifício com muitas janelas... você pode tomar um café olhando para fora ou fazer uma pausa e olhar para a janela. Ele parece mais natural. É bom ter a luz do dia perto de você”.*

Com isso, entende-se que ambos os créditos da certificação LEED funcionam na pós-ocupação sob o ponto de vista do usuário.

#### 4.4.3 Ambiente e qualidade de trabalho e produtividade

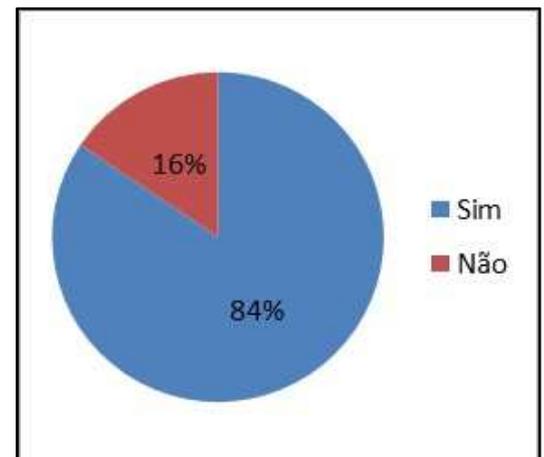
Ao final das perguntas direcionadas aos pré-requisitos e créditos do LEED, foram feitas duas perguntas de âmbito geral.

As Figuras 36 e 37 (a seguir) mostram, na percepção dos usuários respondentes, quais foram os itens mais contribuíram para a produtividade no trabalho, e também se a qualidade do trabalho pode ser aumentada pelo fato de o prédio ter certificação ambiental.



**Figura 36 – Fatores que influenciam na produção**

Fonte: Elaborada pela autora.



**Figura 37 – Aumento da qualidade de trabalho em um prédio com certificação ambiental**

Fonte: Elaborada pela autora.

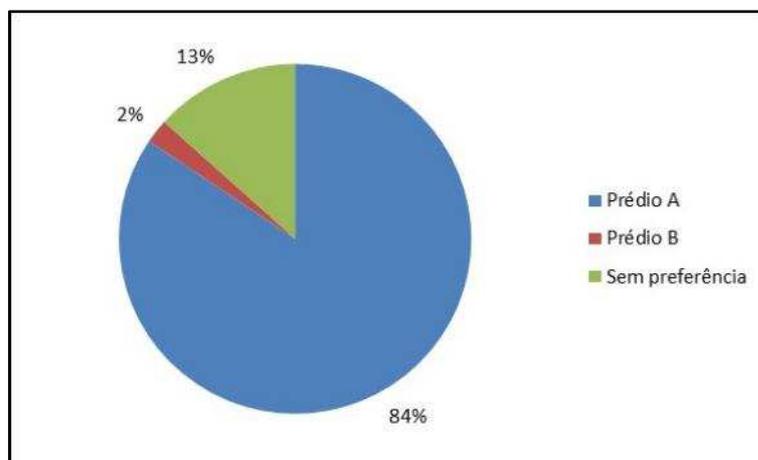
No “Prédio A”, o fator “conforto térmico” foi o mais votado como aquele que pode influenciar na qualidade de produção dos usuários, seguido de iluminação (natural e artificial), e acesso a ventilação natural. Apenas 3% dos respondentes acreditam que nenhum dos fatores influencia a produtividade.

Já quando foram questionados se acreditavam que a qualidade do seu trabalho poderia aumentar trabalhando em um prédio com preocupações ambientais como a redução do consumo de água, energia, aproveitamento de iluminação natural e etc., 84% dos usuários responderam que “sim”, enquanto 16% responderam que “não”.

Neste quesito, alguns comentários foram citados e reforçam a importância de um ambiente de trabalho planejado do ponto de vista do usuário:

*“Talvez a qualidade do trabalho não seja maior no prédio A, mas sem dúvida a satisfação e o bem-estar são maiores no prédio A.”*

Quando questionados a respeito de em qual dos prédios o ambiente de trabalho lhes pareceu mais confortável, o “Prédio A” teve 84% de satisfação, enquanto o “Prédio B” teve somente 2%. A Figura 38 mostra o gráfico de comparação entre o melhor ambiente de trabalho e o pior.



**Figura 38 – Melhor ambiente de trabalho, em ambos os prédios**

Fonte: Elaborado pela autora.

De forma geral, é possível entender que exceto nas questões como a iluminação e a abertura de janelas, as diretrizes sustentáveis do “Prédio A” são notáveis e preferidas pelos seus usuários.

## 5 CONCLUSÃO

### 5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento deste trabalho buscou analisar resultados de créditos pontuados na certificação ambiental de um prédio comercial durante a fase de pós-ocupação e também avaliar se o papel desempenhado pelo usuário é capaz de gerar ganhos ambientais, assim como entender a percepção dos usuários sobre um prédio certificado em relação a um não-certificado. Ao todo, foram investigados 19 créditos, de forma quantitativa e qualitativa.

No geral, os dados quantitativos obtidos no trabalho mostram que os parâmetros previstos no projeto referentes a consumo de água e de energia não foram atingidos durante os primeiros anos de pós-ocupação, embora diferentes e diversas estratégias de projetos tenham sido tomadas. Observou-se também que, dois itens referentes ao consumo de água que consomem considerável quantidade não foram contabilizados na pontuação (ar condicionado e espelho d'água).

Com isso, conclui-se que a prática de certificar uma edificação baseada em parâmetros estabelecidos na fase de projeto é frágil, ainda mais, se não forem levados em conta todos equipamentos que consomem água e energia. Cabe salientar que o programa de certificação estudado atua na fase de projeto e execução, não levando em conta o desempenho na pós-ocupação. Outro fator a ser considerado é que não existe recertificação, ou seja, não há a necessidade de renovação do certificado, não importando o desempenho dos critérios durante a fase de pós-ocupação. Assim, sugere-se que é mais correto afirmar que ao invés da certificação do prédio existe uma certificação do projeto do prédio.

Tanto para a água e para a energia, o consumo demonstra comportamento distinto em função da sazonalidade e uma tendência de redução com o passar dos meses. Contudo, medições realizadas durante a fase de pós-ocupação devem levar em conta um período de adaptação aos sistemas adotados nos prédios, muitas vezes complexos, como é o caso estudado.

Entende-se que um prédio certificado logo após inaugurado passa por um período de adaptação e também de correções de problemas de execução de obra, mesmo se o edifício teve todas as etapas de comissionamento realizada. A partir disto, é necessária uma melhor atenção na execução em obra e na instalação prévia de medidores de energia e hidrômetros em cada sistema do prédio, a fim de que as medições de consumo comecem a ser monitoradas

desde o primeiro mês de uso do prédio. Esses procedimentos potencialmente auxiliam no rápido diagnóstico de vazamentos e detecção de consumos extremos.

No prédio estudado, o resultado geral do consumo de água se mostrou abaixo ao estabelecido pelo programa de certificação, enquanto que o resultado de consumo de energia geral se mostrou acima. A diversidade de estratégias adotadas em ambos sistemas torna complexa a análise da eficácia e eficiência de soluções de projeto de forma isolada.

Outra consideração a ser feita é referente à dinâmica de um prédio, que poderá ultrapassar a carga e população pré-determinada nos cálculos do programa de certificação e do projeto, resultando em um aumento de equipamentos, usuários e carga térmica. Portanto, os parâmetros da certificação também devem ser ajustados ao longo do tempo, sempre que necessário. Neste sentido, já se fala em programas de computador onde o proprietário se compromete a divulgar de forma instantânea, os consumos do prédio. Com isso, cria-se um compromisso na tomada de ações para corrigir eventuais desvios.

Em praticamente todos os créditos, exceto os que preveem sistemas de automação, o usuário desempenha um importante papel, como o uso de bicicletas/vestiários, dispositivos economizadores de água, escada ao invés de elevador, descarte adequado de resíduos e a conscientização quanto à fumaça de cigarro.

O papel do usuário se mostrou um fator muito importante na fase de pós-ocupação do edifício estudado, pois, mesmo com o aumento populacional ao longo de anos de ocupação do prédio estudado, o desempenho tanto do consumo de água quanto energia reduziu.

Quanto à percepção do usuário obtido na comparação com o prédio sem certificação ambiental, as estratégias de projetos mais efetivas percebidas no prédio com certificação ambiental foram: conforto térmico; maior transparência e vista para o exterior. Embora a percepção sobre questões de iluminação artificial tenha sido similar nos dois prédios, no contexto geral, o prédio com certificação foi melhor avaliado pelos entrevistados. Segundo 84% dos respondentes as estratégias de conforto, segurança e bem-estar do prédio certificado levam ao aumento da qualidade de produção.

## 5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como sugestões para trabalhos futuros, recomenda-se:

- análise da pós-ocupação de mais prédios certificados localizados no Brasil, especificamente no Rio Grande do Sul.

- análise do desempenho da ampliação do “Prédio A” (também prevista para obter certificação LEED nível Gold) ao longo da pós-ocupação.

- continuação de aplicação do Protocolo de medição de performance de prédios comerciais - guia de boas práticas da ASHRAE -, níveis (2) diagnóstico de medição e (3) análise avançada.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5413**: Iluminação de Interiores. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16401-2**: Instalações de Ar Condicionado – Sistemas Centrais e Unitários. Parte 2: Parâmetros de Conforto Térmico. Rio de Janeiro, 2008.

AGOPYAN, V. **Agenda 21 para a construção sustentável**. Rotterdam/São Paulo: International Council for Research and Innovation in Building and Construction, 2000.

AGOPYAN, V.; JOHN, V. M. **O Desafio da Sustentabilidade na Construção Civil**. 1.<sup>a</sup> ed. São Paulo: Blucher, 2011.

ALIGLERI, L.; ALIGLERI, L. A.; KRUGLIANSKAS, I. **Gestão Socioambiental: Responsabilidade e Sustentabilidade do Negócio**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

BARBISAN, A. O. et al. Impactos ambientais causados pela construção civil. **Unoesc & Ciência-ACSA**, v. 2, n. 2, p. 173-180, 2012.

BARROSO, L. P. M. **Construção sustentável: Soluções Comparativas para o Uso Eficiente da Água nos Edifícios de Habitação**. 2010. 97 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Nova de Lisboa, Lisboa. 2010.

BELL, S.; MORSE, S. **Measuring Sustainability: Learning From Doing**. 1.<sup>a</sup> ed. Londres: Routledge, 2003.

BEN. Balanço energético nacional. Relatório Síntese ano base 2013. 2014.

BENINI, H. et al. **Análise simplificada da sustentabilidade pós-ocupação de um edifício comercial**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2003.

BORDASS, B.; LEAMAN, A. Making feedback and post-occupancy evaluation routine 1: A portfolio of feedback techniques. **Building Research & Information**, v. 33, n. 4, p. 347–352, 2005.

BORDASS, B.; LEAMAN, A. Making feedback and post-occupancy evaluation routine 2: Soft landings – involving design and building teams in improving performance. **Building Research & Information**, v. 33, n. 4, p. 353-360, 2005.

BORDASS, B.; LEAMAN, A. Making feedback and post-occupancy evaluation routine 3: Case studies of the use of techniques in the feedback portfolio. **Building Research & Information**, v. 33, n. 4, p. 361-375, 2005.

BORDASS, B.; LEAMEN, A. **Are users more tolerant of “green” buildings?** Building Research & Information, v. 35, n. 6, p. 662–673, 2007.

BORDASS, B.; LEAMEN, A. **A new professionalism: remedy or fantasy?** v. 41, n. 1, p. 1–7, 2013.

BRUNDTLAND, G. H. **Report of the World Commission on environment and development: our common future.** United Nations, 1987.

CAIXA. **Produtos e Serviços Sustentáveis: Selo Caixa Azul.** Disponível em: <[http://www14.caixa.gov.br/portal/rse/home/produtos\\_servicos/selo\\_casa\\_azul](http://www14.caixa.gov.br/portal/rse/home/produtos_servicos/selo_casa_azul)>. Acesso em: 2 fev. 2015.

CARVALHO, J. **Análise de Ciclo de Vida Ambiental Aplicada à Construção Civil: Estudo de Caso: Comparação entre Cimentos Portland Com Adição de Resíduos.** 2002. 180 p. Dissertação (Pós-Graduação em Construção Civil) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo. 2002.

CBIC - Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Construção Civil cresce 1,4% em 2012** Câmara Brasileira da Indústria da Construção, Out 2013. Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br/menu/home/construcao-civil-cresce-14-em-2012>>. Acesso em: 29 jan. 2015.

CIDELL, J.; BEATA, A. Spatial variation among green building certification categories: Does place matter?. **Landscape and urban planning**, v. 91, n. 3, p. 142-151, 2009.

CORNETET, M.C. **Recomendações para especificações de vidros em edificações comerciais na região climática de Porto Alegre - RS.** 2009, 168f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal da Santa Maria. Rio Grande do Sul. 2009.

COUTO, J. P; COUTO, A. M. Construction sites environment management; establishing measures to mitigate the noise and waste impact. In: **SB07 Sustainable construction, materials and practices: challenges of the industry form the new millenium.** Proceedigns. Portugal. Lisboa. 2007.

DEMANBORO, A. C.; FERRÃO A.M.A.; MARIOTONI, C. A. **Desafios da sustentabilidade sob o enfoque do estoque de recursos naturais.** Artigo Científico. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo - UNICAMP. 2004.

DRUSZCZ, M. T. **Avaliação dos aspectos ambientais dos materiais de construção civil - uma revisão bibliográfica com estudo de caso do bloco cerâmico.** 2002. Dissertação de mestrado - PGCC- Universidade Federal do Paraná. 2002.

DIAMOND. R; OPITZ M.; HICKS T.; VON NEIDA B.; HERRERA S. Evaluating the energy performance of the first generation of LEED certified commercial buildings. In: **Proceedings of the 2006 ACEEE summer study of energy efficiency in buildings.** Vol. 3. pag. 41-52. American Council for an energy-efficient economy, Washington. D.C. 2006.

EASTERBY-SMITH, Mark et al. Evaluating Action Learning. **Action Learning: Assessing The Value,** Hampshire, v. 7, n. 2, p. 347–354, 1997.

EDWARDS, A. R. **The Sustainability Revolution: Portrait of a Paradigm Shift**. 1.<sup>a</sup> ed. Vancouver: New Society Publishers, 2005.

ELKINGTON, J. Chapter 1. In: ELKINGTON, John. **Enter The Triple Bottom Line: The Triple Bottom Line**. 1.<sup>a</sup> ed. Londres: Earthscan Publications Ltd., 2004.

FUNDAÇÃO VANZOLINI. **Referencial Técnico de Certificação: Edifícios do setor de serviços - Processo Aqua**. São Paulo: FCAV, 2008.

FUNDAÇÃO VANZOLINI. **Referencial Técnico de Certificação: Edifícios do setor de serviços - Processo Aqua**. Fundação Vanzolini e Processo AQUA, 2008. Disponível em: <[http://www.vanzolini.org.br/download/RT\\_Hoteis\\_V0\\_junho2008.pdf](http://www.vanzolini.org.br/download/RT_Hoteis_V0_junho2008.pdf)>. Acesso em: 2 fev. 2015.

FUNDAÇÃO VANZOLINI. **Portal da Fundação Vanzolini**. Disponível em: <<http://www.vanzolini.org.br/>>. Acesso em: 2 fev. 2015.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: editora Atlas, v. 5, 2002.

GONÇALVES, J. C. S.; DUARTE, D. H. S. Arquitetura sustentável: uma integração entre ambiente, projeto e tecnologia em experiências de pesquisa, prática e ensino. **Ambiente construído**, v. 6, n. 4, p. 51–81, 2006.

**Green Building Council Brasil**. Site oficial. Disponível em: <[www.gbcbrazil.org.br](http://www.gbcbrazil.org.br)>. Acesso em: 29 jan. 2015.

HAWKEN, P.; LOVINS, A.; LOVINS, L. H. **Natural capitalism: Creating The Next Industrial Revolution**. 1.<sup>a</sup> ed. Colorado: Rocky Mountain Institute, 1999. 416 p.

HITCHCOCK, D. E.; WILLARD, M. L. **The Step-by-Step Guide to Sustainability Planning: How to Create and Implement Sustainability Plans in Any Business or Organization**. 1.<sup>a</sup> ed. Londres: Earthscan, 2008.

HUNN, B. D.; BOCHAT, J. Measurement of Commercial Building Performance. **ASHRAE Journal**, p. 66–71. 2015.

JOHN, V.M. **Reciclagem De Resíduos Na Construção Civil: Contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 2000.

JOHN, V. M.; OLIVEIRA, D. P.; AGOPYAN, V. **Critérios de sustentabilidade para a seleção de materiais e componentes – uma perspectiva de países em desenvolvimento**. Departamento de Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo (USP). 2006.

KULATUNGA, U. et al. Attitudes and perceptions of construction workforce on construction waste in Sri Lanka. **Management of Environmental Quality: An International Journal**, v. 17, n. 1, p. 57–72, 2006.

KUHN, E. A. **Avaliação da sustentabilidade ambiental do protótipo de habitação de interesse social Alvorada**. 2006. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Porto Alegre. 2006.

LEAMAN, A.; BORDASS, Bill; STEVENSON, Fionn. Building Evaluation: Practice and Principles. **Building Research & Information**, v. 38, n. 5, p. 564-577, 2010.

LEE, Y. S.; GUERIN, D. A. Indoor Environmental Quality Differences Between Office Types In LEED-Certified Buildings In The US. **Building and Environment**, v. 45, n. 5, p. 1104–1112, 2010.

LEE, Y. S.; KIM, S.-K. Indoor Environmental Quality in LEED-Certified Buildings in the U.S. **Journal of Asian Architecture and Building Engineering**, Indoor Environmental Quality in LEED-Certified Buildings in the U.S. v. 7, n. 2, p. 293–300. 2008.

MACIEL, A. A.; FORD, B.; LAMBERTS, R. Main influences on the design philosophy and knowledge basis to bioclimatic integration into architectural design—The example of best practices. **Building and Environment**, v. 42, n. 10, p. 3762–3773, 2007.

MARAN, M. **Manutenção Baseada em Condição Aplicada a um Sistema de Ar Condicionado Como Requisito para Sustentabilidade de Edifícios de Escritório**. 2011. 121 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica de São Paulo, São Paulo. 2011.

MATEUS, R. F. M. da S. **Novas tecnologias construtivas com vista à sustentabilidade da construção**. 288p. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Braga. 2004.

MONTES, M. A. T. **Diretrizes para incorporar conceitos de sustentabilidade no planejamento e projeto de arquitetura residencial multifamiliar e comercial em Florianópolis**. 188p. 2005. Dissertação (Mestrado). Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina. UFSC. 2005.

MOREIRA, A. C. **Conceitos de ambiente e de impacto ambiental aplicáveis ao meio urbano**. Material didático da disciplina de Pós-graduação AUP 5861 - Políticas públicas de proteção do ambiente urbano. São Paulo. 1999.

MOURA, L. A. A. **Qualidade e gestão ambiental: sugestões para implantação das normas ISO 14.000 nas empresas**. São Paulo: Editora Oliveira Mendes. 1998.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME); EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Balanco Energético Nacional 2014 - Ano Base 2013**. Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética (EPE), 2014.

NEWSHAM, G. R.; MANCINI, S.; BIRT, B. J. Do LEED-certified buildings save energy? **Yes, but... Energy and Buildings**, v. 41, n. 8, p. 897-905, 2009.

OLIVEIRA, L. H. **Metodologia para implantação de programa de uso racional de água em edifício**. 1999. 344 f. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica Universidade de São Paulo. 1999.

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

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

PROCELINFO: CENTRO BRASILEIRO DE INFORMAÇÃO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA. **Etiquetagem em Edificações**. Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View={89E211C6-61C2-499A-A791DACD33A348F3}>>. Acesso em: 2 fev. 2015.

PINHEIRO, A P.B.**Reuso de Água na Climatização: Água Reutilizada Proporciona Eficiência**. Disponível em: <<http://www.engenhariaarquitectura.com.br/noticias/384/Reuso-de-agua-na-climatizacao.aspx>>. Acesso em: 30 dez. 2014.

PINHEIRO, M.D. Ambiente e Construção Sustentável. **Instituto do Ambiente, Amadora**, 2006.

PITTS, A. **Planning and Design Strategies for Sustainability and Profit: Pragmatic sustainable design on building and urban scales**. New York: Architectural Press, 2004.

PINHEIRO, M. D.; SOARES, L. **Contributo para os mecanismos de ponderação dos critérios, no sistema Lidera, para avaliação ambiental da construção sustentável**. Artigo científico. Lisboa. 2005.

RANGEL, J. **LEED V4: A Nova Versão da Certificação Sustentável e Suas Atualizações**. 2014. Disponível em: <<http://sustentarqui.com.br/construcao/leed-v4-nova-versao-da-certificacao-sustentavel-e-suas-atualizacoes/>>. Acesso em: 13 set. 2014.

ROCKY MOUNTAIN INSTITUTE et al. **Green Development: Integrating Ecology and Real Estate**. New York: John Wiley & Sons, 1998.

SATLER, M. A. **Edificações e Comunidades Sustentáveis: Atividades em desenvolvimento no NORIE/UFRGS**. 2003. In: Vº Seminário de Transferência y Capacitación para viviendas de interés social. San Lorenzo. Paraguai.

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

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

SILVA, V.G. Indicadores de sustentabilidade de edifícios: estado da arte e desafios para desenvolvimento no Brasil. **Ambiente Construído**, v. 7, n. 1, p. 47-66, 2007.

SILVA, V. G.; FIGUEIREDO, F. G. Processo de Projeto Integrado e desempenho ambiental de edificações: os casos do SAP Labs Brazil e da Ampliação do CENPES Petrobras. **Ambiente Construído**, v. 12, n. 2, p. 97-119, 2012.

SOUZA, U. E. L. et al. **Diagnóstico e combate à geração de resíduos na produção de obras de construção de edifícios: uma abordagem progressiva**. **Ambiente Construído**, v. 4, n. 4, p. 33-46, 2008.

SJÖSTROM, C. Durability and sustainable use of building materials. 1992. In: LIEWELLYN, J.W.; DAVIES, H. (Eds.) **Sustainable use of materials**. Londres: (BRE/RILEM). 1992.

STOTT, Rory. **LEED v4: Better than the LEEDs that Came Before?** 2013. Disponível em: <<http://www.archdaily.com/452760/leed-v4-better-than-the-leeds-that-came-before/>>. Acesso em: 13 set. 2014.

STUERMER, M.M.; BEDENDO, I.A.; FELIPETTE, P. A Certificação Verde LEED: reflexão de sua aplicação frente à Agenda 21Global. In: Congresso Internacional Sustentabilidade e Habitação de Interesse Social, p. 10, 2010, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: PUCRS, 2010.

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

TORCELLINI, P. **Lessons learned from the field evaluation of six high-performance buildings**. 2004. In: Proceedings of the 2004 ACEEE summer study. Washington. D.C.

TRUSTY, W. B. **Introducing and Assessment Tool Classification System**. Advanced building Newsletter. n. 25 p. 18. 2000. Disponível em: <<http://www.athenasmi.ca/publications/publications.html>>. Acesso em: 07 jan. 2015.

TURNER, C.; FRANKEL, M. **Energy Performance of LEED for New Construction Buildings - Final Report**. New Buildings Institute. White Salmon, WA.2008.

VOLLENBROEK, F. A. Sustainable development and the challenge of innovation. **Journal of Cleaner Production**, v. 10, n. 3, p. 215-223, 2002.

WAY, Mark; BORDASS, Bill. Making Feedback And Post-Occupancy Evaluation Routine 2: Soft landings—involving design and building teams in improving performance. **Building Research & Information**, v. 33, n. 4, p. 353–360, 2005.

YIN, Robert K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

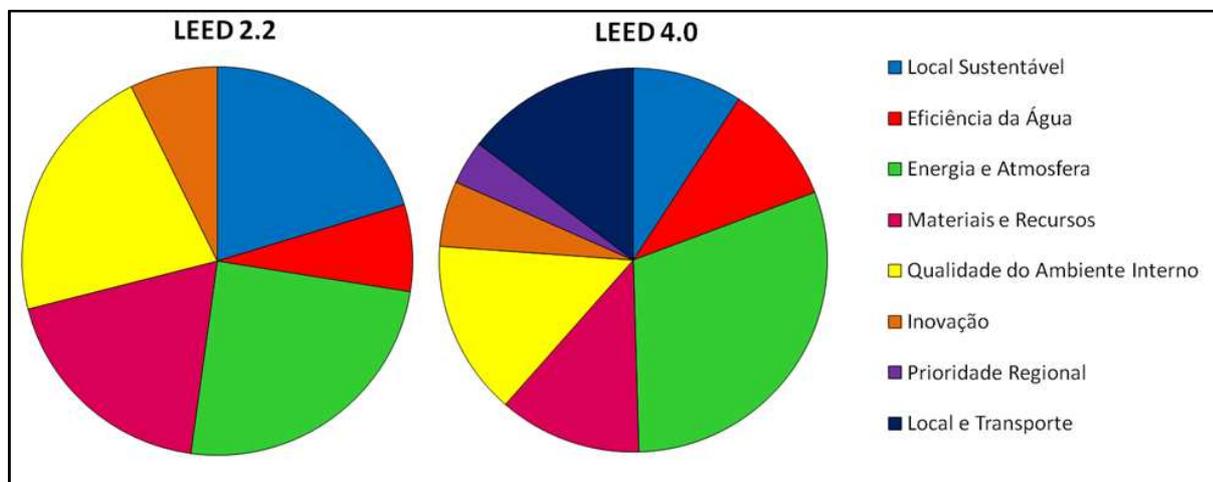
## **APÊNDICE A - LEED VERSÃO 2.2 (EM ANÁLISE NESTE ESTUDO) X VERSÃO 4.0 (ATUAL)**

O LEED já apresentou várias versões do sistema, v1.0; v2.0, v2.1, v2.2; v2009; v4.

Com o objetivo de corrigir problemas, elevar os padrões técnicos e manter sua qualidade, uma nova versão da certificação LEED é desenvolvida, em média, a cada 3 anos. A versão 4.0, a mais recente, foi lançada no segundo semestre de 2013 e apresenta modificações estruturais e de processo, principalmente atualizações técnicas visando aumentar as exigências ao mercado.

Uma das maiores mudanças ao sistema LEED na versão 4.0 é na categoria de materiais e recursos, que passou a exigir um maior entendimento e transparência dos produtos sendo usados no prédio e de onde estes vêm. Há um maior foco também no ciclo de vida dos materiais, com novos créditos que premiam produtos com Declaração Ambiental de Produtos (DAPs), um aumento nos requerimentos de informes para matéria-prima, incluindo lugares de extração e compromissos ambientais por parte dos fornecedores (RANGEL, 2014). Além disso, nesta nova versão, o LEED exige a apresentação de um Planejamento de Gerenciamento de Resíduos, como pré-requisito.

Enquanto a versão 2.2 possibilitava que o prédio obtivesse até 69 pontos, a versão 4.0 apresenta até 110 créditos para novas construções. Mesmo assim, os pontos necessários para certificação e para a classificação em prata, ouro e platina, mantiveram a mesma proporção em relação ao total das versões anteriores. A Figura A 1 a seguir compara a distribuição dos pontos, por categoria, nas versões 2.2 e 4.0.



**Figura A 1 – Comparação da distribuição das categorias no LEED 2.2 e LEED 4.0**

Fonte: GBC (2015).

Duas novas categorias: “Local e Transporte” e “Prioridade Regional” foram adicionadas. A categoria “Local e Transporte” inclui, entre outros, créditos para incentivar a construção em áreas com restrições de desenvolvimento (como centros históricos), áreas com infraestrutura já existente, acesso a trânsito de qualidade, e também créditos que incentivam a utilização de transportes sustentáveis e que, na versão anterior, faziam parte da categoria “Local Sustentável”. A categoria “Prioridade Regional” apresenta créditos que antes estavam na categoria “Materiais e Recursos”.

Entre as principais críticas às antigas versões do sistema LEED, está a facilidade de se conseguir a certificação focando apenas nos créditos mais baratos e fáceis e, possivelmente, ignorando os créditos que possuem maiores impactos. A solução proposta pela nova versão do LEED para combater estas críticas é a introdução de novos pré-requisitos nas categorias de “Eficiência de Água” e “Energia e Atmosfera”, impossibilitando que estes sejam ignorados.

Na categoria de “Eficiência da Água” foi aumentada a pontuação que pode ser atingida com o gerenciamento de água da chuva; os créditos relacionados à redução do uso de água (interna e externa) e a medição do consumo de água tornaram-se pré-requisitos. Além disso, foram adicionados créditos para os empreendimentos que reduzirem o consumo de água potável em torres de resfriamento.

Na categoria “Energia e Atmosfera”, foi adicionada a medição do consumo de energia como pré-requisito. Novos créditos foram adicionados para produção de energias renováveis, medição do consumo de energia e, também, um crédito para responder à demanda de consumo e aumentar a participação em tecnologias e programas que tornam os sistemas de geração e distribuição de energia mais eficientes.

Em “Qualidade do Ambiente Interno”, as maiores mudanças foram a adição de pontos para a qualidade da vista, desempenho acústico e estratégias aprimoradas para melhoramento da qualidade do ar interno.

As categorias “Local Sustentável” e “Inovação” apresentaram poucas mudanças.

Um novo crédito criado na versão 4.0 da certificação, não incluído em nenhuma das categorias, é o de “Design Integrado” que pontua a equipe de construção que se reunir nos primeiros estágios de projeto e demonstrar conhecer profundamente acerca do processo integrado na concepção do projeto. Este crédito leva em consideração que os projetos sustentáveis tendem a ser mais bem elaborados quando projetados de forma colaborativa por pessoas com experiência em diferentes áreas (STOTT, 2013).

Para disponibilizar a certificação LEED para uma porção ainda maior da indústria da construção, a nova versão inclui também adaptações para centros de dados, armazéns, centros de distribuição, hotéis, escolas já existentes, estádios, centros de convenções e projetos residenciais.

## **APÊNDICE B - PRÉ-REQUISITOS E CRÉDITOS TENTADOS E OBTIDOS, E SOLUÇÕES DE PROJETOS ADOTADAS**

### **Categoria Local Sustentável**

Pré-requisito 1: Prevenção de poluição das atividades de construção – este item aborda uma medida de execução, onde o profissional acreditado do LEED descreve as medidas tomadas para elaboração e cumprimento do Plano de Controle de Erosão e Sedimentação, conforme abaixo:

- 1) Lava rodas: uma estrutura de lavação de rodas foi construída na entrada da obra. Cada caminhão que deixava a obra foi lavado a fim de evitar o transporte de solo da obra para áreas exteriores do campus. A água proveniente de lavação de rodas foi capturada e naturalmente filtrada para ser reutilizada novamente.
- 2) Cerca de filtro: considerando o fluxo de água localizada no lado direito da obra, uma cerca de filtros foi construída, para evitar qualquer transporte de sedimentos para este fluxo. A vedação do filtro foi construída com polietileno (0,27 mm de espessura).
- 3) Proteção de entradas de drenagem para águas pluviais: os esgotos de águas pluviais no local foram protegidos por meio de uma contenção de polietileno (0,27 mm de espessura), para evitar o transporte de sedimentos durante tempestades. Em torno da contenção, um anel de 20 centímetros de cascalho foi montado para reter sedimentos.
- 4) Delimitação em torno da obra: para evitar o transporte de sedimentos a partir da obra para áreas externas do terreno, a base da vedação foi protegida com uma barreira de polietileno.
- 5) Poluição do ar e controle de prevenção de poeira: a fim de minimizar os impactos da poluição do ar e pó gerado pelas atividades de construção, estradas foram pavimentadas provisoriamente com cascalho e barro, e foram molhadas durante o tempo seco.
- 6) Drenos de águas pluviais: drenos foram construídos utilizando brita n ° 1, para evitar o transporte de sedimentos em dias de chuva.
- 7) Lavagem de caminhões de concreto: antes de deixar a obra, todos os caminhões contendo concreto foram lavados para evitar a contaminação de áreas externas. A água

gerada a partir do processo de lavagem, foi passada através de uma membrana geotêxtil e foi levada a um reservatório para ser reutilizada.

- 8) Controle de supressão vegetal: atividades de infraestrutura, a preparação da terra e a instalação provisória executada perto da vegetação, foram construídos sem danificar quaisquer árvores existentes. Todas as árvores foram protegidas por uma cerca de plástico, incluindo zona de raízes.
- 9) Armazenamento do solo: o solo removido do terreno da obra foi armazenado na área da futura fase de ampliação. O volume estimado solo foi por volta de 1.500m<sup>3</sup>.

Crédito 1: Escolha do local – este item é uma medida de projeto, pois iniciou quando a empresa se estabeleceu em um escritório dentro do campus de uma universidade. Para acomodar o crescimento futuro e para fornecer um escritório permanente, a empresa planejou a construção do prédio que seria a sede, ainda dentro do campus da universidade, com área equivalente a 23.014,39 m<sup>2</sup>, considerada uma área desenvolvida e consolidada. O projeto não foi desenvolvido dentro de 100 metros de qualquer zona úmida, ou no limite de 50 metros de qualquer córrego de água. Além disso, o terreno não se enquadra em qualquer terra fértil ou utilização como parque público, e não se caracteriza como habitat de espécies ameaçadas.

Crédito 2: Densidade de desenvolvimento & conectividade com a comunidade – este item é uma medida de projeto, que estabelece 29 serviços na vizinhança, entre livraria, centros de cópias, LAN house (estabelecimento para uso de internet), capela, restaurantes, correio, bancos, cabeleireiro, farmácia, enfermagem, agência de viagens, ginásio de esportes e área residencial.

Crédito 4.2: Transportes alternativos: bicicletário e vestiário – este item é uma medida de projeto, que estabelece que o número equivalente ao tempo integral de ocupação de usuários é de 374 ocupantes. O projeto também estabelece o período de pico transiente (estudantes, visitantes, clientes) de 26 ocupantes, totalizando 400 usuários. Foi estabelecido 20 suportes de bicicleta, a uma distância de 78m da entrada do prédio. O LEED requer 2 chuveiros/vestiários para o prédio, porém a empresa acabou executando 7 unidades. A empresa também fornece

cinco bicicletas para incentivar o transporte ecologicamente correto dentro do campus da Universidade.

Crédito 4.3: Transportes alternativos: combustível não poluente – este item é uma medida de projeto, onde 65 vagas de estacionamento foram fornecidas para cumprir com a demanda da empresa. Quatro vagas de estacionamento foram designadas para veículos que estiverem utilizando combustível não poluente.

Crédito 4.4: Transportes alternativos: capacidade do estacionamento – este item é uma medida de projeto, pois das 65 vagas de estacionamento fornecidos para cumprir com a demanda da empresa, quatro vagas são destinadas a carros/vans coletivas, totalizando 6,2% dos 5% requeridos. A empresa oferece ônibus fretados para transportar os funcionários. Somente diretores, gerentes e funcionários de hierarquia superior têm vagas de estacionamento de carros permanentemente reservadas. As demais vagas de estacionamento são alocadas aos visitantes e usuários.

Crédito 5.1: Desenvolvimento do local: proteção ou restauro de habitat – este item é uma medida de projeto, pois a área reservada para plantio de espécies nativas corresponde a 12.724m<sup>2</sup> (62% da área do terreno, excluindo a área de projeção do prédio, ficando acima dos 50% requeridos pelo LEED). O projeto de paisagismo utiliza 100% de espécies nativas ou adaptadas.

Crédito 5.2: Desenvolvimento do local: maximização de espaço aberto – este item é uma medida de projeto, pois a área verde corresponde a 12.724m<sup>2</sup>, sendo maior que a área de projeção do prédio que é 3.286m<sup>2</sup>.

Crédito 7.1: Efeito ilha de calor, exceto telhado (estacionamento, calçadas, vias...) – este item é uma medida de projeto, e foi utilizada como material de pavimentação, o basalto, a brita de basalto e argamassa de cimento. Todos estes materiais possuem 0.35 de índice de refletância e 0.90 de emissão, totalizando 38 de índice de reflexão solar. Sendo assim, o crédito atingiu 100% de área qualificada para estratégia de redução de ilha de calor, uma vez que todos os materiais escolhidos possuem índice de reflexão solar de 38.

Crédito 7.2: Efeito ilha de calor, telhado – este item é uma medida de projeto, e foi utilizada como material de cobertura a brita branca, que possui 0.65 de índice de refletância e 0.90 de emissão, totalizando 79 de índice de reflexão solar. Sendo assim, o crédito atingiu 100% de percentual de área compatível com a área de cobertura, uma vez que o material escolhido possui índice de reflexão solar de 79.

### **Categoria “Eficiência da Água”**

Crédito 1.1 e 1.2: Uso eficiente de água no paisagismo, reduzir em 50% e Uso eficiente de água no paisagismo, não utilização de água potável ou sem irrigação – este item é uma medida de projeto, pois a água utilizada na irrigação é 100% fornecida pela estação de tratamento de esgoto no local. Os equipamentos de irrigação misturam aspersores + tecnologias de irrigação por gotejamento. Uma grande área do terreno utiliza arbustos nativos adaptados ("vedélias"), que não necessitam de um sistema de irrigação permanente. Neste crédito houve 100% de redução de água potável (ganhando 2 pontos na certificação) e 75.4% de redução no consumo total de água.

Crédito 2: Tecnologias inovadoras para águas residuais – este item é uma medida de projeto, onde a ETE foi projetada para suprir e gerar exatamente a quantidade total necessária para suprir este uso, tornando 100% a economia de água potável neste crédito. Esta solução reduz 460% de transporte de esgoto para a cidade, quando o LEED requer que este número seja apenas de 50%.

Crédito 3.1 e 3.2: Redução do uso de água: 20% de redução e Redução do uso de água:30% de redução – este item é uma medida de projeto, pois foi considerada 50% de ocupação masculina e 50% de ocupação feminina no prédio, totalizando 374 usuários fixos. Todos os banheiros masculinos possuem mictórios. Neste projeto, foram instalados limitadores de fluxo nos mictórios, arejadores de vazão nos sanitários, torneiras de pia e chuveiros e válvulas de descarga dupla com botão de alto e baixo fluxo.

### **Categoria “Energia e Atmosfera”**

Pré-requisito1: Comissionamento fundamental dos sistemas prediais de energia – este item é uma medida de projeto e execução, pois o processo de comissionamento das instalações foi iniciado pela empresa de gerenciamento de construção através do planejamento e comissionamento do projeto, baseado em uma equipe que misturava projetistas de diferentes especialidades, fiscais de construção e representantes do cliente. Essa equipe elaborou um projeto para um plano de comissionamento e começou a incorporação de requisitos em documentos da construção, sendo validada pela autoridade comissionadora.

Uma vez verificada a instalação e desempenho dos sistemas comissionados, foi elaborado um Relatório de Comissionamento das seguintes especialidades: Instalações elétricas e execução de instalações, conforto visual, instalações hidros sanitárias, bombas de água, sistema de climatização, sistemas de automação, segurança/monitoramento e sistemas de iluminação.

Pré-requisito2: Desempenho energético mínimo – este item é uma medida de projeto e execução, pois todas as disciplinas do projeto atenderam às disposições obrigatórias para o edifício (Seção 5.4); HVAC (Seção 6.4), aquecimento de água de serviço (Seção 7.4), energia (Seção 8.4), iluminação (Seção 9.4), e outros equipamentos (Seção 10.4) da ASHRAE / IESNA Standard 90.1-2.004.

Foi utilizado um *software* para documentar melhor o desempenho energético do edifício sob o crédito1 desta categoria, desenvolvido pelo engenheiro de projeto de climatização, com base na integração das informações fornecidas pelo cliente (horário de operação e características) e demais projetos envolvidos.

Pré-requisito3: Gestão de refrigerantes – este item é uma medida de projeto, pois foi especificado máquinas *Chillers* que utilizam fluido refrigerante HFC-134a e máquinas “splits” que utilizam o fluido refrigerante R-22.

Crédito 1: Otimização de desempenho energético – este item é uma medida de projeto e para isso foi utilizado o software HAP 4.34 desenvolvido pelo fabricante Carrier, para comprovar o cálculo de avaliação de desempenho.

Crédito 3: Comissionamento adicional – este item é uma medida de projeto, pois foram atendidos todos os itens adicionais de comissionamento.

Crédito 4: Gestão adicional de refrigerantes – este item é uma medida de projeto e o resultado do total de impacto de fluido refrigerante é de 22,667, quando o LEED solicita que este número seja menor ou igual a 100.

Crédito 5: Mensuração e Verificação – este item é uma medida de projeto e execução, pois todos os itens que Plano de Medição e Verificação aborda e considera, foram atendidos.

### **Categoria “Materiais e Recursos”**

Pré-requisito1: Armazenamento e coleta de resíduos – este item é uma medida de projeto pois existe no edifício uma área que contempla espaço de coleta de plásticos, metais, papel, cartolina e vidro.

Crédito 2.1 e 2.2: Gestão de resíduos de construção, evitar aterro de 50% dos RCD e Gestão de resíduos de construção, evitar aterro de 75% dos RCD – este item é uma medida de execução, pois foi preenchida uma tabela contendo a descrição do material de aterro, nome do local a ser destinado e a quantidade de resíduo a ser enviado. No total, o valor de percentagem total de resíduos de construção desviados dos aterros de 96.66%, quando o LEED requer que seja de no mínimo 50%.

Crédito 4.1 e 4.2: Teor reciclado, 10% (pós-consumo +1/2 pós-industrial) e Teor reciclado, 20% (pós-consumo +1/2 pós-industrial) – este item é uma medida de execução, pois foi realizado um controle através de uma matriz contendo o nome do material, seu fornecedor, custo, conteúdo reciclado pós-consumo, conteúdo reciclado pré-consumo e a fonte de informação do conteúdo reciclado. No total, o valor de material reciclado em percentagem do custo total de materiais foi de 22.44%, quando o LEED requer que seja de no mínimo 10%.

Crédito 5.1 e 5.2: Materiais regionais, 10% extraído, processado e manufaturado regionalmente e Materiais regionais, 20% extraído, processado e manufaturado regionalmente – este item é uma medida de execução, pois foi realizado um controle através de uma matriz contendo as seguintes informações: nome do produto, fornecedor, custo total do produto, percentagem compatível, valor do produto compatível, distância da coleta da matéria prima,

distância do fornecedor em relação à obra e a fonte de informação da matéria prima e fornecedor. No total, o valor de material local em percentagem do custo total de materiais foi de 38.25%, quando o LEED requer que seja de no mínimo 10%.

Crédito 7: Madeira certificada – este item é uma medida de execução, pois foi realizado um controle através e uma matriz contendo as seguintes informações: nome do produto, fornecedor, custo do produto, percentagem de componente de madeira, Percentual de madeira certificada “FSC” de componente madeira, número do certificado “FSC” de cadeia de custódia da fatura do fornecedor. No total, o valor de madeira certificada “FSC” em percentagem do custo total de materiais de madeira foi de 100%, quando o LEED requer que seja de no mínimo 50%.

### **Categoria “Qualidade do Ambiente Interno”**

Pré-requisito 1: Desempenho mínimo de controle do ar interno – este item é uma medida de projeto, pois a entrada de ar externo de renovação ocorre no telhado, através de seis caixas de ventilação com filtros. Cada caixa atende um determinado setor do prédio, usando uma rede de distribuição de ar dutado para cada condicionador.

Pré-requisito 2: Controle de fumaça de cigarro – este item é uma medida de projeto, onde é proibido fumar dentro do prédio e para isso foram projetadas áreas externas de fumo a pelo menos 7.6m de distância de portas de acesso e janelas operantes.

Crédito 2: Aumento de ventilação – este item é uma medida de projeto e está vinculada ao pré-requisito 1, pois no projeto de máquinas renovadoras de ar apresentado, excedendo a ventilação mínima necessária em 30% em relação ao padrão de projeto.

Crédito 3.1: Plano de gestão de qualidade do ar interno (IAQ) durante à construção – este item é uma medida de execução, pois foi enviado uma cópia do Plano de gestão de qualidade do ar, assim como um relatório fotográfico comprovando que o Plano foi executado.

Crédito 4.1 e 4.2: Materiais de baixa emissão de VOC: adesivos e selantes e Materiais de baixa emissão de VOC: tintas e vernizes – este item é uma medida de execução, pois foi realizado um controle através de uma matriz contendo as informações de todos os materiais adesivos/selantes e tintas/vernizes internos utilizados na obra: fabricante do produto, nome do

produto/modelo, conteúdo VOC do produto, valor máximo de VOC permitido pelo SCAQMD e fonte de informação do conteúdo de VOC.

Crédito 4.3: Materiais de baixa emissão de VOC: sistemas de carpetes – este item é uma medida de execução, pois apenas um tipo de sistema de tapete foi utilizado na obra. Foi preenchida uma tabela contendo as informações do carpete utilizado na obra: fabricante do produto, nome do produto/modelo, se o carpete atende o CRI e fonte de informação do conteúdo do carpete.

Crédito 6.1: Controlabilidade dos sistemas de iluminação – este item é uma medida de projeto, pois garante 100% de estações de trabalho com controle individual de iluminação, quando o LEED pede que este número seja no mínimo 90%. Todas as posições individuais nas áreas de trabalho do plano aberto em cada andar, são servidas pelo protocolo DALI de automação com integração a luz do dia, o que faz com que o recurso de controle seja totalmente personalizável, a nível individual ou de seção. Existem sensores que medem a luz do dia e interagem com o DALI que controla a luz artificial automaticamente com “dimmer”. O mesmo ocorre para salas de diretores, salas de reuniões e auditórios.

Crédito 6.2: Controlabilidade dos sistemas de conforto térmico – este item é uma medida de projeto, pois requer um controle individual dos sistemas para no mínimo 50% dos ocupantes do edifício, além de prever janelas operantes para determinadas áreas e que o projeto siga os padrões da ASHRAE 55-2004 sobre as condições de conforto térmico no ambiente.

Crédito 7.1: Conforto térmico: projeto – este item é uma medida de projeto, pois propôs um sistema de HVAC em cumprimento com a norma americana ASHRAE 55-2004.

Crédito 7.2: Conforto térmico: monitoramento – este item é uma medida de execução e pós-ocupação, pois promoveu no período de 6 a 18 meses após a entrada dos usuários no prédio, uma pesquisa de satisfação do usuário quanto ao desempenho do conforto térmico na edificação.

Crédito 8.1: Iluminação natural e vistas para o exterior, Luz natural em 75% dos espaços – este item é uma medida de projeto, pois requer que o total de área regularmente ocupada com no mínimo 2% de fator de vidro seja no mínimo ou igual a 75%, e o projeto atingiu 92,81%.

Crédito 8.2: Iluminação natural e vistas para o exterior, vistas para 90% dos espaços – este item é uma medida de projeto, pois requer que o total de área regularmente ocupada com no mínimo ou igual a 90% de acesso a vistas exteriores, e o projeto atingiu 98,07%.

### **Categoria “Inovação e Processo de Projeto”**

Crédito 1.1, 1.2 e 1.4: Inovação no projeto – este item é uma medida de projeto, pois os itens abaixo foram considerados com resultados melhores do que o estabelecido pelo LEED, e por isso contabilizaram mais pontos:

- Desviar mais de 95% de detritos de construção e demolição em aterros e incineradores: A taxa de reciclagem final obtida neste projeto foi de mais de 96%.

- Redução na geração de efluentes e demanda de água potável em 50%. Com a implementação da ETE, o tratamento e reuso no local foi de 100% do esgoto gerado.

- Incentivar o manejo florestal ambientalmente responsável, atingindo 50% de uso de madeira reflorestada através da seleção de excelentes fornecedores, este número foi de 100% dos produtos de madeira certificados pelo FSC.

Crédito 2: Profissional credenciado LEED – este item é uma medida de projeto e execução, e um profissional credenciado do LEED foi contratado para este projeto e execução.

## APÊNDICE C - IDENTIFICAÇÃO DE PRÉ-REQUISITOS E CRÉDITOS A SEREM AVALIADOS (EFICIÊNCIA AMBIENTAL E INFLUÊNCIA DO USUÁRIO)

**Tabela C 1 – Categoria Local Sustentável.**

| Pré-requisitos e créditos LEED a serem avaliados                         | Soluções adotadas  | Pode-se comprovar eficiência ambiental na pós-ocupação?<br>S/N | Pode-se comprovar influência do usuário na pós-ocupação?<br>S/N | Por que?  |
|--|--|--|---|---|
| Pré-requisito 1: Prevenção de poluição das atividades de construção      | Projeto elaborou e implementou o Plano de Controle de Erosão e Sedimentação  | N  | N   | Trata-se de uma decisão de execução para atender o crédito  |
| Crédito 1: Escolha do local  | Projeto está implantado em terreno que atende as premissas de preservação natural  | N  | N   | Trata-se de uma decisão de projeto para atender o crédito   |
| Crédito 2: Densidade de desenvolvimento & conectividade com a comunidade | Projeto está implantado próximo à 29 serviços e estabelecimentos   | N  | N   | Trata-se de uma decisão de projeto para atender o crédito   |
| Crédito 4.2: Transportes alternativos: bicicletário e vestiário          | Projeto prevê 20 suportes de bicicleta e vestiários com 7 chuveiros  | N  | S   | Trata-se de uma decisão de projeto para atender o crédito, mas a percepção do usuário pode ser medida através do questionário |
| Crédito 4.3: Transportes alternativos: combustível não poluente          | Projeto prevê 65 vagas de estacionamento, sendo 4 delas reservadas para carros que estiverem utilizando combustível não poluente | N  | S   | Trata-se de uma decisão de projeto para atender o crédito, mas a percepção do usuário pode ser medida através do questionário |
| Crédito 4.4:   | Projeto prevê 65 vagas de  |  |   | Trata-se de uma   |

|   |  |   |   |   |
|---|--|---|---|---|
| Transportes alternativos: capacidade do estacionamento                                | estacionamento, sendo 4 delas reservadas para vans que fazem transporte coletivo     | N | S | decisão de projeto para atender o crédito, mas a percepção do usuário pode ser medida através do questionário |
| Crédito 5.1: Desenvolvimento do local: proteção ou restauro de habitat                | Projeto prevê 62% de área do terreno para plantio de espécies nativas                | N | N | Trata-se de uma decisão de projeto para atender o crédito   |
| Crédito 5.2: Desenvolvimento do local: maximização de espaço aberto                   | Área verde é maior que a área de projeção do prédio, atendendo os parâmetros do LEED | N | N | Trata-se de uma decisão de projeto para atender o crédito   |
| Crédito 7.1: Efeito ilha de calor, exceto telhado (estacionamento, calçadas, vias...) | Uso de basalto, brita de basalto e argamassa de cimento como pavimentação externa    | N | N | Trata-se de uma decisão de projeto para atender o crédito   |
| Crédito 7.2: Efeito ilha de calor, telhado  | Uso de brita branca na área laje de cobertura  | N | N | Trata-se de uma decisão de projeto para atender o crédito   |

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela C 2 – Categoria Eficiência da Água.

| Pré-requisitos e créditos LEED a serem avaliados  | Soluções adotadas   | Pode-se comprovar eficiência ambiental na pós-ocupação?<br>S/N | Pode-se comprovar influência do usuário na pós-ocupação?<br>S/N | Por que?   |
|---|---|--|---|--|
| Crédito 1.1: Uso eficiente de água no paisagismo, reduzir em 50%                                  | Uso de água não potável na irrigação, proveniente da ETE              | S  | N   | Dados da automação predial podem comprovar se o consumo esperado é atendido na realidade   |
| Crédito 1.2: Uso eficiente de água no paisagismo, não utilização de água potável ou sem irrigação |   |  |   |  |
| Crédito 2: Tecnologias inovadoras para águas residuais  | ETE   | S  | N   | Dados da automação predial podem comprovar se o consumo esperado é atendido na realidade   |
| Crédito 3.1: Redução do uso de água: 20% de redução   | Uso de água não potável (ETE) para descargas e mictórios.             | S  | S   | Dados da automação predial podem comprovar se o consumo esperado é atendido na realidade, e a percepção do usuário pode ser medida através do questionário |
| Crédito 3.2: Redução do uso de água: 30% de redução   | Uso de aeradores em torneiras e chuveiros abastecidos de água potável |  |   |  |

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela C 3 – Categoria Energia e Atmosfera.

| Pré-requisitos e créditos LEED a serem avaliados                              | Soluções adotadas   | Pode-se comprovar eficiência ambiental na pós-ocupação?<br>S/N | Pode-se comprovar influência do usuário na pós-ocupação?<br>S/N | Por que?   |
|---|---|--|---|--|
| Pré-requisito 1: Comissionamento fundamental dos sistemas prediais de energia | Atendimento de 6 solicitações do LEED   | N  | N   | Trata-se de uma decisão de execução para atender o crédito                               |
| Pré-requisito2: Desempenho energético mínimo                                  | Atendimento de todas as disciplinas quanto às disposições obrigatórias para o edifício, segundo a ASHRAE/IESNA Standard 90,1-2.004 (sem alterações) | S  | N   | Dados da automação predial podem comprovar se o consumo esperado é atendido na realidade |
| Pré-requisito3: Gestão de refrigerantes                                       | Especificação de <i>Chillers</i> e <i>Fan Coils</i> com refrigerante HFC-134a e splits com refrigerante R-22  | N  | N   | Trata-se de uma decisão de projeto para atender o crédito                                |
| Crédito 1: Otimização de desempenho energético                                | Utilização do software HAP 4.34 da Carrier, para comprovação do cálculo de avaliação de desempenho  | S  | N   | Dados da automação predial podem comprovar se o consumo esperado é atendido na realidade |
| Crédito 3: Comissionamento adicional  | Atendimento de 6 solicitações do LEED do pré-requisito + atendimento de 6 solicitações extras do LEED   | N  | N   | Trata-se de uma decisão de execução para atender o crédito                               |
| Crédito 4: Gestão   | Entrada dos dados de  |  |   | Trata-se de uma  |

|                                     |   |   |   |  |
|-------------------------------------|---|---|---|--|
| adicional de refrigerantes          | refrigerantes utilizados no projeto, a fim de calcular o impacto final gerado               | N | N | decisão de projeto para atender o crédito                  |
| Crédito 5: Mensuração e Verificação | Desenvolvimento e implementação de um plano de medida e verificação consistente com o IPMVP | N | N | Trata-se de uma decisão de execução para atender o crédito |

Fonte: Elaborado pela autora.

**Tabela C 4 – Categoria Materiais e Recursos.**

| Pré-requisitos e créditos LEED a serem avaliados                            | Soluções adotadas  | Pode-se comprovar eficiência ambiental na pós-ocupação?<br>S/N | Pode-se comprovar influência do usuário na pós-ocupação?<br>S/N | Por que?  |
|---|--|--|---|---|
| Pré-requisito 1: Armazenamento e coleta de resíduos                         | Foi previsto no projeto um espaço de coleta de plásticos, metais, papel, cartolina e vidro   | N  | S   | Trata-se de uma decisão de projeto para atender o crédito, mas a percepção do usuário pode ser medida através do questionário |
| Crédito 2.1: Gestão de resíduos de construção, evitar aterro de 50% dos RCD | Foi realizada uma tabela contendo a descrição do material de aterro, nome do local a ser destinado e a quantidade de resíduo a ser enviado | N  | N   | Trata-se de uma decisão de projeto e execução, para atender o crédito   |
| Crédito 2.2: Gestão de resíduos de construção, evitar aterro de 75% dos     |  |  |   |   |

## RCD

|   |  |   |   |  |
|---|--|---|---|--|
| Crédito 4.1: Teor reciclado, 10% (pós-consumo +1/2 pós-industrial)                      | Foi realizado um controle das seguintes informações: nome do material, seu fornecedor, custo, conteúdo reciclado pós-consumo, conteúdo reciclado pré-consumo e a fonte de informação do conteúdo reciclado   | N | N | Trata-se de uma decisão de execução para atender o crédito |
| Crédito 4.2: Teor reciclado, 20% (pós-consumo +1/2 pós-industrial)                      |  |   |   |  |
| Crédito 5.1: Materiais regionais, 10% extraído, processado e manufaturado regionalmente | Foi realizado um controle das seguintes informações: nome do produto, fornecedor, custo total do produto, percentagem, valor do produto, distância da coleta da matéria prima, distância do fornecedor em relação à obra e a fonte de informação da matéria prima e fornecedor | N | N | Trata-se de uma decisão de execução para atender o crédito |
| Crédito 5.2: Materiais regionais, 20% extraído, processado e manufaturado regionalmente |  |   |   |  |
| Crédito 7: Madeira certificada  | Foi realizado um controle das seguintes informações: nome do produto, fornecedor, custo, porcentagem de componente de madeira, percentual de madeira certificada “FSC” de componente madeira, número do certificado “FSC” da fatura do fornecedor                              | N | N | Trata-se de uma decisão de execução para atender o crédito |

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela C 5 – Categoria Qualidade do Ambiente Interno.

| Pré-requisitos e créditos LEED a serem avaliados                | Soluções adotadas  | Pode-se comprovar eficiência ambiental na pós-ocupação?<br>S/N | Pode-se comprovar influência do usuário na pós-ocupação?<br>S/N | Por que?  |
|---|--|--|---|---|
| Pré-requisito 1:<br>Desempenho mínimo de controle do ar interno | Foi previsto uma entrada de ar externo, através de seis caixas de ventilação com filtros. Cada caixa atende um setor do prédio, usando uma rede de distribuição de ar dutado para cada condicionador | N  | S   | Trata-se de uma decisão de projeto para atender o crédito, mas a percepção do usuário pode ser medida através do questionário |
| Pré-requisito 2:<br>Controle de fumaça de cigarro               | Foi prevista uma área de fumódromo respeitando os parâmetros do LEED   | N  | S   | Trata-se de uma decisão de projeto para atender o crédito, mas a percepção do usuário pode ser medida através do questionário |
| Crédito 2: Aumento de ventilação                                | Excedendo a ventilação em 30% em relação ao padrão de projeto  | N  | S   | Trata-se de uma decisão de projeto para atender o crédito, mas a percepção do usuário pode ser medida através do questionário |
| Crédito 3.1: Plano de Gestão de qualidade do ar                 | Foi enviado uma cópia do Plano de gestão de qualidade do ar, assim como um relatório fotográfico comprovando   | N  | N   | Trata-se de uma decisão de projeto e execução, para   |

|   |  |   |   |   |
|---|--|---|---|---|
| interno (IAQ) durante à construção                                      | que o Plano foi executado  |   |   | atender o crédito   |
| Crédito 4.1:<br>Materiais de baixa emissão de VOC: adesivos e selantes  | Foi realizado um controle com as seguintes informações de todos os materiais adesivos e selantes internos utilizados na obra: fabricante do produto, nome do produto/modelo, conteúdo VOC do produto, valor máximo de VOC permitido pelo SCAQMD e fonte de informação do conteúdo de VOC | N | N | Trata-se de uma decisão de projeto para atender o crédito   |
| Crédito 4.2:<br>Materiais de baixa emissão de VOC: tintas e vernizes    | Foi preenchida uma tabela contendo as informações do carpete utilizado na obra: fabricante do produto, nome do produto/modelo, se o carpete atende o CRI e fonte de informação do conteúdo do carpete  | N | N | Trata-se de uma decisão de projeto para atender o crédito   |
| Crédito 4.3:<br>Materiais de baixa emissão de VOC: sistemas de carpetes | 100% de estações de trabalho com controle individual de iluminação   | N | S | Trata-se de uma decisão de projeto para atender o crédito, mas a percepção do usuário pode ser medida através do questionário |
| Crédito 6.1:<br>Controlabilidade dos sistemas de iluminação             | Controle individual dos sistemas para no mínimo 50% dos ocupantes do edifício, além de prever janelas operantes para determinadas áreas  | N | S | Trata-se de uma decisão de projeto para atender o crédito, mas a percepção do usuário pode ser medida através do questionário |
| Crédito 6.2:<br>Controlabilidade dos sistemas de conforto térmico       | Sistema de HVAC “quente e frio”,   |   |   | Trata-se de uma   |
| Crédito 7.1:  |  |   |   |   |

|   |   |   |   |  |
|---|---|---|---|--|
| Conforto térmico:<br>projeto  | permitindo esfriar/esquentar e<br>desumidificar/umidificar o ar externo<br>em estações quentes e úmidas, bem<br>como períodos frios e secos, dentro<br>dos limites de conforto humano | N | N | decisão de projeto<br>para atender o<br>crédito  |
| Crédito 7.2:<br>Conforto térmico:<br>monitoramento  | Estudo de pós-ocupação com os<br>usuários, para saber se o conforto<br>térmico estabelecido está de acordo  | N | S | O relatório gerado<br>com os dados da<br>pós-ocupação não<br>pode ser<br>mensurado, mas a<br>percepção do<br>usuário pode ser<br>medida através do<br>questionário |
| Crédito 8.1:<br>Iluminação natural e<br>vistas para o<br>exterior, Luz natural<br>em 75% dos<br>espaços | Foi prevista uma grande área<br>regularmente ocupada, com 92,81% de<br>luz natural  | N | S | Trata-se de uma<br>decisão de projeto<br>para atender o<br>crédito, mas a<br>percepção do<br>usuário pode ser<br>medida através do<br>questionário                 |
| Crédito 8.2:<br>Iluminação natural e<br>vistas para o<br>exterior, vistas para<br>90% dos espaços       | Foi prevista uma grande área<br>regularmente ocupada, com 98,07% %<br>de vistas para o exterior   | N | S | Trata-se de uma<br>decisão de projeto<br>para atender o<br>crédito, mas a<br>percepção do<br>usuário pode ser<br>medida através do<br>questionário                 |

Fonte: Elaborado pela autora.

**Tabela C 6 – Categoria Inovação e Processo de Projeto.**

| Pré-requisitos e créditos LEED a serem avaliados | Soluções adotadas  | Pode-se comprovar eficiência ambiental na pós-ocupação? S/N | Pode-se comprovar influência do usuário na pós-ocupação? S/N | Por que?  |
|--|--|---|--|---|
| Crédito 1.1, 1.2 e 1.4: Inovação no projeto      | Medidas de projeto adicionais aos critérios foram implementadas, e resultaram em pontos adicionais de inovação | N   | N  | Trata-se de uma decisão de projeto para atender o crédito |
| Crédito 2: Profissional credenciado LEED         | Um profissional credenciado foi contratado   | N   | N  | Trata-se de uma decisão de projeto para atender o crédito |

Fonte: Elaborado pela autora.

## APÊNDICE D - QUESTIONÁRIO REALIZADO EM PORTUGUÊS, SOBRE A INFLUÊNCIA E PERCEPÇÃO DO USUÁRIO

### Pesquisa de Pós-Ocupação

Me chamo Cibele Antonioli e sou estudante do curso de mestrado no Programa de Pós-graduação de Engenharia Civil da UNISINOS. Estou realizando uma pesquisa sob supervisão da Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Andrea Parisi Kern onde você foi escolhido para colaborar com a sua opinião sobre a sua percepção de ambiente de um prédio certificado ambientalmente, com intuito de entender se um "prédio verde" é capaz de influenciar na qualidade de produção do seu usuário.

A participação nesse estudo é voluntária e para confirmá-la, basta que você responda ao e-mail de convite à pesquisa que lhe foi enviado junto com este Termo anexado, e na sequência o link com as perguntas on-line será enviado para você. A pesquisa tem duração aproximada de 3 minutos.

Na publicação dos resultados desta pesquisa, sua identidade será mantida no mais rigoroso sigilo. Serão omitidas todas as informações que permitam identificá-lo(a). Mesmo não tendo benefícios diretos em participar, indiretamente você estará contribuindo para a compreensão sobre a importância dos "prédios verdes" sob o ponto de vista do usuário e na influência de qualidade da sua produção neste ambiente de trabalho, assim como contribuirá na produção de conhecimento científico e social.

Qualquer dúvida relativa à pesquisa poderá ser esclarecida pela pesquisadora através do e-mail: [cibeleantonioli@gmail.com](mailto:cibeleantonioli@gmail.com)

\*Obrigatório

#### 1.Sexo: \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Feminino  
 Masculino

#### 2.Idade: \*

---

#### 3.Você é brasileiro ou estrangeiro? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Brasileiro  
 Estrangeiro

#### 4.Quantas horas por dia, em média, você passa neste prédio? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Menos do que 2 horas  
 Entre 2 e 4 horas  
 Entre 4 e 6 horas  
 Entre 6 e 8 horas  
 Mais do que 8 horas

**5. Este é seu primeiro emprego? \***

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não

**6. Em qual das opções abaixo você se encaixa? \***

Marcar apenas uma oval.

- Estagiário
- Efetivo (CLT)
- Terceiro

**7. Há quantos anos você trabalha na empresa? \***

Marcar apenas uma oval.

- Menos de 1 anos
- Entre 1 a 3 anos
- Entre 3 a 5 anos
- Mais de 5 anos

**8. Quais formas de transporte você utiliza para se deslocar até a empresa? \***

Marque todas que se aplicam.

- Bicicleta
- Carro
- Moto
- Ônibus
- Trêm
- Transporte Fretado

**9. Capacidade limitada no estacionamento te influencia a utilizar outras formas de transporte, que não o carro? \***

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não
- Indiferente

**10. Caso você utilize carro como meio de transporte, qual combustível você utiliza mais frequentemente? \***

*Marcar apenas uma oval.*

- Gasolina
- Etanol
- Diesel
- Não utilizo carro

**11. Você é fumante? \***

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não

**12. Caso você sinta cheiro de cigarro enquanto estiver trabalhando, acredita que isso possa prejudicar em sua produtividade? \***

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não
- Indiferente

**13. Caso você seja fumante, o deslocamento até fumódromos mais distantes lhe incomoda? \***

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não
- Não sou fumante
- Indiferente

**14. Você participou de alguma sessão da "Awareness Campaign" que ocorreu entre Julho e Setembro de 2010? \***

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não

A partir de suas experiências no PRÉDIO A (da imagem abaixo), responda às questões a seguir:



**15. Marque se seu ambiente de trabalho for:**

*Marque todas que se aplicam.*

- Próximo a uma janela
- Próximo a uma saída de ar condicionado

**16. Avalie a ventilação do seu ambiente de trabalho: \***

Boa = 3

*Marcar apenas uma oval.*

|              |                       |                       |                       |                       |                       |           |
|--------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------|
|              | 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |           |
| Insuficiente | <input type="radio"/> | Excessiva |

**17. Avalie a iluminação do seu ambiente de trabalho: \***

Boa = 3

*Marcar apenas uma oval.*

|              |                       |                       |                       |                       |                       |           |
|--------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------|
|              | 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |           |
| Insuficiente | <input type="radio"/> | Excessiva |

**18. A iluminação natural e a vista para o exterior do Predio A: \***

*Marcar apenas uma oval.*

- É suficiente
- Poderia ser ampliada
- Poderia ser reduzida

**19. Você costuma abrir as janelas para aproveitar a ventilação natural? \***

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não

**20. Qual meio você mais utiliza para se deslocar dentro do prédio A? \***

*Marcar apenas uma oval.*

- Escada
- Elevador
- Ambos

**21. Seleccione os itens a seguir que influenciam na qualidade da sua produção de trabalho: \***

*Marque todas que se aplicam.*

- A iluminação artificial
- A iluminação natural
- Conforto Térmico
- Acesso à ventilação natural
- Nenhum destes itens interfere

**22. Você utiliza o dispositivo de redução de água para descargas no banheiro? \***

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não
- Desconheço o dispositivo

**23. Você descarta lixo de acordo? \***

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não
- Desconheço a norma de separação de lixo

**24. Assinale os serviços a seguir, disponibilizados pela empresa, que você utiliza com frequência: \***

*Marque todas que se aplicam.*

- Bicicletas
- Vestiários
- Válvula dupla de descarga
- Armazenamento e coleta de lixo
- Ônibus Coletivo
- Estacionamento Interno/Externo
- Sala de Telepresença

**25. Avalie seu ambiente de trabalho (mobiliário, iluminação, espaço, ruído...)** \**Marcar apenas uma oval.*

1      2      3      4      5

---

Muito Ruim                  Muito Bom

---

**26. Qual sua percepção sobre trabalhar em um prédio com certificação ambiental?** \**Marcar apenas uma oval.*

- Positiva
- Negativa
- Indiferente

**27. Você já trabalhou no prédio da imagem abaixo, como funcionário desta empresa?** \**Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não      *Ir para a pergunta 41.*

*Ir para a pergunta 15.*

A partir de suas experiências durante o período em que trabalhou no PRÉDIO B (da imagem abaixo), responda às questões a seguir:



**28. Marque se seu ambiente de trabalho no Prédio B for:**

*Marque todas que se aplicam.*

- Próximo a uma janela
- Próximo a uma saída de ar condicionado

**29. Avalie a ventilação do seu ambiente de trabalho no prédio B: \***

Boa = 3

*Marcar apenas uma oval.*

|            |                       |                       |                       |                       |                       |              |
|------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|
|            | 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |              |
| Muito frio | <input type="radio"/> | Muito quente |

**30. Avalie a iluminação do seu ambiente de trabalho do prédio B: \***

Boa = 3

*Marcar apenas uma oval.*

|              |                       |                       |                       |                       |                       |           |
|--------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------|
|              | 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |           |
| Insuficiente | <input type="radio"/> | Excessiva |

**31. A iluminação natural e a vista para o exterior do prédio B: \***

*Marcar apenas uma oval.*

- É satisfatória
- Poderia ser ampliada
- Poderia ser reduzida

**32. Você sente vontade de abrir as janelas e aproveitar a ventilação natural no prédio B? \***

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não

**33. Qual meio você mais utilizava para se deslocar dentro do prédio B? \***

*Marcar apenas uma oval.*

- Escada
- Elevador
- Ambos



**34. Em qual dos prédios você se sentiu mais confortável em relação à ventilação? \***

*Marcar apenas uma oval.*

- Prédio A
- Prédio B
- Confortável em ambos

**35. Em qual dos prédios você se sentiu mais confortável em relação à iluminação? \***

*Marcar apenas uma oval.*

- Prédio A
- Prédio B
- Confortável em ambos

**36. Em qual dos prédios, você se sentiu mais confortável em relação à transparência das janelas, e contato visual com o exterior? \***

*Marcar apenas uma oval.*

- Prédio A
- Prédio B
- Confortável em ambos

**37. Em qual dos prédios, você abriu mais as janelas para garantir uma ventilação natural? \***

*Marcar apenas uma oval.*

- Prédio A
- Prédio B
- Indiferente

**38. Em qual dos prédios, você utilizou mais a escada? \***

*Marcar apenas uma oval.*

- Prédio A
- Prédio B
- Usei de forma igual as escadas em ambos os prédios

**39. Em qual dos prédios, o ambiente de trabalho lhe pareceu mais confortável? \***

*Marcar apenas uma oval.*

- Prédio A
- Prédio B
- Confortável em ambos

**40. Você acredita que a qualidade do seu trabalho pode aumentar trabalhando em um prédio com preocupações ambientais? (redução do consumo de água, energia, aproveitamento de iluminação natural, etc.) \***

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não

**41. Você gostaria de acrescentar alguma informação ou comentar alguma questão?**

---

## ANEXOS

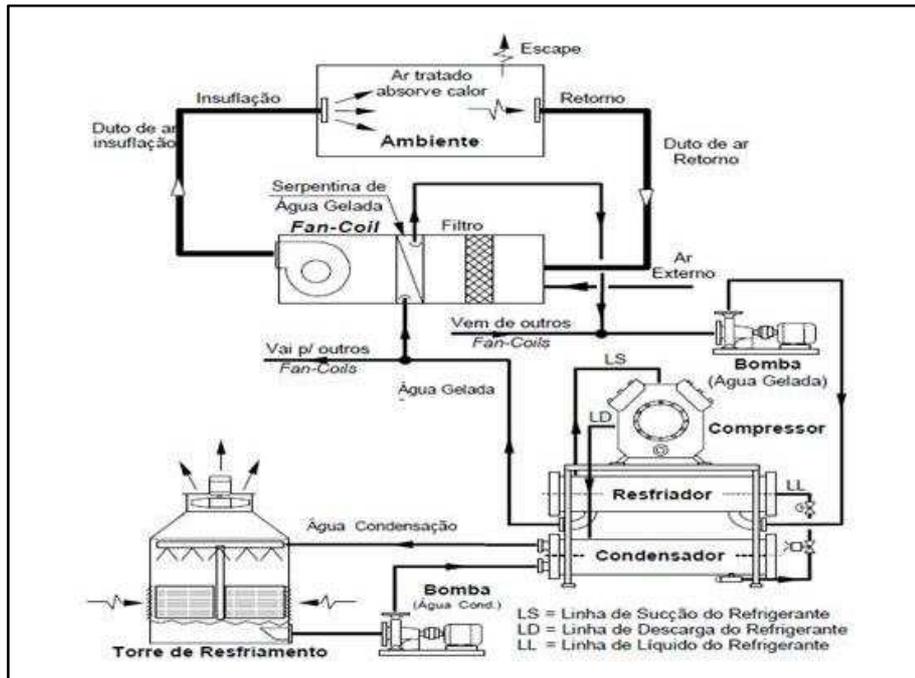


Figura AA 1 – Ilustração do sistema de ar condicionado (Chiller e Fan Coils) - “Prédio A”

Fonte: Imagens cedidas pelo Setor de Treinamento da Springer Carrier Ltda.

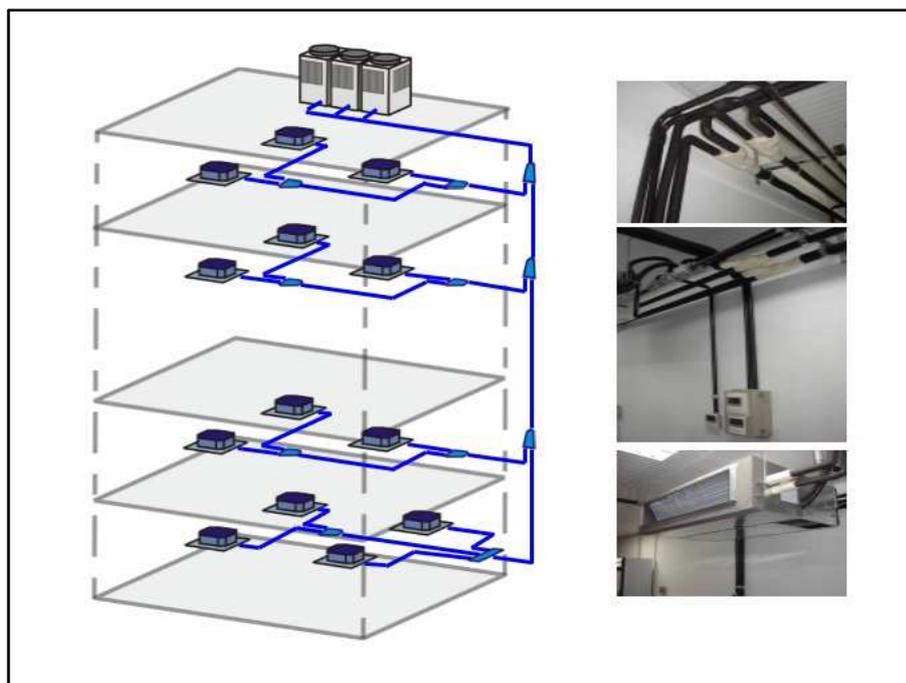


Figura AA 2 – Ilustração do sistema de ar condicionado (VRF) - “Prédio B”

Fonte: Imagens cedidas pelo Setor de Treinamento da Springer Carrier Ltda.