



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS E ESCOLA DE ENGENHARIA  
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL**

**LORENZO DI MONTELLO ZANETTINI MONDIN**

**AVALIAÇÃO DE CERTIFICAÇÕES INTERNACIONAIS PARA O CONTEXTO DA  
COMUNIDADE DO IPH**

Porto Alegre

Outubro, 2022



**LORENZO DI MONTELLO ZANETTINI MONDIN**

**AVALIAÇÃO DE CERTIFICAÇÕES INTERNACIONAIS PARA O CONTEXTO DA  
COMUNIDADE DO IPH**

TRABALHO DE CONCLUSÃO APRESENTADO AO  
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL DA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO  
SUL COMO PARTE DOS REQUISITOS PARA A  
OBTENÇÃO DO TÍTULO DE ENGENHEIRO  
AMBIENTAL.

Orientador: Maria Cristina de Almeida Silva

Porto Alegre

Outubro, 2022



### CIP - Catalogação na Publicação

Zanettini Mondin, Lorenzo di Montello  
AVALIAÇÃO DE CERTIFICAÇÕES INTERNACIONAIS PARA O  
CONTEXTO DA COMUNIDADE DO IPH / Lorenzo di Montello  
Zanettini Mondin. -- 2022.

88 f.

Orientadora: Maria Cristina de Almeida Silva.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) --  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto  
de Pesquisas Hidráulicas, Curso de Engenharia  
Ambiental, Porto Alegre, BR-RS, 2022.

1. Certificação Ambiental. 2. LEED. 3. Comunidade.  
4. Sustentabilidade. I. de Almeida Silva, Maria  
Cristina, orient. II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os dados  
fornecidos pelo(a) autor(a).



LORENZO DI MONTELLO ZANETTINI MONDIN

## **AVALIAÇÃO DE CERTIFICAÇÕES INTERNACIONAIS PARA O CONTEXTO DA COMUNIDADE DO IPH**

Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Rio Grande do Sul defendido e aprovado em 2022 pela Comissão avaliadora constituída pelos professores:

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Maria Cristina de Almeida Silva

Prof. Dr. Fernando Mainardi Fan.

Prof. Dr. Maurício Andrades Paixão

Conceito: A



## AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família e amigos por sempre estarem ao meu lado, principalmente nos momentos mais difíceis.



## RESUMO

A crescente preocupação com a preservação dos recursos naturais tem se tornado cada vez mais evidente e com ela a busca por metodologias de desenvolvimento sustentável, sem o comprometimento das futuras gerações. A construção civil é uma das principais atividades sociais e econômicas, mas também uma das indústrias mais impactantes para o ambiente, causando severo desgaste dos recursos naturais. Esse fato levou a criação de selos de certificação ambiental a partir do início dos anos 90, onde se buscava a redução de impactos através de medidas padronizadas. O presente estudo tem o objetivo de diagnosticar a certificação LEED *for Cities and Communities* no contexto do Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH), verificando a aplicabilidade dos seus parâmetros de medida e sugerindo estratégias para compatibilização. Os pré-requisitos e créditos tiveram suas exigências e parâmetros comparados com a realidade do Instituto, classificados em 4 categorias 4 (Atende, Aplicável, Não Aplicável e Fora de Escopo), considerando estratégias plausíveis para atendimento das demandas e as incompatibilidades da certificação com essa comunidade. Concluiu-se a certificação tem boa compatibilidade com o IPH, pois quase 70% dos requisitos já foram atendidos ou são aplicáveis na Instituição. A comunidade se destacou na baixa emissão de carbono, alta quantidade de áreas verdes por pessoa e alta disponibilidade hídrica, por outro lado, não apresentou bons resultados nos requisitos de transporte rodoviário e qualidade de vida, devido a uma falta de preparo da certificação para esse tipo de projeto. Concluiu-se que mesmo não tendo sido desenvolvido com foco nesse tipo de comunidade, é uma boa referência na busca por um melhor desempenho ambiental e apresenta objetivos claros e práticos a serem seguidos e medidos.

Palavras-chave: Certificação. LEED. Sustentabilidade. Comunidade.



## ABSTRACT

The growing concern with the preservation of natural resources has become increasingly evident, and with it the search for sustainable development methodologies, without compromising future generations. Civil construction is one of the main social and economic activities, but also one of the most impacting industries on the environment, causing severe deterioration on natural resources. This fact led to the creation of environmental certification labels as of the early 1990s, where the reduction of impacts was sought through standardized measures. The present study aims to diagnose LEED for Cities and Communities certification in the context of the Hydraulic Research Institute (Instituto de Pesquisas Hidráulicas), verifying the applicability of its measurement parameters and suggesting strategies for compatibilization. The prerequisites and credits had their requirements and parameters compared with the Institute's reality, classified into 4 categories (Compliant, Applicable, Not Applicable, and Out of Scope), considering plausible strategies to meet the demands and the incompatibilities of the certification with this community. It was concluded that the certification has good compatibility with the IPH, even though it was not developed with a focus on this type of community, it is a good reference in the search for better environmental performance and presents clear and practical objectives to be followed and measured.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Objetivos do desenvolvimento sustentável. ....	25
Figura 3 - Níveis de Certificação LEED e suas Pontuações Necessárias. ....	26
Figura 2 - Áreas de Estudo da Certificação LEED. Fonte: Adaptação GBC Brasil, 2022. ....	26
Figura 4 - Registros e Certificações LEED no Brasil. ....	37
Figura 5 - Registro de Certificação LEED por Tipologia no Brasil.....	38
Figura 6 - Registros por categoria LEED no Brasil em 2015. ....	39
Figura 7 - Média de Reduções em Projetos LEED no Brasil.....	39
Figura 8 - Pontos possíveis e atribuídos.....	41
Figura 9 - Pontos possíveis e atribuídos por categoria de crédito.....	41
Figura 10 - Performance na cidade de Santa Fé pelo Arc Skoru. ....	42
Figura 11 - Localização do IPH em relação a região metropolitana. ....	48
Figura 12 - Delimitação da área de estudo e estruturas do IPH. ....	49
Figura 13 - Calculadora de população equivalente da USGBC para o IPH.....	51
Figura 14 - Área de manutenção dos recursos naturais.....	56
Figura 15 - Resultados da Análise da Qualidade da Água para Porto Alegre em 2020. ....	62
Figura 16 - Balanços hídricos: Disponibilidades versus Demandas e Outorgas na Bacia Hidrográfica do Lago Guaíba.....	64
Figura 17 - Estimativa de emissão de CO <sub>2</sub> no IPH. ....	67
Figura 18 - Estimativa de consumo de energia do IPH.....	68
Figura 19 - Preço dos painéis solares no Japão (em US\$/W). ....	69
Figura 20 - Tarifas em vigor na cidade Porto Alegre.....	71
Figura 21 - Composteiras instaladas no IPH.....	73





## LISTA DE QUADROS E TABELAS

Nenhuma entrada de índice de ilustrações foi encontrada.

Tabela 1 - Área das construções dentro do IPH. ....	49
Tabela 2 - Resultado das áreas de Ecologia, Água e Gases do Efeito Estufa. ....	81
Tabela 3 - Resultados das áreas de Transporte e Qualidade de Vida. ....	82
Tabela 4 - Resultados das áreas de Processo Integrado, Materiais e Recursos e Inovação. ....	82
Tabela 5 - Representatividade das classificações. ....	83



## LISTA DE SIGLAS

IPH	Instituto de Pesquisas Hidráulicas
GBC Brasil	Green Building Council Brasil
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
USGBC	U.S. Green Building Council
SEMA	Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura
SINGERH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
ASTM	American Society of Testing and Materials
BREEAM	<i>Building Research Establishment Environmental Assessment Method</i>
GBCI	<i>Green Business Certification Inc.</i>
PEER	<i>Performance Excellence in Electricity Renewal</i>
ONU	Organização das Nações Unidas



## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO .....	14
1.2 JUSTIFICATIVA .....	16
1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	17
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>18</b>
2.1 OBJETIVO GERAL.....	18
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	18
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>19</b>
3.1 CONSTRUÇÃO VERDE.....	19
3.2 LEED.....	21
3.2.1 <i>Categorias de Empreendimentos do LEED versão 4.1</i> .....	22
3.2.1.1 Building Design + Construction (BD+C).....	22
3.2.1.2 Interior Design + Construction (ID+C) .....	23
3.2.1.3 Operations + Maintenance (O+M).....	23
3.2.1.4 Residential .....	23
3.2.1.5 Cities and Communities.....	24
3.2.2 <i>Áreas de Estudo</i> .....	26
3.2.2.1 Inovação e Processos ( <i>Integrative Process</i> ) .....	27
3.2.2.2 Espaço Sustentável ( <i>Sustainable Spaces</i> ) ou Sistemas Naturais e Ecologia ( <i>Natural Systems and Ecology</i> ).....	27
3.2.2.3 Localização e Transporte ( <i>Location and Transportation</i> ) ou Transporte e Uso do Solo ( <i>Transportation and Land Use</i> ):.....	28
3.2.2.4 Eficiência no Uso da Água ( <i>Water Efficiency</i> ).....	29
3.2.2.5 Energia e Atmosfera ( <i>Energy and Atmosphere</i> ) ou Energia e Gases do Efeito Estufa ( <i>Energy and Greenhouse Gas Emissions</i> ).....	30
3.2.2.6 Materiais e Recursos ( <i>Materials and Resources</i> ) .....	33
3.2.2.7 Qualidade Ambiental Interna ( <i>Indoor Environmental Quality</i> ) .....	34



3.2.2.8	Qualidade de Vida ( <i>Quality of Life</i> ) .....	35
3.2.2.9	Inovação ( <i>Innovation</i> ).....	36
3.2.3	Níveis de Certificação.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
3.2.4	LEED no Brasil.....	36
3.2.5	Estudo de Caso .....	40
<b>4.</b>	<b>ÁREA DE ESTUDO .....</b>	<b>47</b>
4.1	LOCALIZAÇÃO E ESTRUTURA .....	48
4.2	POPULAÇÃO .....	50
<b>5.</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>44</b>
5.1	ESCOLHA DA CERTIFICAÇÃO.....	44
5.2	LEVANTAMENTO DE DADOS E FERRAMENTAS .....	45
5.3	APLICAÇÃO DA CERTIFICAÇÃO .....	46
<b>6.</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>52</b>
6.1	PROCESSO INTEGRADO.....	52
6.1.1	Crédito 1 – Planejamento Integrado e Design (1 Ponto).....	52
6.1.2	Crédito 2 – Política de Incentivo a Construção Verde (4 Pontos).....	52
6.2	SISTEMAS NATURAIS E ECOLOGIA .....	54
6.2.1	Pré-requisito – Avaliação de Ecossistema.....	54
6.2.2	Crédito 1 – Espaços Verdes (2 Pontos) .....	54
6.2.3	Crédito 2 – Conservação e Prevenção de Recursos Naturais (2 Pontos).....	55
6.2.4	Crédito 3 – Redução da Poluição Luminosa (1 Ponto) .....	56
6.2.5	Crédito 4 – Planejamento de Resiliência (4 Pontos) .....	57
6.3	TRANSPORTE E USO DO SOLO.....	58
6.3.1	Pré-requisito – Performance dos Transportes (6 Pontos) .....	58
6.3.2	Crédito 1 – Desenvolvimento Compacto, Misto e Orientado ao Transporte (2 Pontos) .....	58
6.3.3	Crédito 2 – Acesso a Trânsito de Qualidade (1 Ponto) .....	58
6.3.4	Crédito 3 – Veículos de Combustível Alternativo (2 pontos).....	59
6.3.5	Crédito 4 – Política Inteligente de Mobilidade e Transporte (2 Pontos).....	60
6.3.6	Crédito 5 – Terreno de Alta Prioridade (2 Pontos).....	60
6.4	EFICIÊNCIA E USO DA ÁGUA .....	61
6.4.1	Pré-requisito 1 – Acesso e Qualidade da Água .....	61
6.4.2	Pré-requisito 2 – Performance em Gestão da Água (6 Pontos).....	63
6.4.3	Crédito 1 – Gerenciamento Integrado da Água (1 Ponto).....	63
6.4.4	Crédito 2 – Gerenciamento de Águas Pluviais (2 Pontos).....	64
6.4.5	Crédito 3 – Sistema Inteligente de Água (2 pontos).....	65



6.5	EMISSÃO DE GASES DO EFEITO ESTUFA .....	66
6.5.1	Pré-requisito – Acesso e Resiliência da Rede de Energia .....	66
6.5.2	Pré-requisito – Performance em Emissão de Gases do Efeito Estufa .....	66
6.5.3	Crédito 1 – Eficiência Energética (4 Pontos) .....	68
6.5.4	Crédito 2 – Energia Renovável (6 Pontos) .....	69
6.5.5	Crédito 3 – Economia de Baixo Carbono (4 Pontos).....	70
6.5.6	Crédito 4 – Harmonização da Rede (2 Pontos) .....	70
6.6	MATERIAIS E RECURSOS .....	72
6.6.1	Pré-requisito – Gerenciamento de Resíduos Sólidos .....	72
6.6.2	Pré-requisito 2 – Performance em Gestão de Resíduos (5 Pontos) .....	73
6.6.3	Crédito 1 – Gerenciamento de Resíduos Especiais (1 Ponto) .....	74
6.6.4	Crédito 2 – Fornecimento Responsável para Materiais de Infraestrutura (2 Pontos) .....	74
6.6.5	Crédito 3 – Sistema Inteligente de Gestão de Resíduos (2 Pontos) .....	75
6.7	QUALIDADE DE VIDA .....	76
6.7.1	Pré-requisito 1 – Avaliação Demográfica .....	76
6.7.2	Pré-requisito – Performance em Qualidade de Vida (6 Pontos) .....	77
6.7.3	Crédito 1 – Tendência de Melhoria (4 Pontos).....	77
6.7.4	Crédito 2 – Distribuição Equitativa (4 Pontos) .....	78
6.7.5	Crédito 3 – Justiça Ambiental (1 Ponto).....	78
6.7.6	Crédito 4 – Habitação e Transporte a Preços Acessíveis (2 Pontos) .....	79
6.7.7	Crédito 5 – Engajamento Cívico e Comunitário (2 Pontos).....	79
6.7.8	Crédito 6 – Direitos Humanos e Civis (1 Ponto) .....	79
6.8	INOVAÇÃO E PRIORIDADE REGIONAL .....	80
6.8.1	Crédito 1 – Inovação (6 Pontos).....	80
6.8.2	Crédito 2 – Estratégias de Prioridade Regional (4 Pontos) .....	80
7.	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>85</b>
8.	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>86</b>



# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

É crescente a preocupação com os efeitos negativos do desenvolvimento de maneira relapsa do ser humano em relação ao planeta. Com a liberação de gases do efeito estufa e a degradação do meio natural, que chegaram a níveis alarmantes, se faz necessário atualmente um intenso investimento para desenvolvimento de tecnologias sustentáveis (O Globo, 2022).

De acordo com Yanarella et al (2009) a sustentabilidade está ligada a todo o sistema do qual fazem parte os produtos de consumo individual e outros materiais comerciais. Sua urgência em romper o viés ideológico da produção em massa e do consumo excessivo exige uma mudança cultural na definição da necessidade humana e uma renovação da orientação individualista competitiva em relação aos outros e aos bens. Desta forma, surge o desenvolvimento sustentável definido pelas Nações Unidas (1987) como “desenvolvimento que atende às necessidades da geração atual sem comprometer a capacidade das futuras gerações de terem suas próprias necessidades atendidas”.

A construção civil é uma das principais responsáveis pela degradação do ambiente, sendo responsável pela extração de 40% de todos os recursos naturais em países industrializados, consumo de 70% da eletricidade e a produção de 45 a 65% dos resíduos lançados em aterros (CASTRO-LACOUTURE et al., 2009). Entretanto, a construção civil também uma das principais atividades da economia e completa a base econômica, exercendo impacto na sustentação do desenvolvimento econômico-social, além de ser responsável por 8% do PIB nacional (PIRES TEIXEIRA; MARÍLIA ANDRADE DE CARVALHO, [s.d.]). Desta forma, cresce gradativamente a procura por empreendimentos sustentáveis, mudando progressivamente o setor de construção civil como um todo.

O conceito de construções verdes surge, então, para mitigar os impactos de construções ao longo do seu ciclo de vida, encorajando o uso de materiais ecológicos, a implementação de técnicas para economizar recurso, redução da geração de resíduos e melhora na qualidade do ambiente interno. Além disso, também possibilita melhorias financeiras, econômicas e sociais dos projetos através da utilização de tecnologias de alta



eficiência de iluminação e climatização, redução dos custos em saúde e aumento da produtividade de funcionários devido a percepção de satisfação com as áreas de trabalho (ROSS, 2006).

Mesmo com os benefícios demonstrados, o conceito de construção verde não é amplamente aceito e visto com projeto atraente devido a percepção de que a construção verde exige tecnologias dispendiosas que adicionam custo ao projeto. Entretanto, escolhas de concepção e escolhas de material podem ser suficientes para atingir objetivos de desempenho ambiental a um custo mais baixo do que a média do mercado. Também cabe destacar que evidências demonstram a pequena diferença do custo por metro quadrado médio para projetos convencionais e de construção verde, como prédios acadêmicos, laboratórios, centros comunitários, entre outros (CASTRO-LACOUTURE et al., 2009).

Diversas metodologias foram desenvolvidas na tentativa de estabelecer o nível concretização de objetivos ambientais, guiando o processo de planejamento e concepção. Dentre os diversos sistemas, o *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED) é reconhecido mundialmente como um símbolo de excelência e continua a elevar o nível da sustentabilidade de edifícios, cidades e comunidades (SUZER, 2015). Criado pela USGBC em 1993, com o propósito de promover sustentabilidade no projeto, construção e operação com o objetivo de melhorar o bem-estar da humanidade, foi desenvolvido para casas, projetos e construção de prédios, operação e manutenção de prédios, projetos de interior e desenvolvimento de bairros (BARBER et al., [s.d.]).

Nesse contexto, o presente trabalho pretende diagnosticar o Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH) com base na versão mais recente do *LEED for Communities* (LFC), versão 4.1, líder global em sistemas de avaliação ambiental para cidades e comunidades novas e existentes (USGBC, 2019a). Também, este trabalho pretende avaliar a aplicabilidade da certificação para o contexto do instituto e sugerir metas e opções de desenvolvimento sustentável para a comunidade do IPH na busca de melhor desempenho ambiental.



## 1.2 JUSTIFICATIVA

O IPH tem como sua visão “Ser referência na formação de recursos humanos em todos os níveis de atuação da UFRGS, na geração de conhecimento qualificado e na interação com a sociedade em hidráulica, recursos hídricos, saneamento ambiental e meio ambiente” (IPH, 2021). Desta forma, o instituto pode ser um exemplo para a comunidade em que está inserido, tanto no meio acadêmico quanto na aplicação dos conhecimentos e fazendo parte de mudanças de conjuntura em que a comunidade do IPH está colocada.

Os efeitos das mudanças climáticas e da ação exploratória do homem estão em muita evidência e são, provavelmente, o maior desafio atual da humanidade. Portanto, o desenvolvimento sustentável é uma das principais alternativas na tentativa de reverter os danos da ação da humanidade.

Assim sendo, é legítima a aplicação de tecnologias em prol do desenvolvimento sustentável no Instituto, buscando a diminuição do impacto ambiental causado pela comunidade. A ferramenta de certificação LEED apresenta fundamentação técnica nos principais impactos causados por instituições de ensino da dimensão do IPH com base em anos de inserção de mercado, logo serve como base para avaliação dos impactos do instituto.

Ademais, a fim de amenizar os impactos da instituição e cumprir os parâmetros de qualidade da certificação, podem ser aplicadas e desenvolvidas tecnologias no próprio instituto, como sistemas para reaproveitamento de águas cinzas e negras, tratamento de efluentes com menor emissões de carbono, sistemas de gerenciamento de resíduos e aproveitamento de resíduos orgânicos. São inúmeras as possibilidades de aplicação de conhecimento já em desenvolvimento no IPH ou na UFRGS como um todo.

Para que o IPH seja um exemplo da aplicação de tecnologias e metodologias sustentáveis, a realização do diagnóstico de uma das principais e mais inovadoras certificações de desenvolvimento ambiental se apresenta como um bom ponto de partida. Com isso, são definidas metas para melhorias, assim como a avaliação do interesse da comunidade pela aplicação das medidas e participação nas mudanças.





## 1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Nesse capítulo é apresentada a organização do documento, destacando os principais tópicos discutidos em cada capítulo com o objetivo de antecipar ao leitor o desenvolvimento do trabalho.

### **Capítulo 1 – Introdução**

Contextualização do tema abordado, justificativa para o desenvolvimento da metodologia de priorização e organização do trabalho.

### **Capítulo 2 – Objetivos**

Apresentação do objetivo geral e objetivos específicos do trabalho.

### **Capítulo 3 – Revisão Bibliográfica**

Conceitos norteadores, histórico das certificações, categorias existentes, apresentação de parâmetros e metodologia utilizada pelas certificações

### **Capítulo 4 – Metodologia**

Metodologia e dados utilizados para a análise e comparação com os parâmetros.

### **Capítulo 5 – Área de Projeto**

Apresentação do Instituto de Pesquisas Hidráulicas.

### **Capítulo 6 – Resultados e discussões**

Análise e discussão dos parâmetros propostos.

### **Capítulo 7 – Considerações Finais**

Apresentação das conclusões a respeito da certificação e sugestão de implementação.

### **Capítulo 8 – Referências Bibliográficas**

Lista de todas as referências utilizadas para realização do trabalho.



## 2. OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Realizar diagnóstico do desempenho ambiental do Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul com base no selo LEED *for communities* e avaliar a aplicabilidade de métodos de melhorias no desempenho ambiental do instituto.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar parâmetros e referências técnicas utilizadas para a certificação, analisando suas exigências e compatibilidades com o IPH.
- Diagnosticar o Instituto com base nos créditos da certificação e sugerir aplicações.



### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesse item serão apresentados os principais conceitos e termos relacionados ao desenvolvimento do trabalho, além dos referenciais técnicos por traz das exigências dos diferentes selos, suas origens, missões e históricos. Também apresenta o contexto em que o IPH está inserido.

#### 3.1 CONSTRUÇÃO VERDE

A indústria da construção é responsável pelo consumo de 40% dos recursos globais. Em relação à água potável, estima-se que consuma 12% das reservas, 55% dos materiais de madeira, 45-65% dos resíduos produzidos, 40% dos materiais brutos e a emissão de 48% dos gases do efeito estufa. Essa utilização acarreta a poluição da água, ameaça o esgotamento dos recursos naturais e contribui para o aquecimento do planeta (SUZER, 2015).

A fim de minimizar os efeitos danosos da construção, surge o conceito de “construção verde”, que aplica princípios de design sustentável, que envolvem prover técnica, econômica e socialmente, ambientes saudáveis para usuários. Portanto, a “construção verde” difere-se da, também em destaque, “arquitetura verde”, em que o foco é apenas na construção de prédios ecológicos (YANARELLA; LEVINE; LANCASTER, 2009).

Da perspectiva do construtor, existem dois principais benefícios financeiros para a construção verde: 1) a comercialização e a publicidade feita em cima do conceito ou certificação e 2) aumento da performance da construção. A renovação e incremento de técnicas sustentáveis em construção já em funcionamento podem contribuir para obtenção de ganhos econômicos com a diminuição dos custos para a operação, com menor consumo de energia. Além disso, também é importante destacar que essas alterações, em geral, requerem baixos custos incrementais (MATISOFF; NOONAN; MAZZOLINI, 2014).

Em 1990, foi criada a primeira certificação para construção verde que buscava avaliar o nível de desenvolvimento sustentável das construções, o *Building Research Establishment Environmental Assessment Method* (BREEAM). Ele foi lançado na Inglaterra por um grupo britânico de pesquisa, consultoria e testes para setores da construção civil e do meio ambiente no Reino Unido e é, até hoje, uma das principais



certificações do mercado (ADE; REHM, 2020). Entretanto, a certificação BREEAM não ganhou tanto espaço fora da Europa, sendo praticamente inexistente no Brasil devido a sua complexidade de aplicação em países estrangeiros que necessitam de órgãos licenciados para aplicação (ADE; REHM, 2020). Portanto, é necessário um sistema de avaliação diferente para cada projeto realizado no Brasil devido a inexistência de um órgão licenciado (DALLA COSTA et al., 2013). Para suprir essa lacuna no mercado brasileiro surge a certificação *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED), certificação americana criada pela *United States Green Building Council* que chega ao Brasil em meados de 2005.



### 3.2 LEED

Em 1993, inicia-se a elaboração de um sistema de avaliação de sustentabilidade na construção, através do *American Society for Testing and Materials* (ASTM), no entanto, essa instituição não foi capaz de atender as demandas esperadas. Apenas 1995, Rob Watson, cientista do conselho de Defesa de Recursos Naturais (NRDC), tomou frente à elaboração do *LEED – Leadership in Energy and Environmental Design* (HERNANDES, 2006).

Em 1998, após diversos debates foi aprovada a primeira versão do LEED (v.1.0), entretanto rapidamente foram apontadas diversas limitações na certificação ou práticas recomendadas já era de praxe no mercado da época. Logo, em 2000, foi lançada a versão 2.0 com adições de créditos (THIAGO; HERNANDES, 2006).

Em 2005 foram lançados os selos para edifícios existentes, projetos de interiores comerciais, edifícios educacionais e de saúde, envelope de edifícios e residências para condomínios e loteamentos. Todas as tipologias de certificação ainda recebem atualizações para sempre manter os parâmetros e metodologias modernizados (“LEED rating system | U.S. Green Building Council”, 2022).

De acordo com o USGBC (2015), "em janeiro de 2015, aproximadamente 44% de todos os projetos que buscavam a certificação LEED existiam fora dos Estados Unidos”.

Conforme o aumento de interesse pela certificação no Brasil, surge a GBC Brasil, que é a organização não governamental responsável pela distribuição do LEED nacionalmente, mas não é responsável pelas atividades de certificação, estas são administradas pelo USGBC nos Estados Unidos

A certificação LEED está no atualmente na versão 4.1. Atualizações são feitas ao longo dos anos, a fim de manter o selo modernizado e com parâmetros que desafiem os construtores a buscarem edificações cada vez mais sustentáveis (USGBC, 2022). Os créditos avaliados são ajustados conforme *feedback* do mercado e colhendo informações obtidas de construções previamente certificadas (USGBC, 2022).



### 3.2.1 Categorias de Empreendimentos do LEED versão 4.1

O selo LEED versão 4.1 possui diversas novas categorias voltadas aos mais diferentes tipos de edificações. Novas categorias são lançadas para incluir novas esferas de construções e é um processo em desenvolvimento. No momento, existem 5 categorias da certificação LEED na sua versão mais atual:

#### 3.2.1.1 Building Design + Construction (BD+C)

Esse sistema de avaliação é para novas construções e grandes reformas, em que pelo menos 60% da área bruta da construção deve estar terminada até a data da ratificação e toda a área bruta construção deve ser incluída na certificação. Essa categoria apresenta grande abrangência de aplicações:

- **Novas construções e grandes renovações:** para construções que não servem primariamente pra residências, escolas, lojas, *data centers*, depósitos, centros de distribuição, hotéis ou centros de saúde (USGBC, 2022).
- **Envoltória e Núcleo Central:** para projetos de novas construções ou grandes renovações que não terão 60% de conclusão no momento da certificação. Também, nos casos em que o desenvolvedor controla os sistemas de mecânico, hidráulico e de proteção contra o incêndio, mas não a construção da instalação do locatário (GBC Brasil, 2022).
- **Escolas:** utilizado para projetos de prédios de escolas de ensino fundamental e médio, podendo ser incluídos prédios não educacionais dentro de um campus.
- **Varejo:** projetos para lojas de produtos para o consumidor, incluindo áreas de atendimento ao cliente, separação de estoque, preparação e suporte ao consumidor.
- **Data Centers:** para construções desenvolvidas especialmente para comportar alta densidade de equipamento computacional como servidores para o armazenamento de dados e processamento.
- **Depósitos e Centros de Distribuição:** projetos voltados para prédios onde serão guardados produtos, materiais, mercadorias, matéria crua e objetos pessoais.



- **Hospedagem:** prédios dedicados a hotéis, motéis, pousadas e outros serviços que incluam a hospedagem de curta duração, com ou sem comida.
- **Saúde:** Hospitais que operem 24 horas por dia, 7 dias por semana, e promovam atendimento médico de curta ou longa duração.

### 3.2.1.2 Interior Design + Construction (ID+C)

A certificação para interiores tem como concepção permitir que equipes de projeto que não tem autonomia ou controle para aplicar alterações na construção completa possam desenvolver espaços internos com menor impacto ambiental e mais agradáveis para quem os utiliza (GBC Brasil, 2022). Essa certificação é voltada para 3 tipos de construção:

- **Varejo:** espaços internos orientados para a venda de bens de consumo, incluindo áreas de atendimento ao cliente, separação ou preparação ou outras áreas capazes de receber clientes.
- **Hospedagem:** espaços internos dedicados a hotéis, motéis, pousadas ou outras atividades de serviço que incluam o alojamento por curtos períodos.
- **Interiores Comerciais:** espaços internos comerciais que não sejam de varejo ou hospedagem.

### 3.2.1.3 Operations + Maintenance (O+M)

A certificação de operação e manutenção foi concebida para incluir construções já existentes, tendo em vista que pode levar até 80 anos para compensar os impactos de demolir um edifício existente e construir um novo, mesmo que o edifício novo seja extremamente eficiente. Portanto, essa certificação surge para dar atenção às operações das edificações, que podem ser ineficientes e esgotarem recursos, assim revertendo essa situação (GBC Brasil, 2022). A certificação é bastante ampla e engloba todos os prédios inteiros existentes e interiores existentes para qualquer atividade comercial.

### 3.2.1.4 Residential

Essa categoria da certificação é voltada para construções residenciais, sendo elas uni ou multifamiliares. O LEED residencial foi originado a partir variação do BD+C em



que foram adotadas prioridades encontradas no mercado residencial, desta forma, LEED *v4.1 Residential* se tornou a certificação exigida para projetos residências. Assim como no LEED BD+C, pelo menos 60% do projeto deve estar concluído no momento da ratificação (USGBC, 2022). O LEED *v4.1 Residential* possui 3 tipos de projetos possíveis:

- **Unifamiliares:** novos projetos de casas para uma família, sendo anexados ou não, e prédios com até 4 unidades.
- **Multifamiliares:** novos projetos com mais de uma família, podendo ser 2 ou mais unidades e qualquer número de andares.
- **Multifamiliares Envoltória e Núcleo Central:** novas construções ou grandes renovações para as envoltórias e o núcleo mecânico, elétrico e hidráulico, mas não uma completa renovação. Também, ideal para projetos que terão apenas 40% da construção completa no momento da ratificação do selo.

#### 3.2.1.5 Cities and Communities

A certificação LEED para cidades e comunidades é a mais nova certificação desenvolvida pela USGBC com intuito de formar comunidades resilientes, verdes, inclusivas e inteligentes. A certificação LEED *for Cities and Communities* se destaca das demais certificações voltadas a construção de cidades sustentáveis por estar alinhada com outros produtos da GBCI como PEER, TRUE e SITES (SHARIFI; KAWAKUBO; MILOVIDOVA, 2020). Ademais, apresenta grande alinhamentos com tecnologias de cidades inteligentes e já está alinhada com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU (Figura 1).





Figura 1 - Objetivos do desenvolvimento sustentável.

Portanto, a certificação *LEED for Cities and Communities* se propõem a prover uma maneira globalmente consistente de medir e comunicar a performance e qualidade de vida de uma comunidade, abrangendo medições econômicas, ambientais e sociais, pois prove avaliações baseadas em dados de performance e comunicações de progresso (USGBC, 2019b).

São consideradas cidades: jurisdições políticas ou locais definidos por uma governança pública municipal. Por outro lado, comunidades são definidas como toda localização urbanizada que não é uma cidade, incluindo sublocações da cidade, bairros, áreas urbanas privadas ou até campi universitários (USGBC, 2019b). Existem duas opções disponíveis para cidades ou comunidades:

- **Planejamento e Projeto:** para novas cidades e comunidades que estão em estágio de planejamento e projeto.
- **Existentes:** cidades ou comunidades que já estão com mais de 75% de desenvolvimento.

Devido as características completamente diferentes da presente certificação, as áreas de estudo avaliadas são diferentes das demais tipologias de certificação.

### 3.2.2 Níveis de Certificação

A selo de certificação LEED se divide entre 4 níveis: LEED Certified, LEED Silver, LEED Gold, e LEED Platinum. O nível da certificação que cada projeto recebe é definido pela quantidade de pontos obtidos pelo empreendimento, podendo atingir a pontuação máxima de 110 pontos (GBC BRASIL, 2022). A pontuação necessária para atingir os níveis se encontra na Figura 2.



Figura 2 - Níveis de Certificação LEED e suas Pontuações Necessárias. Fonte: GBC Brasil, 2015.

### 3.2.3 Áreas de Estudo

As diferentes tipologias da certificação avaliam oito áreas de interesse diferentes (Figura 3), cada tipologia de certificação dará pesos e intensidades diferentes para as áreas estudadas com base nos pré-requisitos e créditos específicos de cada área.



Figura 3 - Áreas de Estudo da Certificação LEED. Fonte: Adaptação GBC Brasil, 2022.

Os pré-requisitos são trabalhos obrigatórios para qualquer empreendimento que busca a certificação. São atividades chave de cada uma das áreas para que a certificação seja atingida, caso não seja cumprido o empreendimento fica impossibilitado de receber



a certificação. Por outro lado, os créditos são ações sugeridas pelo LEED voltadas ao aumento da performance e desempenho ambiental do empreendimento, logo quanto mais ações sugeridas são atendidas, maior a pontuação e conseqüentemente o nível de certificado (GBC BRASIL, 2022).

### 3.2.3.1 Inovação e Processos (*Integrative Process*)

Essa área é formada por 1 pré-requisito com a intenção de maximizar oportunidades de adoção econômica de projetos sustentáveis e estratégias de construção enfatizando a saúde humana como critério fundamental de avaliação para projetos de construção e operação (USGBC, 2020).

Também é formada pela sugestão de um crédito cuja intenção é a realização de uma análise prévia das inter-relações entre diferentes sistemas dentro do projeto, buscando oportunidades para alta performance e economia. No caso da certificação de LEED *for Cities and Communities*, esse crédito é um pré-requisito e substitui o pré-requisito dos prédios citado acima (USGBC, 2019a).

Juntamente, a certificação LEED *for Cities and Communities* acrescenta mais uma sugestão de crédito cuja intenção é o encorajamento do projeto, construção e reequipamento de prédios na comunidade utilizando práticas sustentáveis (USGBC, 2019a).

### 3.2.3.2 Espaço Sustentável (*Sustainable Spaces*) ou Sistemas Naturais e Ecologia (*Natural Systems and Ecology*)

Para construções, a área de estudo de espaços sustentáveis é composta por 2 pré-requisitos com as intenções de reduzir a poluição gerada pelas atividades da construção controlando a erosão do solo, sedimentação em cursos d'água e levantamento de aerossóis. Além disso, também visa a proteção de populações vulneráveis, através da avaliação de contaminações, bem como remediação de possíveis contaminações (USGBC, 2020). Para isso, são sugeridos 10 créditos complementares que envolvem:

- Avaliação de espaços verdes;
- Gerenciamento da água da chuva;
- Redução de ilhas de calor;
- Planejamento abrangente da área;



- Diretrizes de construção;
- Locais de descanso;
- Acesso direto ao exterior;
- Uso conjunto de estabelecimentos.

Para a certificação LEED *for Cities and Communities*, a área de estudo de espaços verdes é substituída pela área de Sistemas Naturais e Ecologia (*Natural Systems and Ecology*), que é formada por 3 pré-requisitos com as seguintes intenções (USGBC, 2019a):

- Avaliação de Ecossistemas: desenvolver relatório com avaliação aprofundada das condições e serviços fornecidos pelos ecossistemas, paisagens construídas e outros lugares, a fim de informar orientar o desenvolvimento com iniciativas de conservação e restauração.
- Prevenção da poluição pelas atividades de construção: reduzir a poluição gerada pelas atividades da construção controlando a erosão do solo, sedimentação em cursos d'água e levantamento de aerossóis.
- Espaços verdes: proporcionar espaços verdes acessíveis a comunidade, a fim de causar impacto positivo na saúde da população, além melhor a qualidade ambiental.

Na área de Sistemas Naturais e Ecologia, também são sugeridos outros 3 créditos complementares (USGBC, 2019a):

- Conservação ou restauração dos recursos naturais;
- Redução da poluição luminosa;
- Desenvolvimento de plano de resiliência para a comunidade.

### 3.2.3.3 Localização e Transporte (*Location and Transportation*) ou Transporte e Uso do Solo (*Transportation and Land Use*):

A área de Localização e Transportes, utilizada nas certificações de prédios ou construções, não possui nenhum pré-requisito, apenas créditos sugeridos voltados para o melhor desenvolvimento das áreas ao redor do empreendimento e a facilidade de locomoção (USGBC, 2020):

- Localização do desenvolvimento;



- Proteção de áreas sensíveis;
- Desenvolvimento de comunidades vivas e da saúde da comunidade ao redor;
- Densidade das redondezas e diversidade de usos;
- Acesso a trânsito de qualidade;
- Infraestrutura para bicicletas;
- Redução no impacto da área de estacionamentos;
- Infraestrutura para veículos elétricos.

Diferente da Localização e Transportes, a área de estudo de Transporte e Uso do Solo, utilizada na certificação voltada para comunidades, possui 1 pré-requisito para comunidades já existentes: avaliação da performance do trânsito da comunidade, a fim de encorajar o uso de transporte público e diminuir a emissão de poluentes (USGBC, 2019b). Além disso, existem apenas créditos sugeridos com a intenção de promover a qualidade no transporte, incentivando o uso de transporte alternativo e o contato com a natureza (USGBC, 2019a):

- Desenvolvimento compacto, de uso misto e orientado ao trânsito;
- Caminhabilidade e Ciclismo;
- Acesso a trânsito de qualidade;
- Veículos alternativos;
- Mobilidade inteligente e políticas de transporte;
- Priorização de locais históricos.

### 3.2.3.4 Eficiência no Uso da Água (*Water Efficiency*)

A Eficiência no Uso da Água para prédios é composta por 3 pré-requisitos: redução no uso da água externa, redução no uso da água interna e medição do uso da água a nível de construção. Os pré-requisitos têm o intuito de diminuir o uso da água em todas as áreas de funcionamento de um prédio e encontrar oportunidades de melhorar ainda mais a eficiência do processo. Os créditos sugeridos neste caso são opções de melhoras e aprofundamentos que podem ser utilizados para tornar o uso da água ainda mais eficiente em um edifício, possibilitando o ganho de pontuação através de diferentes níveis de performance:

- Redução ou ausência de irrigação para ambientes externos;



- Redução ainda mais significativa do uso de água em ambientes externos, através de equipamentos ainda mais eficientes;
- Otimização de água de processo, através da retenção da água utilizada em processos mecânicos;
- Instalação de medidores de vazão em diferentes partes do sistema hidráulico do prédio.

A Eficiência no Uso da Água para cidades e comunidades é composta por 2 pré-requisitos:

- Gestão integrada da água: o intuito de ajudar na gestão da água reduzindo o consumo de água fresca e encoraja a evolução para uma comunidade com uso zero de água (demanda externa de água é zero), através de levantamento de disponibilidade hídrica e estimativa do consumo da água.
- Acesso e qualidade da água: tem o intuito de promover o acesso equitativo de toda a sociedade a água limpa e serviços de saneamento através do levantamento de áreas atendidas pelos serviços e apresentação de testes de qualidade para os sistemas apresentados.

Também, a Eficiência no Uso da Água para LEED *for Cities and Communities* apresenta 3 créditos sugeridos voltados a melhor gestão dos recursos hídricos, oportunidades de reuso e manutenção da qualidade de corpos d'água:

- Gerenciamento da água da chuva: com o intuito de diminuir o escoamento superficial, prevenir a erosão e promover a recarga de aquíferos.
- Gerenciamento de águas residuais: tem o objetivo de reduzir a poluição causada por águas residuais, encorajar o reuso e diminuir o estresse em fontes naturais.
- Sistemas inteligentes de água: procura promover o gerenciamento eficiente da água através do acompanhamento do consumo, perdas e vazamentos utilizando medidores de vazão inteligentes.

### 3.2.3.5 Energia e Atmosfera (*Energy and Atmosphere*) ou Energia e Gases do Efeito Estufa (*Energy and Greenhouse Gas Emissions*)

A área de Energia e Atmosfera, ou Energia e Gases do Efeito Estufa no caso do LEED *for Cities and Communities* é considerada a mais importante na certificação LEED,





pois inclui os cuidados com a emissão de carbono na operação de um prédio ou comunidade (SUZER, 2015). Portanto, é a que apresenta maior número de pré-requisitos e créditos de todas as áreas de estudo, tanto para prédios quanto para comunidades e cidades.

O critério Energia e Atmosfera inclui 4 pré-requisitos voltados ao levantamento de oportunidades e análise do uso da energia na eventual operação do prédio, a fim de assegurar o melhor desempenho ambiental e econômico (USGBC, 2020):

- **Comissionamento e verificação fundamental:** apoio ao projeto, construção e operação de um projeto de acordo com os requisitos exigidos pelo projeto para energia, água, qualidade ambiental interna e durabilidade.
- **Performance de energia mínima:** redução do impacto ambiental e econômico do uso excessivo de energia, através da obtenção da energia mínima para operação os sistemas do prédio.
- **Medição da energia:** apoiar a gestão de energia a nível predial através do acompanhamento dos níveis de uso da energia.
- **Gestão de refrigeração fundamental:** tem o intuito de reduzir a deterioração da camada de ozônio por meio do controle do uso de refrigerantes que podem ser extremamente danosos a atmosfera.

Também, existem 6 créditos complementares para a área de Energia e Atmosfera dos prédios direcionados a intensificação da otimização da energia e a utilização de fontes de energia alternativa:

- **Comissionamento avançado:** intensificar o apoio ao projeto, construção e operação de um empreendimento de acordo com os requisitos exigidos para energia, água, qualidade ambiental interna e durabilidade, além das exigências do Comissionamento e Verificação Fundamental.
- **Otimização da performance de energia:** ultrapassar os níveis de performance exigidos no pré-requisito de Performance de Energia Mínima.
- **Medição de energia avançado:** encontrar oportunidades para economia de energia por meio de medidores de energia a nível predial e de sistema.



- Harmonização da rede: aumentar o uso tecnologias e programas de resposta a demanda que tornem a geração e distribuição de energia mais eficiente, confiável e com menor emissão de gases do efeito estufa.
- Energia Renovável: incentivar o uso de energias renováveis e reduzir a emissão de gases do efeito estufa por intermédio da redução do uso de combustíveis fósseis.
- Gestão aprimorada de refrigerantes: eliminar a deterioração da camada de ozônio e apoiar o cumprimento do Protocolo de Montreal, incluindo a emenda Kigali, enquanto minimiza as contribuições para a mudança do clima.

A área de Energia e Gases do Efeito Estufa, dirigida a cidades e comunidades, não apresenta um número tão extenso de pré-requisitos ou créditos, entretanto apresenta alta densidade de pontos, sendo 19 apenas para o segundo pré-requisito (USGBC, 2019b).

- Acesso à energia, confiabilidade e resiliência: possui a intenção de assegurar o acesso equitativo de energia a toda a população de forma confiável e resiliente.
- Energia e gestão da emissão dos gases do efeito estufa: procura induzir a busca por uma cidade ou comunidade com zero emissões, reduzindo o impacto ambiental e econômico ligado ao uso excessivo da energia, através do levantamento das fontes de poluição ao longo do ano, buscando oportunidades da redução das emissões ou gastos energéticos.

Os créditos complementares que formam a área buscam a utilização das informações para melhora na eficiência energética da comunidade e diminuir a pegada de carbono, por meio de sistemas mais bem estruturados e o desligamento da economia da comunidade com a emissão de gases do efeito estufa (USGBC, 2019b):

- Eficiência de energia: busca aprimorar a eficiência no uso de energia nos serviços oferecidos na comunidade, como iluminação pública e saneamento.
- Energia renovável: pretende reduzir a emissão de gases do efeito estufa por meio da implementação de tecnologias de geração própria de energia renovável, além de projetos para mitigação de carbono.





- Economia de baixo carbono: progride na direção de uma economia em que a emissão de gases do efeito estufa não tem relação com o desenvolvimento econômico da comunidade.
- Harmonização da rede: aumentar a participação em tecnologias e programas de resposta a demanda que tornem a geração e distribuição de energia mais eficiente, confiável e com menor emissão de gases do efeito estufa.

### 3.2.3.6 Materiais e Recursos (*Materials and Resources*)

A área de Materiais e Recursos mesmo tendo o mesmo nome para as certificações de prédios e comunidades, possui enfoques bastante diferentes nas duas categorias. Enquanto os requisitos da certificação para prédios buscam a escolha de materiais mais sustentáveis e seguros para a saúde humana (USGBC, 2020), os requisitos para a certificação de comunidades estão voltados para o gerenciamento de resíduos, infraestrutura de reciclagem e destino correto dos materiais (USGBC, 2019b).

Os prédios possuem 2 pré-requisitos que envolvem a disposição de áreas de coleta e armazenagem de resíduos, e a redução de materiais que contenham mercúrio pela substituição de produtos (USGBC, 2020). Também, possuem 9 créditos sugeridos que incluem:

- Redução do impacto do ciclo de vida do prédio;
- Declaração ambiental de produtos;
- Escolha de materiais crus;
- Análise dos ingredientes dos materiais;
- Redução de cobre, cádmio e cobalto;
- Escolha de mobiliário;
- Flexibilidade de projeto;
- Gerenciamento de resíduos da construção.

Para cidades e comunidades existem 2 pré-requisitos voltados ao gerenciamento de resíduos, com o objetivo de desviar os resíduos gerados de aterros buscando sempre a destinação mais ambientalmente correta para o material (USGBC, 2019b):



- Gerenciamento de resíduos sólidos: busca a gestão efetiva e eficiente dos resíduos da comunidade, cobrindo 100% da área com coleta de resíduos ou o compromisso de atingir essa área até a data da certificação. No caso de cidades ou comunidades em fase de planejamento ou desenvolvimento, esse pré-requisito passa a ser para resíduos de construção que devem ser geridos e desviados de aterros.
- Performance dos resíduos: esse pré-requisito busca o desenvolvimento de uma comunidade zero resíduos (90% dos resíduos são desviados de aterros), logo pontuações são acrescentadas conforme o percentual de resíduo é desviado de aterros.

Além disso, a área de Materiais e Recursos para cidades e comunidades também inclui 4 créditos complementares que podem variar conforme o estado de desenvolvimento da comunidade:

- Gerenciamento de resíduos especiais: busca implementar estratégias de recuperação de resíduos especiais para posterior reutilização e desvio de aterros.
- Aquisição responsável para infraestrutura: encoraja a aquisição e uso de produtos que tenha seu ciclo de vida discriminado e tenham sido extraídos e produzidos de maneira responsável.
- Recuperação de materiais: tem o intuito de recuperar materiais de alto valor agregado, coletando e canalizando de volta para o produtor original, portanto incentivando a construção de uma economia circular.
- Sistemas inteligentes de gerenciamento de resíduos: promove eficiência operacional do sistema de gerenciamento de resíduos através da adoção de sistemas inteligentes, como sistemas de transporte pneumático, sensores inteligentes em lixeiras, reconhecimento de resíduos por imagens e otimização de rota de coleta de resíduos.

### 3.2.3.7 Qualidade Ambiental Interna (*Indoor Environmental Quality*)

A área de Qualidade Ambiental Interna só é encontrada para certificações LEED de prédios devido a própria natureza dos projetos atendidos por essas certificações que tem uma escala menor e lida predominantemente com ambientes fechados. A área é



constituída por 3 pré-requisitos que avaliam a performance mínima de qualidade interna do ar, controle da fumaça de tabaco e a performance acústica mínima. Além disso, é constituída por uma lista extensa de créditos com diferentes estratégias para melhorar a qualidade ambiental interna de uma construção, como o conforto térmico, materiais com baixa emissão de químicos, acesso a vistas de qualidade e performance acústica (USGBC, 2020).

### 3.2.3.8 Qualidade de Vida (*Quality of Life*)

Qualidade de Vida é uma área de estudo exclusiva da certificação *LEED for Cities and Communities* e engloba diversos aspectos da qualidade de vida de uma comunidade como distribuição de renda, justiça ambiental e direitos humanos (USGBC, 2019b). Ela é composta por 2 pré-requisitos na sua versão para comunidades existentes:

- Análise demográfica: busca a realização de uma análise compreensiva da população da comunidade, levantando informações de história do grupo, cortes de idade, e composição étnica e racial.
- Performance da qualidade de vida: realiza uma avaliação da qualidade de vida da população da comunidade, ponderando níveis de educação, equidade, prosperidade e saúde e segurança.

Para cidades ou comunidades ainda em fase de planejamento ou desenvolvimento são adicionados outros dois pré-requisitos (USGBC, 2019b):

- Infraestrutura social: promove o fornecimento de infraestruturas de apoio social para ajudar no desenvolvimento de indivíduos dentro da sociedade e melhorar o bem-estar da comunidade como um todo.
- Crescimento econômico: promove a criação de um plano de desenvolvimento econômico para os residentes, buscando o bem-estar social.

Ademais, existem 6 créditos complementares para Qualidade de Vida que envolvem o acompanhamento de métricas da qualidade de vida, expansão de serviços comunitários, redução nos riscos a justiça ambiental, disponibilidade de moradia acessível, programas que promovam a coesão social e o assegura os direitos civis e humanos da população (USGBC, 2019b).



### 3.2.3.9 Inovação (*Innovation*)

A área de inovação tem o objetivo de permitir e recompensar equipes de desenvolvimento de projeto que alcançaram níveis de performance excepcionais ou trouxeram inovação para a certificação, utilizando alguma técnica não listada no LEED para o qual o projeto está sendo aplicado. Desta forma, a equipe pode ser recompensada em até 6 pontos e suas ideias são utilizadas como dados para o desenvolvimento de novas versões e atualizações da certificação.

### 3.2.4 LEED no Brasil

A certificação LEED chegou no Brasil em meados de 2005 e tem a primeira certificação para o edifício Curitiba Office Park em 2006 (GBC Brasil, 2017). Já no ano de 2018, o Brasil ocupava a quarta colocação no ranking mundial em termos de metros quadrados brutos certificados com quase 17 milhões de metros quadrados e 531 projetos certificados. Também em 2018, o Brasil se mostrou como um protagonista no modelo de construções sustentáveis com 88 registros, triplicando o número do ano anterior (GBC Brasil, 2018).

A Figura 4 apresenta o gráfico de crescimento de registros e certificações LEED no Brasil em 2015. Fica claro o aumento de registros acumulados no país e a provável tendência ao crescimento contínuo da certificação.

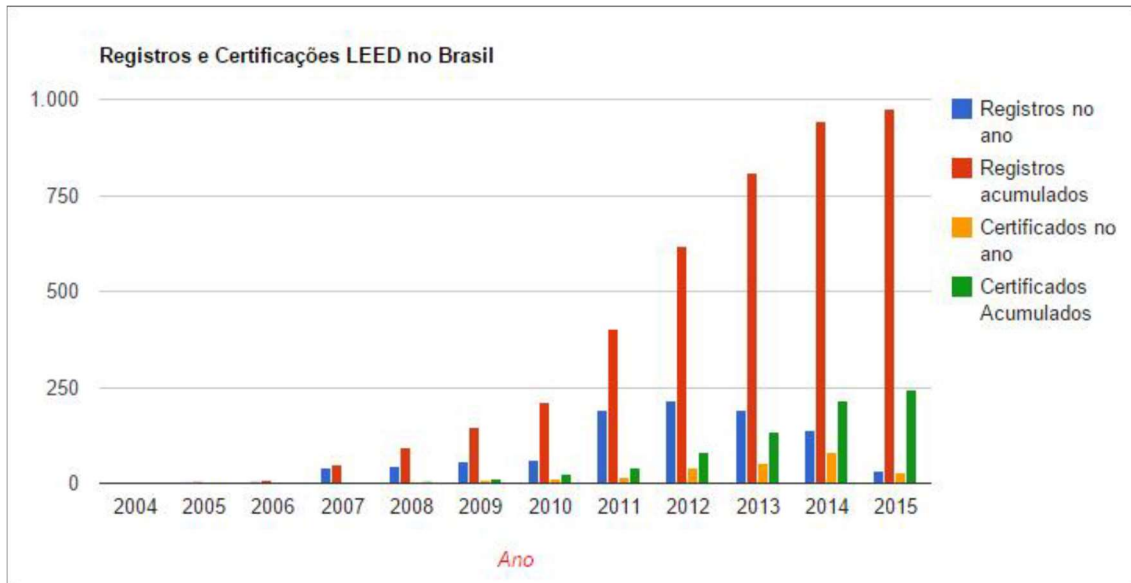


Figura 4 - Registros e Certificações LEED no Brasil.  
 Fonte: GBC Brasil, 2015.

A Figura 5 demonstra os registros de certificações LEED no Brasil de acordo com a sua tipologia em 2015. Os projetos comerciais constituem a tipologia mais comum com 413 registros, com 42,3% do total, seguido por centros de distribuição e escritórios com 131 e 66 registros, respectivamente. Por outro lado, teatros e auditórios contavam com apenas 2 registros no momento do levantamento (GBC Brasil, 2015).

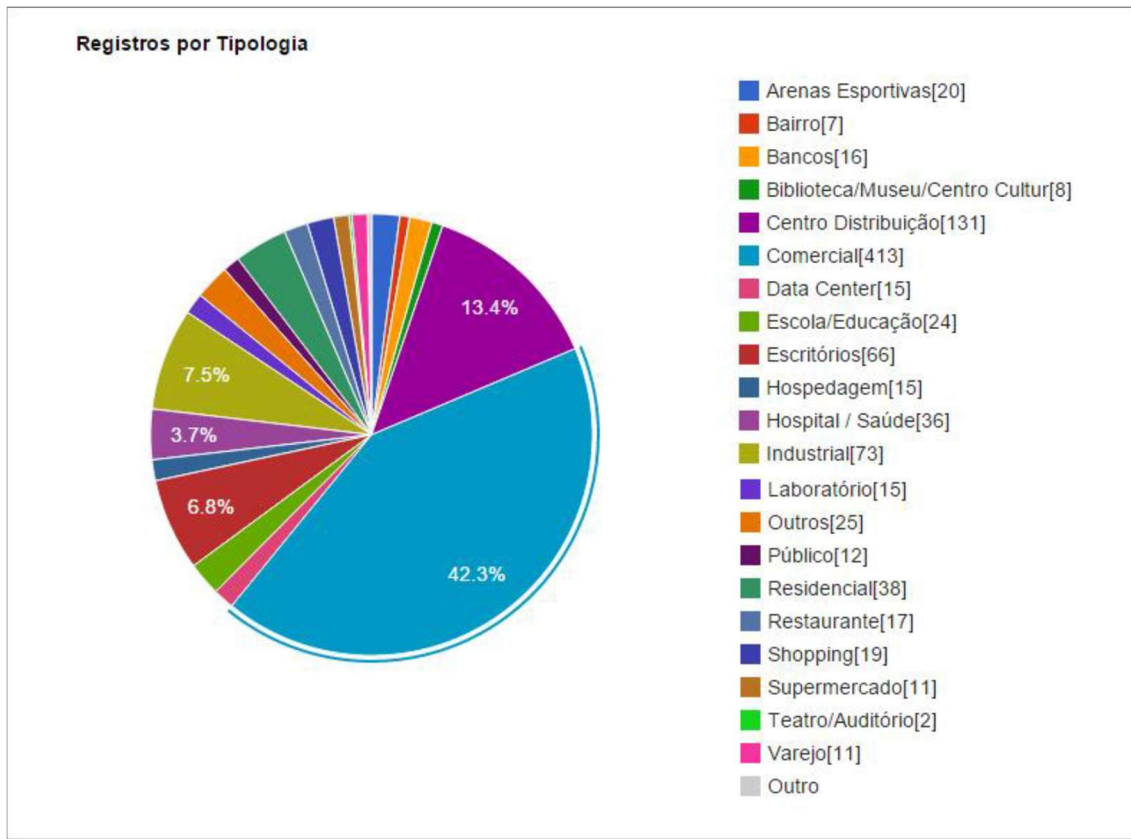


Figura 5 - Registro de Certificação LEED por Tipologia no Brasil.  
 Fonte: GBC Brasil, 2015.

Em 2015, a certificação do Brasil mais utilizada era LEED Envoltória e Núcleo Central (Core & Shell), destinada a edificações que terão seus espaços internos comercializados, com 435 registros, representando 44.5% do total de empreendimento registrados no Brasil. Com 361 registros e 36.9% de representatividade está a modalidade LEED Novas construções e grandes renovações (*New Constructions*), como demonstrado na Figura 6.

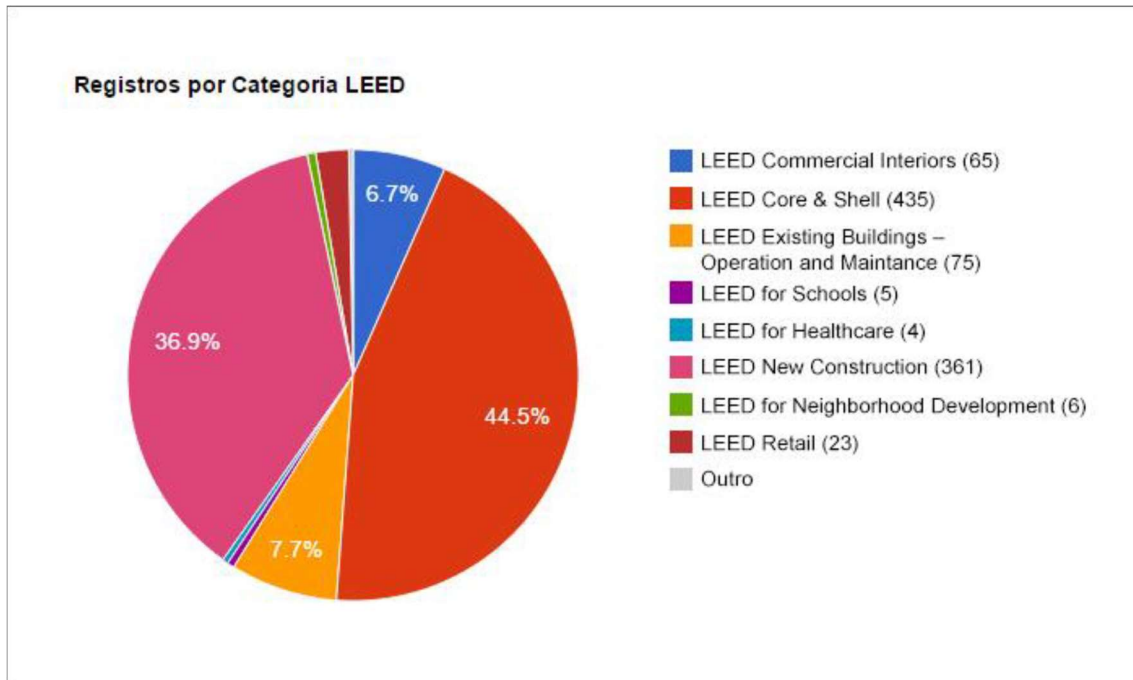


Figura 6 - Registros por categoria LEED no Brasil em 2015.  
Fonte: GBC Brasil, 2015.

Vale ressaltar que o levantamento apresentado não inclui novas categorias de certificação ou atualizações de metodologia que foram apresentadas na versão mais atual do selo (versão 4.1).

A Figura 7 apresenta o resultado médio de empreendimentos com LEED no Brasil em 2022 em relação a projetos convencionais: 40% de redução no consumo de água, 30% de redução no consumo de energia, 35% de redução nas emissões de gás carbônico e 65% de redução na geração de resíduos.

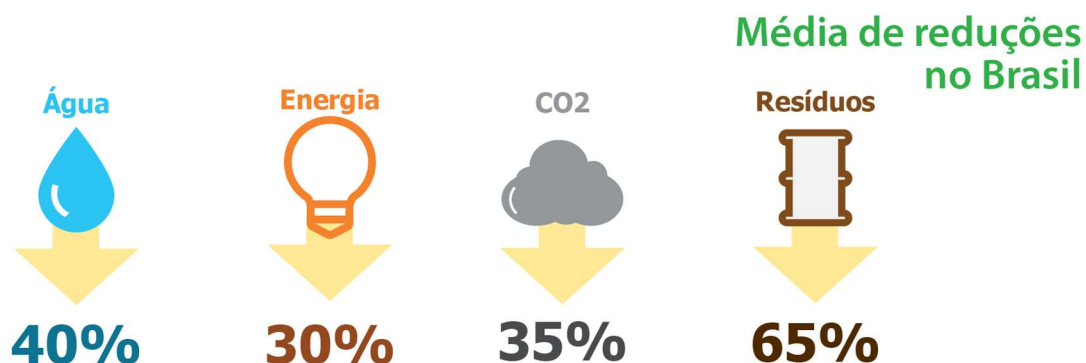


Figura 7 - Média de Reduções em Projetos LEED no Brasil.  
Fonte: Adaptação GBC Brasil, 2022.





### 3.2.5 Estudo de Caso

A cidade de Santa Fé é a capital do Novo México, estado norte-americano, e sede do condado de Santa Fé. A capital conta com mais de 88 mil habitantes e 135,6 km<sup>2</sup> de área entre as montanhas Sangre de Cristo e o Rio Grande, a aproximadamente 2200 metros de altura (US Census Bureau, 2020).

Santa Fé recebeu a certificação LEED Gold pela performance excepcional no incentivo da construção de uma cidade sustentável e resiliente em 2020. Santa Fé fez parte do LEED *for Cities and Communities Grant Program*, programa criado pela USGBC e Bank of America, em que é fornecido apoio financeiro, recursos educacionais e suporte técnico durante o processo de certificação. Os participantes do programa são os primeiros a testarem o LEED *for Cities and Communities* e fornecem feedback no sistema de avaliação (CITY OF SANTA FE ENVIRONMENTAL SERVICES DIVISION, 2020).

Em 2018, a cidade de Santa Fé aprovou um plano de 25 anos com estratégias para uma comunidade onde os impactos no clima são neutralizados, recursos naturais são abundantes e limpos, e atividade econômica sustentável é gerada pela melhora na equidade social e a capacidade regenerativa do ambiente. As estratégias escolhidas se assemelham às estratégias do LEED *for Cities and Communities* e, ainda, a certificação serviu como um *gap analysis*, onde foi comparada a performance no momento da construção do plano e a performance esperada. Assim, foram promovidos objetivos quantificáveis específicos para complementar os objetivos visionários e amplos do plano (CITY OF SANTA FE ENVIRONMENTAL SERVICES DIVISION, 2020).

O uso de pontuações numérica para sustentabilidade permite à cidade melhor avaliar a sua evolução nos seus objetivos de sustentabilidade, já que as métricas utilizadas no LEED *for Cities and Communities* foram desenvolvidas por especialistas do mundo inteiro. Desta forma, as estratégias da cidade estão alinhadas com as melhores práticas ao redor do mundo (CITY OF SANTA FE ENVIRONMENTAL SERVICES DIVISION, 2020).



Santa Fé atingiu o nível Gold da certificação LEED com a obtenção de 62 dos 110 pontos possíveis (Figura 8).

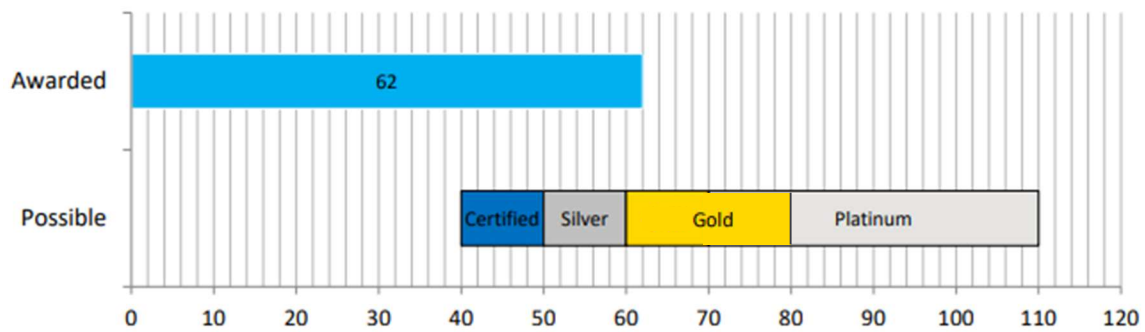


Figura 8 - Pontos possíveis e atribuídos.(CITY OF SANTA FE ENVIRONMENTAL SERVICES DIVISION, 2020)

As categorias de maior pontuação foram as de Sistemas Naturais e Ecologia e Energia e Emissões de Gases do Efeito Estufa, recebendo pontuação perfeita no pré-requisito de Emissões de Gases do Efeito Estufa. Também, todos os pontos possíveis nos créditos de inovação foram obtidos (CITY OF SANTA FE ENVIRONMENTAL SERVICES DIVISION, 2020). A Figura 9 apresenta o resumo de pontuações por categorias de crédito.

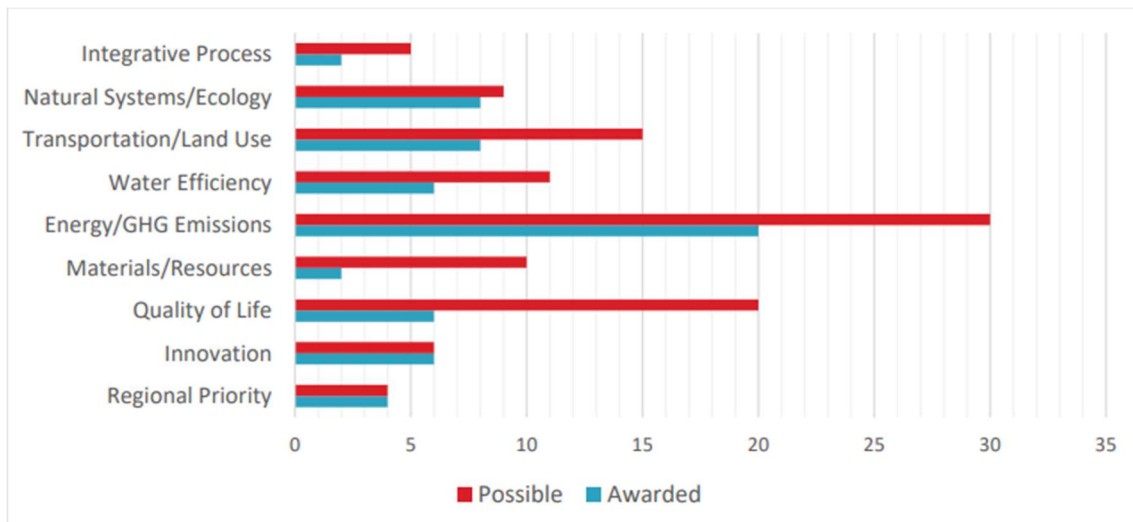


Figura 9 - Pontos possíveis e atribuídos por categoria de crédito. (CITY OF SANTA FE ENVIRONMENTAL SERVICES DIVISION, 2020)

A performance da cidade foi também avaliada através da ferramenta Arc Skoru, produto desenvolvido pela Green Business Certification Inc., utilizada para medir a performance, encontrar melhoras e principalmente usar de parâmetro de referência com outras cidades. A plataforma utiliza uma pontuação na escala de 0 a 90 entre 5 categorias:

energia, água, transporte e experiência humana. Como resultado, a ferramenta apresenta uma nota global baseada na performance de diversas cidades pelo mundo (Arc Skoru, 2022). A ferramenta também é alinhada com a performance e objetivos empregados na certificação LEED *for Cities and Communities*, fazendo a ligação entre as duas ferramentas e gerando resultados com base nas informações fornecidas na certificação LEED *for Cities and Communities*. Os resultados atingidos pela cidade de Santa Fé no Arc Skoru são apresentados na Figura 10 e demonstram com clareza os pontos fortes e o que pode ser melhorado na comunidade, também é fácil realizar a comparação com outras cidades devido a forma como o resultado é apresentado.

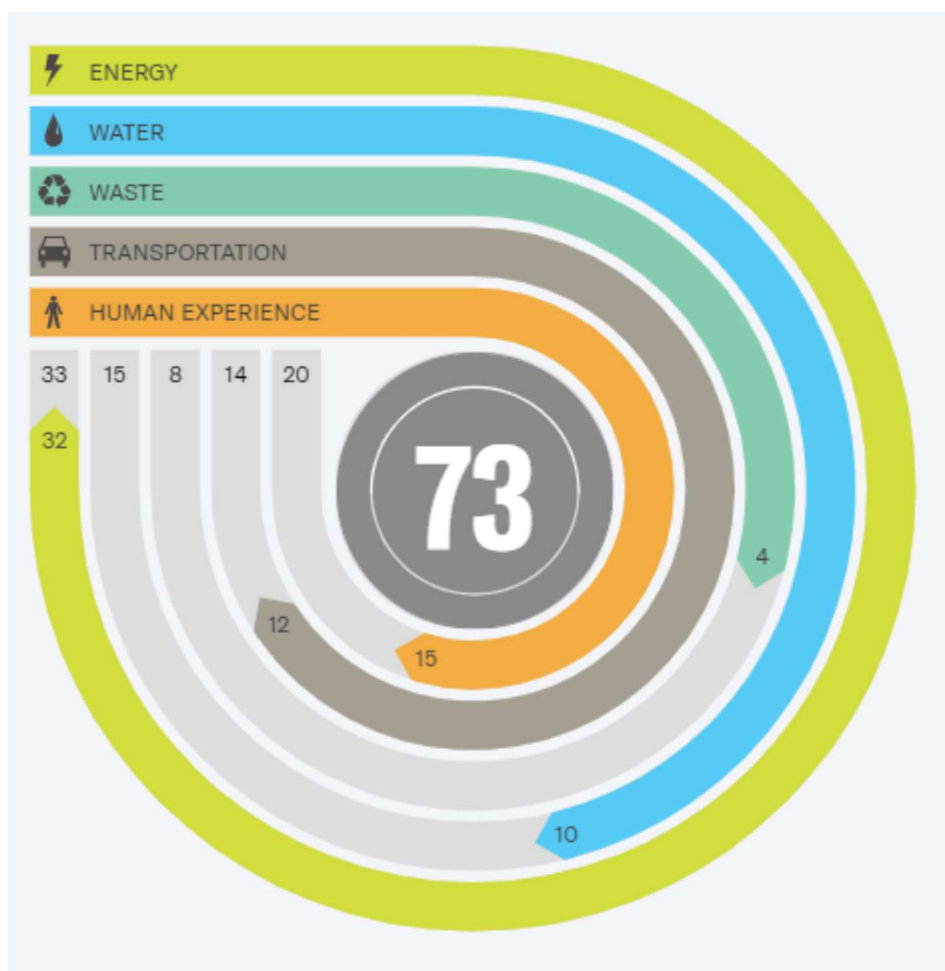


Figura 10 - Performance na cidade de Santa Fé pelo Arc Skoru.



### 3.3 CONTRIBUIÇÃO DO TRABALHO

O presente trabalho contribui para o desenvolvimento e melhor entendimento das aplicações de tecnologias e metodologias de certificação, ou ferramentas para avaliação de desempenho ambiental e mitigação de impactos de uma construção ou comunidade, através do diagnóstico detalhado de uma metodologia inovadora e ainda pouco estudada que é a certificação *LEED for Cities and Communities*. Embora a certificação inclua campi nos seus alvos de aplicação, existe pouco material de estudo a respeito das facilidades ou dificuldades da implementação, sendo a todo o material encontrado voltado a cidades e comunidades muito maiores que o IPH.

Esse pode ser o primeiro passo para a construção de um Instituto mais ambientalmente responsável, que considera não só seus impactos no ambiente como também nas pessoas que utilizam o seu espaço todos os dias

Essa foi, portanto, uma ótima oportunidade para avaliar o quão adequado é a construção e o uso dessa certificação para campi universitários brasileiros e o quão distante esse tipo de certificação está da realidade das universidades públicas brasileiras.



## 4. METODOLOGIA

### 4.1 ESCOLHA DA CERTIFICAÇÃO

A certificação escolhida para diagnóstico do IPH e aplicação de seus parâmetros como medidas é *LEED for Cities and Communities*, pois dentre as certificações apresentadas, é a certificação que se adequa melhor ao cenário em que o IPH está inserido. Isso se deve pela natureza da certificação: muito mais abrangente, considerando o desenvolvimento a longo prazo, e considerativa da sustentabilidade social e econômica, diferente da maioria das construções sustentáveis. A entrega de objetivos de sustentabilidade é necessária para a elaboração em grandes escalas, incorporando princípios sustentáveis além da escala de construção unitária (GOH; ROWLINSON; WANG, 2021). A visão de certificações para comunidades é o arranjo de prédios, espaços públicos, transportes, serviços e comodidades para que sejam mais viáveis, participativos, inclusivos e autossustentáveis. Ademais, a transformação para comunidades sustentáveis assessorada pela implementação de informações para melhoria de vida, comunicação e tecnologia. Portanto, o desenvolvimento de tecnologias inovadoras pode criar soluções otimizadas e modelos para o uso de energia, conforto humano, acessibilidade, igualdade social, entre outras (GOH; ROWLINSON; WANG, 2021).

A certificação *LEED for Cities and Communities* é a mais nova certificação da família LEED, portanto, diferente das demais certificações no mercado, já está alinhada com as mais novas ferramentas do mercado: PEER, TRUE, SITES e demais produtos GBCI. Portanto, intentando o acompanhamento do desempenho sustentável do IPH ao longo do tempo, a certificação para comunidades é a melhor preparada aplicação de ferramentas de gestão atuais e futuras (SHARIFI; KAWAKUBO; MILOVIDOVA, 2020).

Também, já está alinhada com os objetivos sustentáveis da ONU, enfatizando a mitigação as mudanças do clima e é a primeira certificação que reconhece conceitos novos como a resiliência da comunidade: capacidade da comunidade de se adaptar a mudanças no ambiente e sociedade, colocando em prática levantamento de vulnerabilidades, planos de emergência e aplicação de tecnologias que permitam a autossustentabilidade da comunidade (SHARIFI; KAWAKUBO; MILOVIDOVA, 2020).



## 4.2 LEVANTAMENTO DE DADOS E FERRAMENTAS

Os dados utilizados para o diagnóstico dos pré-requisitos e créditos complementares foram levantados através de artigos, relatórios ou estudos já disponíveis da área, banco de dados GIS abertos (uso e ocupação do solo, hidrografia, entre outros) e imagens de satélite. Esses dados são suficientes para a avaliação preliminar e sugestão de estratégias para obtenção dos requisitos de cada crédito.

As principais ferramentas utilizadas no trabalho são as calculadoras disponibilizadas pela USGBC para cálculos de população, geração e desvio de resíduos, demanda de água, pluviometria, entre outras. Essas calculadoras são montadas no Microsoft Excel e já são moldadas para avaliação dos parâmetros dos pré-requisitos de cada área, entretanto é possível alterar as calculadoras caso surja a necessidade para adaptar melhor a situação de cada projeto. A gestão e emissão de carbono, pré-requisito com maior peso na certificação LEED, é avaliada através da *Curb Tool 2.1*: ferramenta de gestão de gases do efeito estufa do Word Bank – busca estimar as emissões de carbono de uma comunidade ou cidade em grande grau de detalhamento e servir como ferramenta de planejamento na tomada de decisão para diminuição das emissões ao longo do tempo.



### 4.3 APLICAÇÃO DA CERTIFICAÇÃO

Todos os pré-requisitos e créditos complementares são apresentados e avaliadas de um a um, onde são apresentadas as possíveis estratégias e sugestões de medidas a serem tomadas. Ao final de cada item os créditos são classificados entre 4 opções:

- Atende (AT): os parâmetros do pré-requisito ou crédito já são atendidos ou serão atendidos facilmente.
- Aplicável (AP): os parâmetros do pré-requisito ou crédito não foram atendidos, mas existe uma possibilidade ou estratégia de aplicação desses parâmetros para futuro suporte.
- Não Aplicável (NP): não existe estratégia clara ou factível para a aplicação dos parâmetros exigidos para o cumprimento do pré-requisito ou crédito apresentado.
- Fora de Escopo (FE): as medidas necessárias para o cumprimento das atividades ou parâmetros exigidos pelo pré-requisito ou crédito apresentado estão fora do controle do IPH ou sua gestão.



## 5. ÁREA DE PROJETO

O Instituto de Pesquisas Hidráulicas foi criado em agosto de 1953 pelo, então reitor, Eliseu Paglioli. A criação do instituto coincide com um período de grandes mudanças no cenário socio-político-econômico do país e Estado do Rio Grande do Sul as quais eram antecedidas pela crise de 1929, o término da segunda guerra mundial, as metas governamentais do período do Presidente Juscelino Kubitschek e com também foram afetadas pelos planos econômicos e políticos do Presidente Getúlio Vargas bem como as transformações oriundas da instalação da ditadura militar no país (SANDRA MARIA GOMES, 2016).

Na década de 50, o país passava por implantações de metas definidas pelo governo federal que visavam a aceleração do crescimento econômico através do incremento a industrialização brasileira como também a vários outros setores da sociedade como um todo, portanto o incentivo desenvolvimentista incluía as áreas da indústria, transportes, energia, educação e a construção da própria capital federal (SANDRA MARIA GOMES, 2016).

A fim de proporcionar o desenvolvimento dos setores de energia elétrica, irrigação, navegação e abastecimento de água, áreas estas alinhadas com as metas do governo e extremamente deficitárias no Estado do Rio Grande do Sul, surge a inspiração para a criação de um instituto que compreende essas necessidades dentro do próprio país (SANDRA MARIA GOMES, 2016).

A Escola de Engenharia planejava criar um laboratório de hidráulica para servir a seus cursos regulares, enquanto a Diretoria de Portos Rios e Canais estava interessada em um ambiente de pesquisa para que seus trabalhos pudessem ser assessorados. Portanto, através de discussões com professores da área de hidráulica que haviam tido contato com laboratórios europeus e americanos se teve a ideia da criação de “um Instituto em moldes modernos e com amplitude necessária a atender objetivos de ensino, pesquisa e de formação de especialistas” (SANDRA MARIA GOMES, 2016). Sendo assim, em agosto de 1953 é designada uma comissão especial para estruturar o futuro com Instituto (SANDRA MARIA GOMES, 2016).



## 5.1 LOCALIZAÇÃO E ESTRUTURA

A implantação física do prédio do futuro Instituto de Hidráulica estava prevista para ser localizada na área do próprio quarteirão da Escola de Engenharia, mas devido a necessidade de grandes áreas para estudos marítimos e fluviais, além de quantidade abundante de água, a comissão responsável decidiu por instalar o IPH nos terrenos da Universidade, nas proximidades da Escola de Agronomia e a 14 km de distância do centro de Porto Alegre em área compreendida entre o arroio Mãe D'Água e a estrada de rodagem Porto Alegre-Viamão e a Vila Santa Isabel, junto a recém aprovada Cidade Universitária, junto ao Morro Santana, Av. Protásio Alves e Bento Gonçalves (Figura 11) (SANDRA MARIA GOMES, 2016).

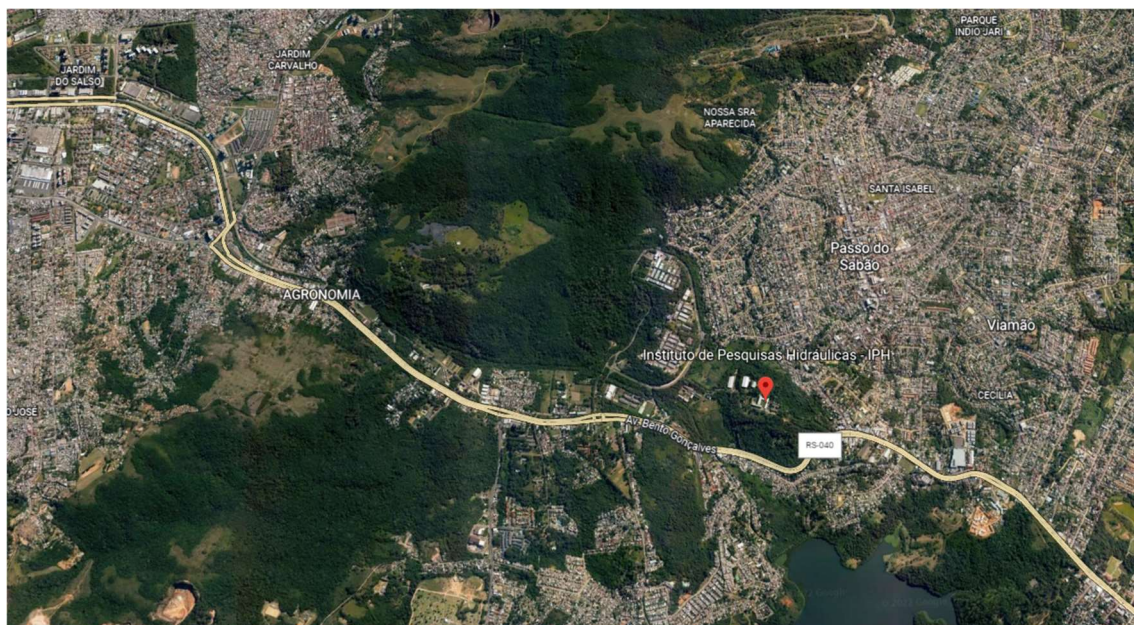


Figura 11 - Localização do IPH em relação a região metropolitana.

As primeiras obras do IPH foram os pavilhões marítimo e fluvial, e na sequência, o conjunto de três prédios para os setores administrativos, laboratórios, biblioteca, oficina mecânica e carpintaria, aparelhos eletrônicos e máquinas elétricas. Atualmente são 12 construções dentro da área de estudo do IPH, incluindo laboratórios, garagens, escritórios, brinquedoteca, caixa d'água e galpão crioulo para eventos. A Figura 12 demonstra a localização das principais estruturas dentro do Limite da Área de Estudo definido para o projeto.



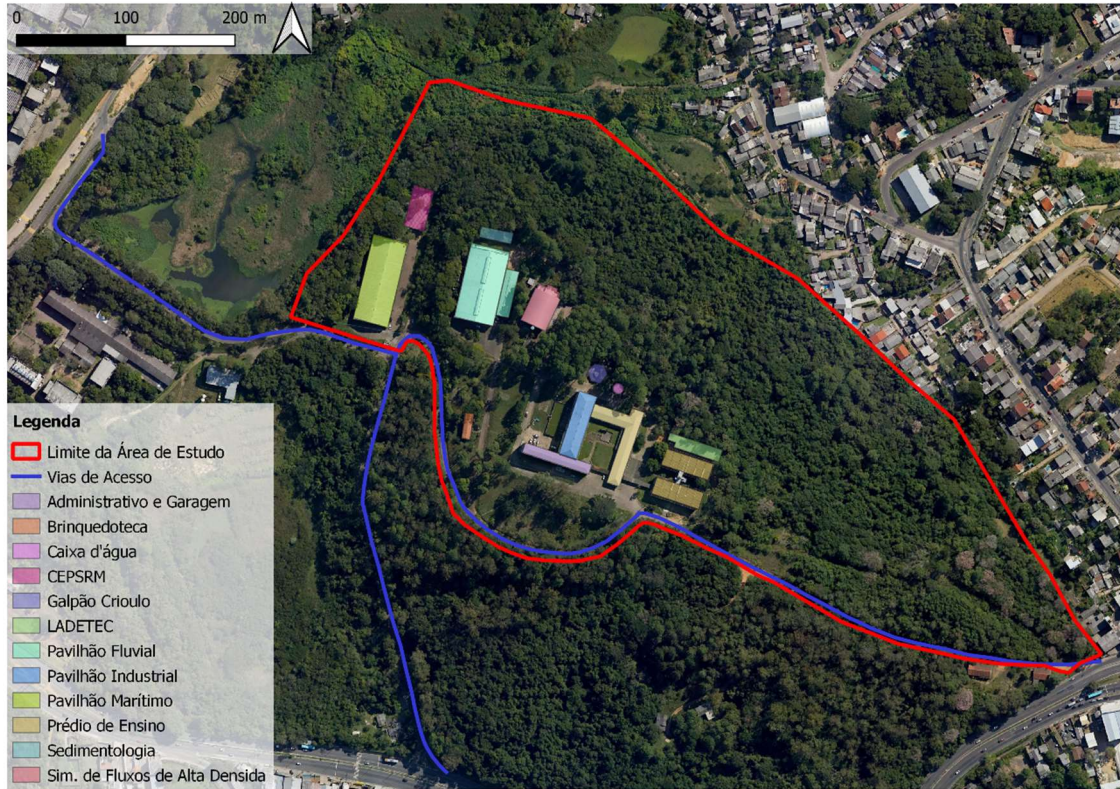


Figura 12 - Delimitação da área de estudo e estruturas do IPH.

A área total escolhida para o IPH tem 187.189,12 m<sup>2</sup>, enquanto a área total das construções soma aproximadamente 12.956,51 m<sup>2</sup> e a TABELA X apresenta a área para cada unidade. A área de estudo escolhida inclui as principais estruturas e vegetação próxima, inclusas no cercamento da instituição, e limites entre o município de Viamão e a Barragem Mãe D'Água, entretanto as áreas adjacentes ao Limite da Área de Estudo ainda são zonas de influência que devem ser consideradas ao longo do trabalho.

Tabela 1 - Área das construções dentro do IPH.

ID	Construções	Área (m <sup>2</sup> )
1	Pavilhão Marítimo	2.587,16
2	Pavilhão Fluvial	2.522,38
3	Pavilhão Fluvial	512,97
4	Sim. de Fluxos de Alta Densidade	943,90
5	Administrativo e Garagem	606,35
6	Pavilhão Industrial	1.018,05
7	Prédio de Ensino	1.290,17
8	Prédio de Ensino	724,91
9	Prédio de Ensino	695,48
10	LADETEC	544,39
11	Brinquedoteca	188,51
12	CEPSRM	738,28
13	Sedimentologia	295,75
14	Caixa d'água	71,02
15	Galpão Crioulo	217,18
<b>Total</b>		<b>12,956.51</b>



## 5.2 POPULAÇÃO

Atualmente o IPH possui dois cursos de graduação: Engenharia Ambiental e Engenharia Hídrica. Além de dois cursos de pós-graduação *stricto sensu* (PPG Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, com mestrado e doutorado e o PPG Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, mestrado em rede nacional – PROFÁGUA) e um curso técnico em Hidrologia. Neste momento, além dos cursos de graduação ministrados, o Instituto ministra disciplinas de graduação obrigatórias e eletivas para 14 cursos da UFRGS (NAU INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS, 2020).

A população do IPH era composta em 2020 por 38 docentes que colaboram não só no IPH como em outras unidades da UFRGS, 2667 alunos-turma de graduação e 334 alunos-turma de pós-graduação, com 8.327 e 1.950 horas de aula respectivamente, totalizando 10.277 horas de aula. Diferente da maioria das comunidades submetidas ao LEED, a comunidade do IPH não possui moradores devido à natureza das atividades realizadas, logo só existe ocupação relevante durante os horários de aula: das 8 às 19 horas. Ademais, a população é variável ao longo do ano, atingindo seu ápice durante os semestres em que os estudantes devem todos comparecerem as aulas, e seu declínio durante as férias escolares, em que apenas atividades de pesquisa e administrativa acontecem no campus.

Para que seja possível avaliar a população de maneira correta, é necessário realizar o cálculo da população equivalente, já que pessoas com diferentes atividades e tempos de permanência na comunidade tem diferentes impactos. A USGBC fornece uma calculadora de população equivalente diária, e nela são inseridos os dados anuais de população de cada categoria e as horas por dia de atividade. A Figura 13 apresenta a aplicação dessa calculadora para o IPH.



Permanent population (per day) 0

Transient population (per day)							
Working population				Visitor population			
Working type*	Total working population (per year)	Total working hours (per day)	Average working population (per day)	Visitor type*	Total visitor population (per year)	Average stay (number of days)	Average visitor population (per day)
Professores	38	8	13	Graduandos	2667	33.04365079	241
Técnicos	20	8	7	Pós-graduandos	334	7.738095238	7
Terceirizados	20	8	7				0
Func. Restaurante	5	8	2				0
			0				0
			0				0
			0				0
			0				0
			28				249

Total population (per day) 276

Peak population (per day)

Figura 13 - Calculadora de população equivalente da USGBC para o IPH.

Para estimativa do número de dias de estadia para os estudantes do Instituto, as horas de aula por ano foram divididos pelo número de dias úteis por ano. Por outro lado, número de técnicos e terceirizados foi estimado para vinte com 8 horas de trabalho, já que não foram encontrados dados a respeito. O resultado da população diária equivalente é de 276 pessoas, condizente com o tamanho e a estrutura da Instituição.



## 6. RESULTADOS

### 6.1 PROCESSO INTEGRADO

#### 6.1.1 Crédito 1 – Planejamento Integrado e Design (1 Ponto)

**Requisitos:** O presente crédito exige a construção de 3 processos:

- A elaboração de um plano de ação e objetivos de desenvolvimento para a comunidade que seja revisado e atualizado a cada 5 anos;
- A construção de um time multidisciplinar com pelo menos 3 áreas de expertise, como arquitetura, engenharia, urbanismo, antropologia, entre outras;
- A condução de pelo menos 2 *Workshops* para desenvolvimento de um *Gap Analysis* e um levantamento de objetivos e o caminho que deve traçado (*Goal Setting and Roadmap*).

**Resolução:** O crédito é de fácil atendimento, no momento da decisão por parte da Instituição deve ser formada uma comissão interdisciplinar que fica responsável pela elaboração do plano e a condução dos *Workshops* para que fique alinhado entre toda a comissão e interessados os procedimentos que a comunidade definiu e o funcionamento do projeto. Pela própria natureza do IPH, o grupo responsável será certamente multidisciplinar, portanto, basta a documentação dos encontros e dos objetivos traçados. O crédito é considerado **aplicável**.

#### 6.1.2 Crédito 2 – Política de Incentivo a Construção Verde (4 Pontos)

**Requisitos:** O crédito exige a escolha de pelo menos uma das 2 opções:

- Opção 1 – Prédios Pertencentes ou Operados pela Autoridade de Desenvolvimento (1 a 3 pontos): garantir que um percentual de prédios dentro da comunidade seja certificado, com a pontuação variando conforme esse percentual.
- Opção 2 – Divulgação da Performance dos Prédios (1 a 2 pontos): coletar os dados de performance de prédios e construções incluídas na comunidade e reportar esses dados em plataformas como *NERGY STAR*



*Portfolio Manager, Arc Skoru* ou plataforma própria para ajudar com a organização de dados e análise de performance.

**Resolução:** Assim como o crédito anterior, o presente crédito trata de políticas que podem ser implementadas por uma comissão que deve organizar os princípios e metas a serem cumpridas pela Instituição ao longo do tempo. Portanto, tanto a Opção 1 quanto a Opção 2 são **aplicáveis**, entretanto, a Opção 1 pode ser complexa devido a barreira financeira da busca da certificação para diversos prédios dentro do Instituto, além do desafio técnico para aplicar os requisitos exigidos por certificações ambientais. A Opção 2, está de acordo com os objetivos da implementação de uma certificação do IPH e é tecnicamente viável, mesmo que seja necessário o desenvolvimento de métricas para avaliação do desempenho da Instituição ao longo do tempo.





## 6.2 SISTEMAS NATURAIS E ECOLOGIA

### 6.2.1 Pré-requisito – Avaliação de Ecossistema

**Requisitos:** o pré-requisito de Sistemas Naturais e Ecologia exige uma análise aprofundada do ecossistema da comunidade:

- Análise topográficas: mapas de contorno, características de relevo, instabilidade de encostas, entre outros;
- Solo: delimitação da conservação de solos naturais, solos saudáveis, solos alterados por desenvolvimentos anteriores, e outras coisas mais;
- Vegetação e Habitats: existência de área vegetadas, vegetações primárias, plantas nativas, habitats de espécies ameaçadas, dentre outros;
- Hidrologia e Sistemas Aquáticos: áreas em risco de inundação, lagos, pantanais, canais, praias, precipitação, coleta da água da chuva, oportunidades de reuso, fontes de poluição, qualidade da água, mapeamento de ecossistemas aquáticos, entre outros.

O relatório ou análise apresentada deve demonstrar as relações entre as diferentes características e tópicos e como eles influenciam as estratégias adotadas na comunidade.

**Resolução:** é imperativa a necessidade da avaliação de um ecossistema para dar sequência na avaliação do impacto do IPH e futuramente a escolha de medidas a serem tomadas para mitigação desse impacto. Esse pré-requisito é claramente **aplicável** no contexto do IPH, principalmente, quando consideramos a natureza das pesquisas realizadas dentro do Instituto e da Universidade como um todo. Sugere-se a construção dessa avaliação através de atividades didáticas ministradas nos cursos da graduação e pós-graduação, assim tendo a oportunidade de ensinar alunos a respeito do local onde frequentam e de manter esse levantamento do ecossistema sempre atualizado.

### 6.2.2 Crédito 1 – Espaços Verdes (2 Pontos)

**Requisitos:** A fim de promover o acesso a espaços verdes, o crédito de Espaços Verdes requer 11,25 m<sup>2</sup> por pessoa para obtenção de 1 ponto ou 13,5 m<sup>2</sup> por pessoa para 2 pontos. Também, é exigido que 70% das unidades prediais da comunidade estejam até 800 m de distância de um espaço verde.



**Resolução:** A área do projeto é repleta de vegetação e tem grande contato com espaços verdes, portanto basta realizar o levantamento de áreas para concluirmos a área verde por frequentador do IPH.

Para realização de um levantamento preliminar e considerando a quantidade evidente de vegetação no Instituto, podemos aproximar a área verde como a área total escolhida para o IPH menos o total de área construída. Portanto, de acordo com o levantamento realizado no Item 5.1, a área total do Instituto tem 187.189,12 m<sup>2</sup>, enquanto a área construída total tem 12.956,51 m<sup>2</sup>. Desta forma a área verde aproximada, resultante da subtração dos dois, possui 174.232,61 m<sup>2</sup>.

Considerando a população de 276 pessoas, como apontado na calculadora de população equivalente, são 631,28 m<sup>2</sup> por pessoa no IPH, bem acima do requisito. Logo, a Instituição **atende** o crédito e obtém os 2 pontos.

### 6.2.3 Crédito 2 – Conservação e Prevenção de Recursos Naturais (2 Pontos)

**Requisitos:** com o intuito de conservar ou recuperar recursos naturais são apresentadas duas opções para atingir os requisitos do crédito:

- Opção 1 – Área de Recursos Naturais: manter área natural de pelo menos 80 m<sup>2</sup> por pessoa ou manter área de recurso natural em pelo menos 11,5% de total área do projeto.
- Opção 2 – Plano de Conservação e Restauração dos Recursos Naturais: desenvolver plano detalhado para conservação e restauração dos recursos naturais dentro dos limites do projeto de acordo com os levantamentos realizados no pré-requisito de Avaliação de Ecossistema.

**Resolução:** assim como visto no crédito de Espaços Verdes, devido ao alto nível de vegetação dentro dos limites do projeto, é evidente a facilidade de obtenção do crédito. Portanto, a nível de diagnóstico, podemos considerar a área de mata fechada (Figura 14) dentro dos limites do projeto como área de recursos naturais.

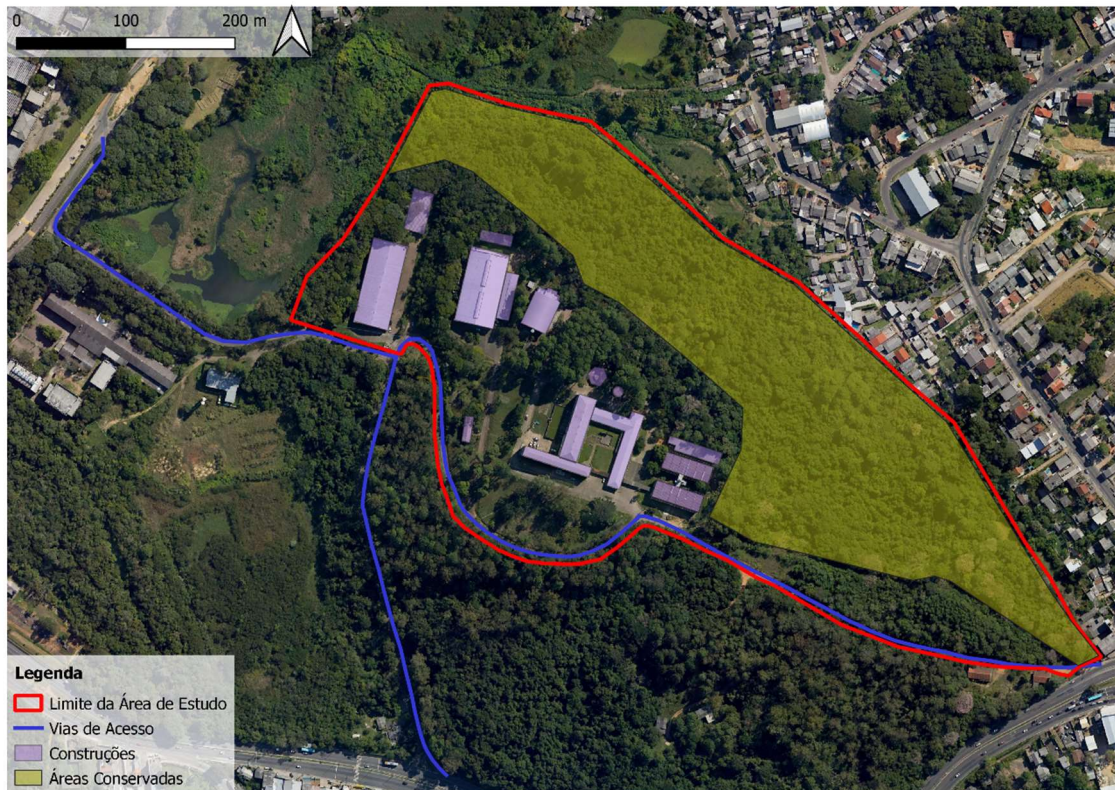


Figura 14 - Área de manutenção dos recursos naturais.

O espaço contém 84.786,16 m<sup>2</sup> de área preservada, portanto se dividirmos pela população equivalente de 276, obtemos 307,2 m<sup>2</sup> de área preservada por pessoa. Conclui-se que o Instituto já **atende** os critérios do crédito.

#### 6.2.4 Crédito 3 – Redução da Poluição Luminosa (1 Ponto)

**Requisitos:** em busca de minimizar e gerenciar os níveis de luz ambiente para proteger a saúde pública e integridade dos sistemas ecológicos são propostas duas opções das quais apenas uma pode ser escolhida:

- Opção 1 – Medição do Brilho do Céu: atingir o 4 ou abaixo na Escala Bortle de céu escuro onde a Via Láctea ainda é visível em áreas residenciais.
- Opção 2 – Limitar o Brilho do Céu: 70% da iluminação pública deve estar de acordo com os Requisitos da Seção 9 da *Recommendations on sky glow limits of CIE 126 -1997, Guidelines for Minimizing Sky Glow*.

**Resolução:** é possível que o IPH atenda a opção 1 do crédito devido a sua localização afastada do centro da cidade e de grandes focos de luz que possam ofuscar o brilho das estrelas, entretanto é necessária uma análise mais aprofundada no local com





aparelhos apropriados para esse tipo de medição caso haja o interesse por parte da Instituição. Portanto, esse crédito pode ser classificado **aplicável**.

### 6.2.5 Crédito 4 – Planejamento de Resiliência (4 Pontos)

**Requisitos:** A fim de fortalecer a resiliência de comunidades para os riscos da mudança do clima, perigos artificiais e naturais e eventos extremos, são exigidas duas análises:

- Avaliação das Vulnerabilidades e Capacidades da Comunidade: levantamento das principais vulnerabilidades da comunidade sendo elas naturais ou criadas pelo homem sendo elas geofísicas, hidrológicas, climatológicas, meteorológicas, biológicas, sociais, tecnológicas, industriais, transporte e poluição.
- Plano de Resiliência: desenvolver um plano de resiliência para a comunidade, abordando pelo menos duas estratégias diferentes para mitigação ou controle de emergências.

**Resolução:** é possível e importante um levantamento das vulnerabilidades e realizar um planejamento para a comunidade do IPH, principalmente para encontrar riscos e preparar a comunidade para situações perigosas desta forma a realização do crédito é não só **aplicável** como recomendável para a segurança do IPH e a resiliência do Instituto ao longo do tempo.



## 6.3 TRANSPORTE E USO DO SOLO

### 6.3.1 Pré-requisito – Performance dos Transportes (6 Pontos)

**Requisitos:** com o objetivo de promover o transporte não motorizado e utilizar o uso de transporte público, reduzindo a poluição gerada pelo setor de transportes, o pré-requisito em questão exige um estudo dos quilômetros viajados dentro da comunidade com cada tipo de meio de transporte. Os resultados desses estudos, realizado ao longo de um ano, devem ser inseridos no Arc Skoru, devendo ter um resultado mínimo de 40 pontos para atender o pré-requisito e a pontos adicionais são dados conforme a performance na ferramenta.

**Resolução:** embora não exista grande volume de tráfego dentro do IPH, segure-se um levantamento do tipo de transporte utilizados para se chegar no campus e utilizar essa informação para a introdução na ferramenta. Também, pode-se utilizar esses dados para encontrar oportunidades de incentivar o uso de transportes não motorizados, públicos ou que utilizem fontes mais limpas de energia. Portanto, pode-se concluir que o pré-requisito é **aplicável**.

### 6.3.2 Crédito 1 – Desenvolvimento Compacto, Misto e Orientado ao Transporte (2 Pontos)

**Requisitos:** para encorajar o desenvolvimento compacto e de uso misto, altos níveis de conectividade e caminhada é exigido por esse crédito a criação de um Centro de Compacto e Completo (CCC), definidos como centralidades com alta disponibilidade de transporte intermodal e acesso a diferentes paradas em que se possa fazer a troca entre essas modalidades de transporte.

**Resolução:** a localização do IPH, afastado de terminais intermodais existentes, e a falta de controle sobre a instalação de novos terminais, que envolvem uma jurisdição muito mais abrangente e um envolvimento muito maior com o plano de mobilidade do município, torna o crédito **fora de escopo**.

### 6.3.3 Crédito 2 – Acesso a Trânsito de Qualidade (1 Ponto)

**Requisitos:** para incentivar o uso de modos diversos de transporte, é exigido pelo crédito que seja feito uma pesquisa do uso de diferentes meios de transporte dentro da



comunidade. Também, é exigida a construção de paradas de qualidade: coberta para a proteção da chuva ou sol, mínima interferência com o fluxo de pedestres e garantia de passagem livre para transporte público.

**Resolução:** para o atendimento desse crédito é necessário que a parada de ônibus do IPH seja reformada, garantindo a cobertura mais apropriada da chuva e do sol, além disso pode ser feita a marcação de preferência para o ônibus circular nas vias do Instituto. Também, é imperativo para o atendimento a realização de uma pesquisa dos modos de transporte utilizados para ir e se locomover dentro do IPH ao longo de um ano, portanto uma pesquisa com a população pode ser feita durante os semestres.

#### 6.3.4 Crédito 3 – Veículos de Combustível Alternativo (2 pontos)

**Requisitos:** a fim de reduzir a poluição através do incentivo a alternativas ao uso de veículos a combustão, são oferecidas 2 opções das quais pelo menos uma deve ser atendida:

- Opção 1 – Estruturas de Carregamento de Veículos Elétricos: prover equipamentos para carregamento de veículos elétricos em pelo menos 2% das vagas ou pelo menos duas vagas, o que for maior. Identificar com clareza essas vagas e dar preferência para esses carros.
- Opção 2 – Postos de Combustível Alternativo: demonstrar que o número de postos de combustível alternativo (gás natural e álcool) excedam 1,52 a cada 10 mil residentes.

**Resolução:** para a Opção 1 existem poucas vagas formais e demarcadas no IPH, entretanto é possível a implementação de 2 vagas destinadas a carros elétricos com a estrutura para carregamento. Mesmo com o elevado custo para a implementação de carregadores elétricos comerciais, ainda é possível **aplicar** a Opção 1. Não existem postos de combustível alternativos nos IPH, portanto a Opção 2 é não aplicável.



### 6.3.5 Crédito 4 – Política Inteligente de Mobilidade e Transporte (2 Pontos)

**Requisitos:** para promover a operação eficiente de sistemas de transporte, facilidade para o usuário, mudança de comportamento e redução no impacto ambiental, devem ser adotadas pelo menos duas medidas como:

- Sistema de informação ao passageiro;
- Utilização de pardais nas rodovias;
- Controle de trânsito;
- Sincronização de sinaleiras;
- Automatização de estacionamentos.

**Resolução:** o IPH não inclui grande quantidade de estradas ou rodovias, tendo apenas vias de locomoção local, as principais vias de acesso e que poderiam receber tais medidas estão **fora de escopo** do Instituto.

### 6.3.6 Crédito 5 – Terreno de Alta Prioridade (2 Postos)

**Requisitos:** a fim de preservar estruturas e locais históricos, são apresentadas 3 opções para atender o crédito das quais apenas uma pode ser escolhida:

- Opção 1 – Preservação Histórica: desenvolver um inventário de locais e estruturas históricas dentro dos limites do projeto e que possam ser afetadas.
- Opção 2 – Locais de Alta Prioridade: adotar inventários existentes ou desenvolver um inventário de locais prioritários para desenvolvimento e adotar políticas, regulações ou prover incentivos para focar o desenvolvimento ou redesenvolvimento dessas áreas.
- Opção 3 – Locais de Alta Prioridade Projetados: assumir políticas, regulações ou prover incentivos para focar o desenvolvimento em área de alta prioridade.

**Resolução:** não existem locais históricos ou de prioridade de desenvolvimento no IPH, portanto esse crédito é classificado como **não aplicável**.



## 6.4 EFICIÊNCIA E USO DA ÁGUA

### 6.4.1 Pré-requisito 1 – Acesso e Qualidade da Água

**Requisitos:** para prover toda a comunidade com acesso igualitário a água e serviços sanitários, os sistemas de água e esgoto da comunidade devem seguir os requisitos:

- Água portátil de qualidade: estações de tratamento de água devem demonstrar conformidade com a *U.S. EPA's 2018 Edition of the Drinking Water Standards and Health Advisories Tables* ou legislação local (desde que seja demonstrada equidade entre as legislações). Essa conformidade deve ser demonstrada por um período mínimo de 1 ano e devem ser demonstradas medidas corretivas em caso de não conformidade.
- Qualidade do Esgoto Tratado: todas as estações de tratamento de esgoto, sendo elas centralizadas ou descentralizadas devem estar de acordo com a *U.S. EPA's National Pollutant Discharge Elimination System (NPDES) permit program of Clean Water Act (CWA)* ou com local equivalente (desde que seja demonstrada equidade entre as legislações) para 100 de todo esgoto gerado.
- Qualidade da Água Pluvial: comunidades devem monitorar a qualidade da descarga da água pluvial e garantir a conformidade com a *U.S. EPA's National Pollutant Discharge Elimination System (NPDES)* ou equivalente nacional.

**Resolução:** o IPH já tem acesso a água potável de qualidade, cuja já sofre testes constantes de qualidade ao longo dos anos, como demonstrado nos resultados de 2020 levantados pela responsável pelo serviço de distribuição de água do local, o Departamento Municipal de Água e Esgoto (DMAE) de Porto Alegre. na Figura 15. Portanto, basta que os dados de qualidade da água sejam apresentados e a equivalência dos parâmetros seja demonstrada.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO	pH (6,0 a 9,5)				Turbidez (Máximo 5,0 UT)				Cor Aparente (Máximo 15 mg Pt-Co/L)				Cloro Residual (mín. 0,2 mg CRL/L ou >2,0 mg CRC/L****)				Coliformes Totais (Ausência em 100 mL)				
	Amostras Exigidas	Amostras Realizadas	Amostras Conformes	Média pH	Amostras Exigidas	Amostras Realizadas	Amostras Conformes	Média Turbidez	Amostras Exigidas	Amostras Realizadas	Amostras Conformes	Média Cor	Amostras Exigidas	Amostras Realizadas	Amostras Conformes	Média CRL	Média CRC	Amostras Exigidas	Amostras Realizadas	Amostras Conformes	Média CT**
Belém Novo	0	1886	1824	6,4	1824	1886	1885	0,55	588	1886	1882	<3	1824	1886	1873	0,89	0,63	1824	1886	1865	A
Illa da Pintada	0	256	250	6,4	192	256	256	0,40	70	256	256	<3	192	256	255	1,14	0,55	192	256	254	A
Menino Deus	0	2662	1980	6,1	2568	2662	2661	0,55	744	2662	2648	4	2568	2662	2611	0,70	1,31	2568	2662	2646	A
Moinhos de Vento	0	1433	1224	6,2	1356	1433	1427	0,70	396	1433	1422	4	1356	1433	1410	0,68	1,55	1356	1433	1426	A
São João	0	2503	2362	6,2	2400	2503	2500	0,65	708	2503	2488	4	2400	2503	2441	0,64	1,17	2400	2503	2473	A
Tristeza	0	694	667	6,3	636	694	694	0,50	120	694	693	<3	636	694	691	1,04	0,75	636	694	685	A

Figura 15 - Resultados da Análise da Qualidade da Água para Porto Alegre em 2020.

Fonte: DMAE, 2020.

Assim como para a água potável, já existe um sistema vigente para coleta e tratamento de esgoto no IPH de acordo com a prefeitura de Porto Alegre, portanto basta que sejam apresentados os dados da coleta de esgoto e a equivalência entre as legislações.

O tratamento e controle da qualidade da água pluvial, por outro lado, não está prevista na legislação brasileira, portanto não é necessário o cumprimento dos parâmetros de qualidade da EPA. Ademais, pode ser previsto um programa de manutenção do sistema de drenagem do IPH, sendo responsável por manter o sistema limpo e sem riscos de assoreamento, diminuindo a possibilidade de poluição dos mananciais e ecossistemas aquáticos.

Embora a aplicação para esse crédito possa ser um pouco confusa devido as diferenças de legislação brasileira e americana, que estão fora do escopo da Autoridade de Desenvolvimento responsável pelo IPH, é possível o atendimento das exigências do pré-requisito. Por outro lado, se tem nesse pré-requisito a oportunidade da aplicação de diversos conhecimentos desenvolvidos na Instituição:

- A avaliação da qualidade da água fornecida a população do IPH pode ser avaliada nos laboratórios da própria Instituição e essa atividade pode ser realizada por alunos em sala de aula.
- Pode ser avaliada a instalação de um sistema próprio de tratamento de esgoto na Instituição, onde diversas técnicas diferentes podem ser empregadas e avaliadas por alunos.

Portanto o pré-requisito pode ser considerado como **atendido**, entretanto é sugerido a avaliação de outras estratégias mais inovadoras e didáticas para o atendimento dos requisitos.



#### 6.4.2 Pré-requisito 2 – Performance em Gestão da Água (6 Pontos)

**Requisitos:** com o intuito de incentivar o gerenciamento da água através da minimização do uso, desperdício e demanda esse pré-requisito exige que seja feito o levantamento do consumo de água na comunidade ao longo de um ano. Posteriormente o resultado da do consumo per capita calculado deve ser inserido na ferramenta Arc Skoru, onde será comparado com outras comunidades e projetos sustentáveis e deverá obter a nota mínima de 40 pontos para atender o pré-requisito. A pontuação do Arc Skoru varia até 100 pontos, resultando em 6 pontos no pré-requisito como incentivo ao resultado excepcional.

**Resolução:** é completamente viável o levantamento ou estimativa do consumo per capita de água no campus, entretanto provavelmente será necessário a instalação de medidores de vazão no IPH para que se possa fazer uma medição detalhada de onde está sendo feito o maior consumo e onde estão as melhores oportunidades de melhorar a eficiência no sistema. Antes de se dar início nesse levantamento, é importante que seja feita uma análise dos prováveis pontos de vazamento, pois devido a idade do Instituto é provável que existam alguns. Conclui-se que o crédito é **aplicável** e deve agregar valor para a comunidade caso seja realizado. Entretanto, devido ao auto gasto de água nos laboratórios, pode ser que o consumo de água per capita do IPH esteja elevado e necessite da implementação de estratégias para sua redução.

#### 6.4.3 Crédito 1 – Gerenciamento Integrado da Água (1 Ponto)

**Requisitos:** com o objetivo de apoiar o gerenciamento de água, reduzir o consumo de água fresca e encorajar a comunidade a seguir o caminho do consumo zero da rede de distribuição, é exigido pelo crédito que seja feito um balanço da demanda de água pela comunidade e toda a disponibilidade hídrica de todas as fontes utilizadas. Deve-se demonstrar que a relação da retirada de água para uso humano e todos os recursos naturais é menos do que 0,2.

**Resolução:** buscando o balanço hídrico levantado para o Plano de Bacia do Lago Guaíba (Figura 16), fica evidenciado que relação entre a demanda e a disponibilidade hídrica da fonte de captação utilizada para abastecer o IPH está, no pior dos casos, apenas 16,5% comprometida, quando realizado o balanço hídrico entre a estimativa da demanda da população com base nas necessidades dos usuários e a vazão mínima que pode



acontecer em situações de estiagem, de acordo com o plano da bacia realizado pela Ecoplan em 2016. Portanto, o fica claro que o Instituto já **atende** as exigências, já que ele já está incluso no cálculo de estimativa de demandas utilizada pela operadora.

Quanta água temos?		Quanta água usamos?	
Em situações "normais" - médias - 1.888,9 m <sup>3</sup> /s	Em situações de estiagem - mínimas - 203,9 m <sup>3</sup> /s	Estimativa das necessidades dos usos e usuários - demanda - 33,7 m <sup>3</sup> /s	Vazões autorizadas nas Outorgas - cadastro - 22,7 m <sup>3</sup> /s
Balanço Hídrico			
Percentual da vazão média comprometida, conforme as outorgas: 1,2%	Percentual da vazão média comprometida, conforme as demandas: 1,8%	Percentual da vazão mínima comprometida, conforme as outorgas: 11,1%	Percentual da vazão mínima comprometida, conforme as demandas: 18,5%

Figura 16 - Balanços hídricos: Disponibilidades versus Demandas e Outorgas na Bacia Hidrográfica do Lago Guaíba. (Ecoplan, 2016)

#### 6.4.4 Crédito 2 – Gerenciamento de Águas Pluviais (2 Pontos)

**Requisitos:** para reduzir o volume de escoamento superficial, prevenir erosão, alagamentos e facilitar a recarga dos aquíferos, são apresentadas 2 opções das quais pode se escolher uma:

- Opção 1 – Incidentes de Alagamento: no caso de não ter havido casos de alagamento na comunidade nos últimos 5 anos, deve-se apresentar os detalhes das estruturas hidráulicas utilizadas para gerenciar o volume de chuva e estratégias utilizadas para inspecionar e manter as estruturas de drenagem. No caso de terem sido reportados alagamento nos últimos 5 anos, apresentar estratégias adotadas para a redução na frequência de alagamentos, dados demonstrando os resultados e adotar técnicas para infiltrar, evapotranspirar, coletar e reutilizar em áreas pavimentadas.
- Opção 2 – Estruturas de Drenagem Verde: demonstrar que 35% da área do projeto está ocupada por estruturas de drenagem verde, provendo serviços bioretenção e infiltração. Também, apresentar as estratégias utilizadas para inspecionar e manter o correto funcionamento das estruturas de drenagem.

**Resolução:** não foram encontrados registros de alagamento no IPH, portanto bastaria o levantamento das estruturas hidráulicas utilizadas no Instituto e os dados de pluviometria da região. Portanto, pode-se considerar o crédito como **atendido**.





### 6.4.5 Crédito 3 – Sistema Inteligente de Água (2 pontos)

**Requisitos:** para melhorar a eficiência operacional dos sistemas de gerenciamento de água através da utilização de sistemas inteligentes, são apresentadas duas opções das quais apenas uma pode ser escolhida:

- Opção 1 – Auditoria da Água: realizar uma auditoria da água pelo menos uma vez ao ano para cumprir as exigências de possuir um inventário do uso da água, medições inteligentes e eficiência, medir a quantidade de água municipal utilizada e de outras fontes, encontrar perdas de água, vazamentos e identificar estratégias para melhorar a eficiência no uso da água. A realização dessa auditoria resulta em 1 ponto.
- Opção 2 – Auditoria da Água e Automação: adotar estratégias para automação do sistema de fornecimento de água para operação eficiente e gerenciamento dos dados coletados, monitoramento da rede de distribuição e conduzir auditorias regulares.

**Resolução:** é completamente **aplicável** a realização de auditorias para avaliação do sistema de distribuição de água dentro do Instituto. Existe, também, a possibilidade da aplicação de conhecimentos técnicos para o desenvolvimento de sistemas automatizados para obtenção facilitada de dados. Sugere-se estudo mais aprofundado desse sistema para atingir os dois pontos nesse crédito.



## 6.5 EMISSÃO DE GASES DO EFEITO ESTUFA

### 6.5.1 Pré-requisito – Acesso e Resiliência da Rede de Energia

**Requisitos:** para garantir o fornecimento seguro, confiável, resiliente e equalitário de energia elétrica para a população, é necessário cumprir 3 exigências:

- Acesso a eletricidade: a autoridade de desenvolvimento deve se comprometer a entregar eletricidade a 100% da população.
- Monitoramento contínuo: a autoridade de desenvolvimento deve se comprometer a monitorar a entrega de energia e registrar todas as interrupções na transmissão.
- Garantia e resiliência da energia: identificar cargas críticas, serviços essenciais ou centros de emergência que possam necessitar de fontes de energia emergenciais no caso do acontecimento de grandes desastres.

**Resolução:** o IPH já apresenta 100% de distribuição de energia elétrica dentro do campus e não foram identificados serviços essenciais que possam precisar de fontes emergenciais de energia de acordo com os parâmetros listados na certificação. Entretanto, o IPH possui inúmeros laboratórios que podem ser afetados por eventuais quedas de energia, logo mesmo atendendo os requisitos do selo é recomendado a avaliação da instalação de geradores para suprimento dessa demanda. Do ponto de vista do selo, o pré-requisito já é **atendido**, dado que as quedas de energia e sua duração no IPH já são divulgadas pela CEEE-Equatorial.

### 6.5.2 Pré-requisito – Performance em Emissão de Gases do Efeito Estufa

**Requisitos:** a fim de incentivar o gerenciamento de energia e progredir em direção de uma comunidade zero energia, é exigido que seja medido o consumo de energia e as emissões de gases do efeito estufa para a comunidade. Os resultados devem ser adicionados na ferramenta Arc Skoru e será pontuado de acordo com a emissão per capita da comunidade, tendo que atingir nota 40 na ferramenta para atender os requisitos.

**Resolução:** podemos estimar o consumo de energia e as emissões da comunidade através da ferramenta desenvolvida pelo World Bank. O *Curb Tool* permite o cálculo detalhado de todas as emissões em uma cidade ou comunidade podendo adicionar diversas informações sobre a comunidade, entretanto para esse diagnóstico usaremos



apenas a área construída, população, matriz energética brasileira, coeficiente de emissão de gás carbônico brasileiro e estimamos 100% de uso de luzes de LED.

As áreas construídas foram estimadas pela área de telhado vezes o número de pavimentos de cada prédio. A população utilizada é a população equivalente calculada previamente. As informações sobre a matriz energética brasileira e coeficiente de emissão vem do Relatório Energético Nacional de 2022.

Adicionando essas informações temos que a geração total estimada da comunidade é de 137 toneladas de CO<sub>2</sub> por ano (Figura 17) ou 0,49 toneladas de CO<sub>2</sub> por ano por pessoa.

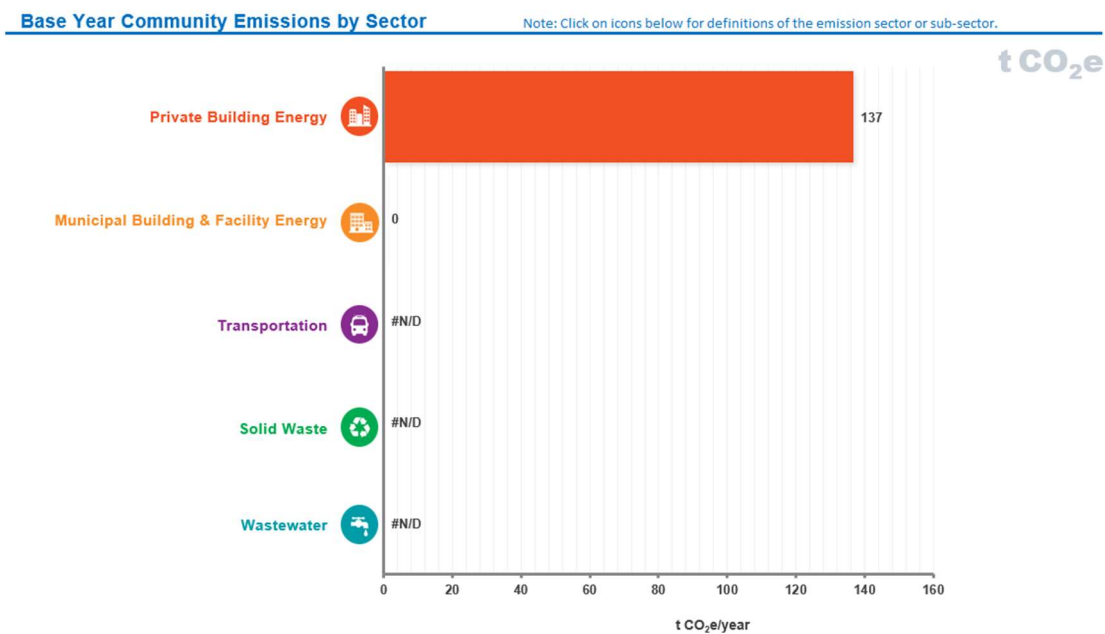


Figura 17 - Estimativa de emissão de CO<sub>2</sub> no IPH.

Também, foi possível estimar a o consumo de energia do IPH com base nas construções em 1.153 MWh, conforme Figura 18.

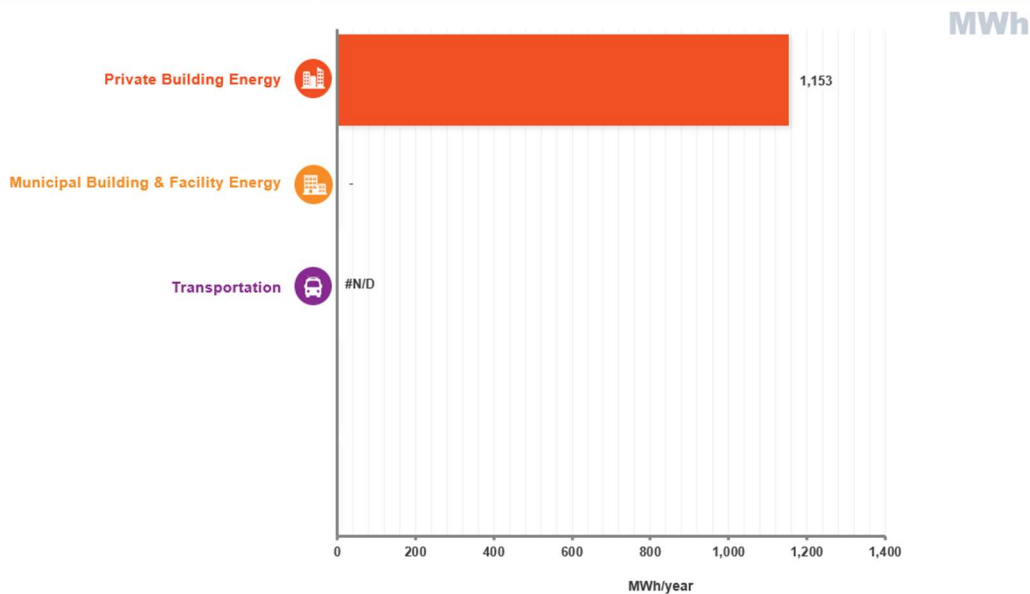


Figura 18 - Estimativa de consumo de energia do IPH.

Conclui-se que o pré-requisito provavelmente já **atende** o pré-requisito com facilidade, pois a estimativa de emissão per capita está bem abaixo da média nacional que por sua vez já é bem mais baixa do que a de países desenvolvidos, devido a nossa matriz energética com alta representação de energias limpas.

### 6.5.3 Crédito 1 – Eficiência Energética (4 Pontos)

**Requisitos:** com o objetivo de melhorar a eficiência energética setorial na comunidade, são oferecidas 2 opções das quais pelo menos uma de ser atendida valendo dois pontos cada:

- Opção 1 – Iluminação Pública e das Áreas Extremas: pelo menos 35% da iluminação nas áreas públicas deve estar de acordo com os parâmetros de eficiência da *ANSI/IESNA RP-8-14 Roadway Lighting* ou equivalente nacional, ademais as lâmpadas devem ter uma eficácia mínima de 100 lumens por watt.
- Opção 2 – Água e Esgoto: as bombas utilizadas nos sistemas de água, drenagem e esgoto devem estar de acordo com os *Pump Energy Index listed in Table I.1 - Proposed Energy Conservation Standards for Pumps, 10 CFR Parts 429 e 431 of DOE standards Federal Register final rule Energy Conservation Program: Energy Conservation Standards for Pumps* ou equivalentes nacionais.



**Resolução:** ambas as opções são **aplicáveis** no IPH, pois gradualmente os equipamentos utilizados no Instituto podem ser substituídos por equipamentos categoria A do Selo Procel, equivalente nacional dos requisitos de eficiência.

#### 6.5.4 Crédito 2 – Energia Renovável (6 Pontos)

**Requisitos:** para diminuir os danos econômicos e ambientais associados ao uso de combustível fóssil e reduzir as emissões de gases do efeito estufa, o presente crédito requer a utilização de fontes alternativas de energia. Conforme a representatividade da energia gerada dentro do projeto aumenta, maior é a pontuação recebida nesse crédito, sendo 5% o mínimo para receber 1 ponto e o máximo é 50%, resultando em 6 pontos.

**Resolução:** é evidente pelo levantamento de áreas apresentado no Item 5.1 que existem diversas áreas de telhado disponíveis para instalação de placas fotovoltaicas, além disso não existem construções nas proximidades que possam atrapalhar a exposição das placas a luz solar. Portanto, é sugerido um estudo mais detalhado de posicionamento solar, avaliação da disponibilidade real dos telhados e, principalmente, uma análise orçamentária já que o valor das placas solares vem diminuindo constantemente ao longo dos anos no mundo todo (Figura 19). Desta forma, pode ser avaliado o total gerado e a representatividade disso no consumo total do IPH, entretanto é muito promissora essa geração e pode ser avaliado até a criação de uma Instituição zero energia, onde 100% da energia utilizada é gerada no próprio IPH.

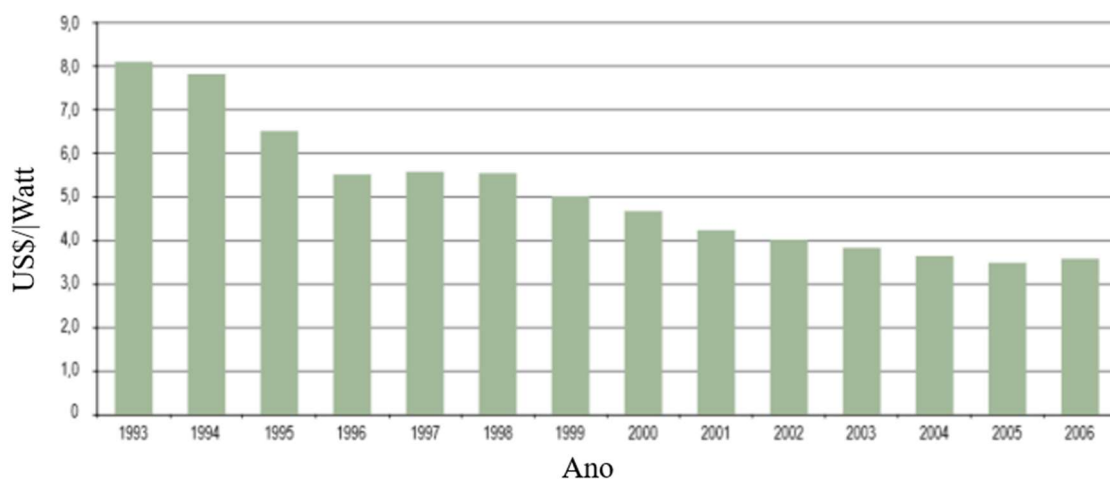


Figura 19 - Preço dos painéis solares no Japão (em US\$/W).  
Fonte: GONÇALVES, 2019.



### 6.5.5 Crédito 3 – Economia de Baixo Carbono (4 Pontos)

**Requisitos:** para progredirmos em direção a uma economia menos dependente da emissão de carbono são apresentadas duas opções das quais pelo menos uma deve ser atendida:

- Opção 1 – Intensidade nas Emissões de Gases do Efeito Estufa: reportar as emissões de gases do efeito estufa em relação com o desenvolvimento econômico da comunidade.
- Opção 2 – Redução na Intensidade nas Emissões de Gases do Efeito Estufa: demonstrar diminuição nas emissões de gases do efeito estufa em relação com o desenvolvimento econômico.

**Resolução:** o IPH não tem economia própria, ou pelo menos não é representativa, dado o tamanho da Instituição. Portanto, o crédito é considerado como **fora de escopo**.

### 6.5.6 Crédito 4 – Harmonização da Rede (2 Pontos)

**Requisitos:** em busca da melhoria da eficiência operacional dos sistemas de energia e incentivar a participação do usuário na otimização do uso da energia são apresentadas 3 opções de políticas para harmonização da rede:

- Opção 1 – Gerenciamento da Carga: prover programa de precificação dinâmica de forma a incentivar a mudança nos horários de maior demanda;
- Opção 2 – Resposta a Demanda: apresentar opções de tarifas que busquem a diminuição nas demandas de pico de curto período.
- Opção 3 – Medição de Rede e Políticas de Interconexão: adotar uma política de interconexão e medição de rede baseada nos parâmetros apresentados no *Standard for Interconnecting Distributed Resources with Electric Power Systems*, by *Institute of Electrical and Electronics Engineers 1547-2003* ou equivalente local.

**Resolução:** já existem políticas de gerenciamento de carga e resposta a demanda em vigor no Brasil e elas também são vigentes em Porto Alegre como é apresentado na Figura 20, onde podemos ver as diferentes tarifas conforme grupos de consumidores e demandas de ponta ou fora ponta.



Subgrupo	Classe	Aliquota ICMS	Valor kWh			
			Modalidade Convencional	Modalidade Horária Branca		
				Ponta	Intermediário	Fora Ponta
B1	Residencial Baixa Renda até 30 kWh	12% p/ fatura até 50 kWh ou	0,190841	Não se aplica		
	Residencial Baixa Renda 31-100 kWh		0,327156			
	Residencial Baixa Renda 101-220 kWh		0,490734			
	Residencial Baixa Renda acima de 220 kWh	0,545260				
	Residencial Convencional	30% p/ fatura acima 50 kWh	0,629700	1,192020	0,779260	0,542460
B2	Rural Sem CPR	30%	0,554140	1,032180	0,675670	0,474010
	Rural Com CPR	12% p/ primeiros 100 kWh e diferido (0%)				
	Rural Irrigante/Hor. Especial (Art.53-L da REN 414)					
B3	Industrial - Reconhecido pela SEFAZ-RS	17,5%	0,629700	1,230220	0,802180	0,550100
	Industrial					
	Comercial					
	Poder Público					
	Serviço Público					
B4	Iluminação Pública - Rede de distribuição	20%	0,346330	Não se aplica		

Figura 20 - Tarifas em vigor na cidade Porto Alegre.

Fonte: CEEE-Equatorial, 2022.

Portanto, pode se considerar o crédito com **atendido**, pois basta a apresentação da documentação para que o crédito seja aceito.





## 6.6 MATERIAIS E RECURSOS

### 6.6.1 Pré-requisito – Gerenciamento de Resíduos Sólidos

**Requisitos:** com o objetivo de garantir a eficácia e eficiência da coleta de resíduo na comunidade são apresentados 4 parâmetros que devem ser cumpridos para atendimento do presente pré-requisito:

- Coleta de 100% dos resíduos gerados dentro da comunidade;
- Plano bem estruturado de gerenciamento de resíduos sólidos em que esteja definida a segregação dos diferentes resíduos em pelo menos 4 tipos (orgânicos, recicláveis, eletrônicos e outros, armazenagem e coleta);
- Coleta e relatório de dados de resíduos da construção civil.

**Resolução:** os requisitos do pré-requisito são simples e claros, entretanto é necessária uma reestruturação da forma de coleta que acontece no IPH, onde a separação de resíduos é feita em apenas 2 tipos (secos e orgânicos). Deve-se então implementar um plano de gerenciamento mais completo, para que sejam incluídos outros tipos de resíduos e estratégias para redução, reutilização e reciclagem desses materiais. Podem ser feitas parcerias com cooperativas de reciclagem para que recebam o material em uma relação de mutualidade entre as partes. Vale ressaltar que já existem iniciativas para realização de compostagem com o material orgânico no campus em que composteiras foram instaladas ao lado das salas de aula (Figura 21). Portanto, pode-se considerar **aplicável** o pré-requisito.



Figura 21 - Composteiras instaladas no IPH.

### 6.6.2 Pré-requisito 2 – Performance em Gestão de Resíduos (5 Pontos)

**Requisitos:** o pré-requisito busca apoiar o gerenciamento de resíduos sólidos e se encaminhar para uma comunidade zero resíduos, onde 90% dos resíduos são desviados de aterros. Logo, é exigido o levantamento da geração de resíduos per capita da comunidade e o percentual de resíduos que é desviado de aterros para melhores destinações. Esses dados devem ser adicionados a ferramenta Arc Skoru, onde a pontuação mínima na ferramenta deve ser de 40 pontos para atender o pré-requisito do crédito. Caso a comunidade atinja a pontuação máxima (100) na ferramenta, são obtidos 5 pontos no pré-requisito.

**Resolução:** para a obtenção desse pré-requisito é necessário um comprometimento da Instituição em buscar usos para seu material reciclável ou buscar parcerias que se responsabilizem pela destinação final e documentação desse processo. Uma parceria com cooperativas da cidade pode ser um bom ponto de partida para a implementação dessa estratégia. Também, é importante a criação e uma cultura no campus e sua população para que o descarte correto seja feito e antes disso seja priorizada a redução na geração.

Embora essa seja uma atividade que tomará bastante tempo e esforço de todo o Instituto, ela também a oportunidade de aplicação de diversas técnicas desenvolvidas na



Universidade, com métodos de gerenciamento, reciclagem e compostagem de materiais. Portanto, o pré-requisito é **aplicável**.

### 6.6.3 Crédito 1 – Gerenciamento de Resíduos Especiais (1 Ponto)

**Requisitos:** para divergir resíduos especiais de aterros e recuperar materiais recicláveis, o crédito exige o levantamento de todo o resíduo especial gerado na comunidade, quanto foi desviado de aterros e a apresentação desses dados.

**Resolução:** o crédito é de fácil aplicação, principalmente se considerarmos que o levantamento de resíduos comuns já será feito para o Pré-requisito e os resíduos de laboratórios já são destinados ao descarte adequado, logo pode-se considerar como **aplicável**.

### 6.6.4 Crédito 2 – Fornecimento Responsável para Materiais de Infraestrutura (2 Pontos)

**Requisitos:** para encorajar o uso de produtos e materiais que as informações de ciclo de vida estejam disponíveis e que tenham sido extraídos ou desenvolvidos conscientemente. Os produtos e equipamentos comprados para a comunidade deve estar de acordo com pelo menos um dos requisitos:

- Extensão da responsabilidade do produtor: produtos comprados de algum produtor que participa de algum programa de extensão de responsabilidade do produtor ou estar diretamente responsável pela extensão da responsabilidade do produto.
- Utilização de materiais de reuso: utilizar materiais recuperados, restaurados ou reutilizados.
- Programa de aprovação da USGBC: utilizar materiais aprovados pela USGBC no programa de extração e produção responsável.

**Resolução:** pode ser implementada uma política de compra de materiais reciclados ou de reuso para a Instituição, entretanto deve ser feita uma análise mais detalhada quanto ao funcionamento disso perante as já existentes políticas de compra da Universidade. Para esse projeto o crédito será considerado não aplicável, pois faltam informações sobre a compra de materiais dentro da UFRGS.



### 6.6.5 ZCrédito 3 – Sistema Inteligente de Gestão de Resíduos (2 Pontos)

**Requisitos:** a fim de melhorar a eficiência operacional do sistema de gestão de resíduos sólidos, é exigido por esse crédito a utilização de algum sistema inteligente como estratégia de gestão de 20% dos resíduos da comunidade. São sugeridos sistemas pneumáticos para transporte do resíduo, lixeiras inteligentes com sensores que medem o quão cheio estão e o uso de inteligência artificial para automatização de rotas de coleta.

**Resolução:** esse crédito se apresenta como outra boa oportunidade para desenvolvimento de tecnologias e conhecimentos na universidade mesmo que seja ainda uma realidade distante do IPH. Portanto, pode-se considerar esse crédito **aplicável** com o intuito de incentivar a pesquisa e a inovação no campus.



## 6.7 QUALIDADE DE VIDA

### 6.7.1 Pré-requisito 1 – Avaliação Demográfica

**Requisitos:** para que se possa reconhecer melhor a demografia da população da comunidade o presente pré-requisito exige a construção de uma análise demográfica detalhada que inclua:

- Uma breve história do desenvolvimento: apontando momentos críticos e mudanças gerais na área.
- Divisões de idade, incluindo as categorias para menores de 18 anos, maior de 18 e 65 ou mais.
- Composição étnica e racial e outros grupos socioculturais proeminentes (imigrantes, grupos religiosos e linguisticamente isolados).
- Análise do mercado residencial: incluindo número de moradias, unidades vazias, entre diversos outros parâmetros.

Ademias, devem ser desenvolvidos uma série de mapas que apresentem uma discriminação da demografia por áreas, densidades residenciais e infraestruturas públicas.

**Resolução:** esse pré-requisito ele está em parte atendido e por outro lado ele **não se aplica** as características do IPH. Na visão do autor esse pré-requisito está bastante voltado a cidades ou grandes comunidades em que a complexidade da sua população e como isso se aplica espacialmente são mais abrangentes e influentes no funcionamento.

Por outro lado, um levantamento das características da população que frequenta o campus é importante para melhor entendimento de onde a Instituição pode influenciar e causar impacto positivo nessa população: encontrando oportunidades de melhor suprir as necessidades e angústias que estejam no escopo de trabalho do IPH.

Conclui-se, portanto, que existe valor e interesse na aplicação desse pré-requisito, mesmo que ele não esteja completamente no escopo da instituição. Sugere-se a utilização das informações já fornecidas dos alunos a universidade no momento da matrícula e, no advento dessas informações não poderem ser fornecidas, a realização de uma pesquisa própria.



### 6.7.2 Pré-requisito – Performance em Qualidade de Vida (6 Pontos)

**Requisitos:** esse pré-requisito busca acompanhar e aplicar métricas no aumento dos padrões da qualidade de vida da população. São exigidas medidas de todos os parâmetros de qualidade de vida: educação, igualdade, prosperidade, saúde e segurança. Os resultados devem ser adicionados na ferramenta Arc Skoru, devendo obter um resultado mínimo de 40 para cumprir o pré-requisito.

**Resolução:** Assim como o pré-requisito de Avaliação de Demográfica, o presente pré-requisito não parece ter sido pensado em comunidades da escala do IPH, portanto sugere-se a aplicação desses requisitos em outro formato.

Esse pré-requisito, embora esteja **fora de escopo**, pode ser atendido através da realização de pesquisas de satisfação, onde a população terá a oportunidade de apontar pontos de melhora, sugestões e uma sensação geral de satisfação com o Instituto.

### 6.7.3 Crédito 1 – Tendência de Melhoria (4 Pontos)

**Requisitos:** a fim de demonstrar melhora nas métricas de qualidade de vida da população esse crédito exige a demonstração de melhora em pelo menos 4 parâmetros:

- População com ensino médio completo;
- Taxa de graduações;
- Pequenos negócios;
- Taxa de desemprego;
- Taxa de pobreza;
- Crimes violentos;
- Taxa de asma.

**Resolução:** assim como os pré-requisitos dessa área, esse crédito não foi construído com a escala desse projeto em mente, portanto, os parâmetros exigidos estão **fora de escopo**. Por outro lado, pode-se avaliar a satisfação da população com os serviços do IPH ao longo do tempo com as informações obtidas no pré-requisito de Performance em Qualidade de Vida.



#### 6.7.4 Crédito 2 – Distribuição Equitativa (4 Pontos)

**Requisitos:** esse crédito busca uma economia equitativa, próspera e acesso a serviços da comunidade para todos. São apresentadas 4 opções das quais pelo menos uma deve ser atendida, valendo 1 ponto para cada opção:

- Opção 1 – Igualdade nos Ganhos per Capita: demonstrar igualdade nos ganhos entre os diferentes gêneros.
- Opção 2 – Igualdade na Taxa de Graduação: demonstrar igualdade nas taxas de graduação entre os diferentes gêneros.
- Opção 3 – Igualdade de Emprego: demonstrar igualdade nas taxas de emprego e desemprego entre os diferentes gêneros.
- Opção 4 – Acesso e Proximidade: demonstrar que as instalações da comunidade, como parques, bibliotecas, centros de recreação, acesso a comida saudável, entre outros, estão a uma distância acessível para toda a população.

**Resolução:** as três primeiras opções de atendimento estão fora de escopo, pois se trata de opções relacionadas a renda e oportunidades de trabalho da população. A Opção 4 é **atendida** no IPH, pois todas as instalações estão abertas a população de alunos e funcionários, como biblioteca, laboratórios e o restaurante universitário nas proximidades.

#### 6.7.5 Crédito 3 – Justiça Ambiental (1 Ponto)

**Requisitos:** a fim de endereçar as condições que podem levar populações a serem sobrecarregadas por poluentes ambientais, o crédito exige a identificação de prioridades de justiça ambiental na área, além da identificação das disparidades do impacto da degradação ambiental e os impactos gerais no ambiente que as pessoas vivem e trabalham.

**Resolução:** assim como outros créditos da presente área de estudo, esse crédito não se encaixa no tamanho do projeto sendo analisado, portanto é considerado **não aplicável**.





#### 6.7.6 Crédito 4 – Habitação e Transporte a Preços Acessíveis (2 Pontos)

**Requisitos:** na busca de prover moradias acessíveis e localização eficiente, o presente crédito apresenta sugestões e parâmetros de políticas que devem ser seguidas para atendimento do crédito, como suprimento de moradias acessíveis, aumento de densidade, proteção de locatários, subsídio de aluguéis, entre outros.

**Resolução:** esse crédito é voltado a comunidades ou cidades com residentes fixos e **não se aplica** ao IPH.

#### 6.7.7 Crédito 5 – Engajamento Cívico e Comunitário (2 Pontos)

**Requisitos:** com o intuito de promover uma comunidade coesiva e socialmente conectada, o crédito exige a demonstração do engajamento da população em moldar o futuro da comunidade. O atendimento ao crédito pode ser demonstrado através de pesquisas de coesão, pela diversidade na diretoria da comunidade e na quantidade de pessoas participando de atividades voluntárias.

**Resolução:** o Instituto já **atende** esse requisito, pois promove reuniões com diversas partes que representam graduandos, pós-graduandos e funcionários. Entretanto, a realização de pesquisas de satisfação e coesão (questionando o quão impactante a pessoa se considera na comunidade), ajudam na construção dessa realidade de inclusão no IPH.

#### 6.7.8 Crédito 6 – Direitos Humanos e Cíveis (1 Ponto)

**Requisitos:** garantir direitos humanos e civis para todas as pessoas é fundamental, portanto, o presente crédito procurar incentivar através da adoção de políticas que promovam um ambiente livre de discriminação para empregos, habitação e acomodações públicas em relação a cor, sexo, religião, nacionalidade, deficiência, orientação sexual, estado familiar e identidade de gênero. É exigido a descrição de políticas que incluam direitos de voto, garantam procedimentos justos da polícia e que exista uma comissão de direitos humanos responsável por garantir o direito de todos.

**Resolução:** embora a garantia de emprego e moradia esteja **fora do escopo** do IPH, pode-se utilizar a oportunidade para a criação de campanhas contra a discriminação e canais de denúncia e apoio a vítimas desse tipo de ocorrência.



## 6.8 INOVAÇÃO E PRIORIDADE REGIONAL

### 6.8.1 Crédito 1 – Inovação (6 Pontos)

**Requisitos:** para encorajar comunidades a conquistar performance e inovação excepcionais, esse crédito possibilita a apresentação de estratégias inovadoras que foram utilizadas ao longo da certificação ou que estão sendo implementadas na comunidade. O crédito permite a apresentação de 6 estratégias inovadoras ou com resultados excepcionais, representando 1 ponto cada.

**Resolução:** o crédito de inovação se apresenta como uma oportunidade de apresentar as soluções inéditas que podem utilizadas para certificar o IPH, dado o quão inovador é o conceito de certificação para o campus da universidade e a capacidade dos envolvidos de solucionar os desafios apresentados nos diversos créditos.

### 6.8.2 Crédito 2 – Estratégias de Prioridade Regional (4 Pontos)

**Requisitos:** para incentivar a conquista de créditos que abordam geograficamente prioridades socioeconômicas e ambientais, esse crédito premia com 1 ponto cada estratégia utilizada para sanar problemas identificados como prioridades. Devem ser apresentados contextos do motivo de alguma área ser prioridade e a descrição de como a utilização dos créditos mitigou ou corrigiu a problemática.

**Resolução:** esse crédito apresenta boa oportunidade de demonstrar que ao longo do projeto as principais dificuldades da comunidade foram encontradas e foram atendidas de alguma forma.

## 6.9 SÍNTESE DOS RESULTADOS

O estudo permitiu analisar as principais certificações ambientais do mercado em busca de compreender quais as melhores ferramentas para utilizar como parâmetro de desenvolvimento sustentável. Além de ser o mais novo selo da família LEED e ser uma das primeiras certificações voltadas para comunidades, certificação LEED *for Cities and Communities* na sua versão para comunidades existentes, foi a que apresentou melhor relação com as características encontradas no IPH e, portanto, foi escolhida como ferramenta de parametrização e diagnóstico de sustentabilidade da Instituição.

A certificação em questão apresentou alta diversidade de oportunidades de trabalho e melhora no IPH. Em destaque ficaram as áreas mais técnicas (Sistemas Naturais e Ecologia, Eficiência e Uso da Água, Emissão de Gases do Efeito Estufa) em que a grande maioria dos pré-requisitos e créditos foi classificado como atendido ou aplicável – Tabela 2. Isso provavelmente acontece porque os créditos estão melhor ajustados para comunidades de diversos tamanhos, não sendo limitados pela configuração da comunidade.

Tabela 2 - Resultado das áreas de Ecologia, Água e Gases do Efeito Estufa.

Sistemas Naturais e Ecologia (NS)					
	AP			Préreq. 1	Avaliação do Ecossistema
AT				Crédito 1	Espaços Verdes
AT				Crédito 2	Conservação e Prevenção de Recursos Naturais
	AP			Crédito 3	Redução da Poluição Luminosa
	AP			Crédito 4	Planejamento de Resiliência
Eficiência e Uso da Água (WE)					
AT				Préreq. 1	Acesso e Qualidade da Água
	AP			Préreq. 2	Performance em Gestão da Água
AT				Crédito 1	Gerenciamento Integrado da Água
AT				Crédito 2	Gerenciamento de Águas Pluviais
	AP			Crédito 3	Sistema Inteligente de Água
Emissão de Gases do Efeito Estufa (EN)					
AT				Préreq. 1	Acesso e Resiliência da Rede de Energia
AT				Préreq. 2	Performance em Emissão de Gases do Efeito Estufa
	AP			Crédito 1	Eficiência Energética
	AP			Crédito 2	Energia Renovável
			FE	Crédito 3	Economia de Baixo Carbono
AT				Crédito 4	Harmonização da Rede

Por outro lado, as áreas de estudo com enfoque mais humano (Transporte e Uso do Solo, e Qualidade de Vida) tiveram resultados bem menos animadores (Tabela 3), já que apresentavam créditos e parâmetros voltados para cidades muito maiores e com habitantes fixos, diferente do encontrado no IPH. Entretanto, vários deles podem ser utilizados como inspirações de projetos e pesquisas mais adequadas ao contexto do IPH.

Tabela 3 - Resultados das áreas de Transporte e Qualidade de Vida.

Transporte e Uso do Solo (TR)					
	AP			Préreq. 1	Performance dos Transportes
		NA		Crédito 1	Desenvolvimento Compacto, Misto e Orientado ao Transporte
		NA		Crédito 3	Acesso a Trânsito de Qualidade
	AP			Crédito 4	Veículos de Combustível Alternativo
			FE	Crédito 5	Política Inteligente de Mobilidade e Transporte
			FE	Crédito 6	Terreno de Alta Prioridade
Qualidade de Vida (QL)					
		NA		Préreq. 1	Avaliação Demográfica
			FE	Préreq. 2	Performance em Qualidade de Vida
			FE	Crédito 1	Tendência de Melhoria
AT				Crédito 2	Distribuição Equitativa
		NA		Crédito 3	Justiça Ambiental
		NA		Crédito 4	Habitação e Transporte à Preços Acessíveis
AT				Crédito 5	Engajamento Cívico e Comunitário
			FE	Crédito 6	Direitos Humanos e Cívicos

As áreas de estudo restantes performaram relativamente bem, tendo praticamente todos os seus créditos classificados como aplicáveis, mas nenhum que já atenda os parâmetros, como pode ser visto na Tabela 4.

Tabela 4 - Resultados das áreas de Processo Integrado, Materiais e Recursos e Inovação.

Processo Integrado (IP)					
	AP			Crédito 1	Planejamento Integrado e Design
	AP			Crédito 2	Política de Incentivo e Construção Verde
Materiais e Recursos (MR)					
	AP			Préreq. 1	Gerenciamento de Resíduos Sólidos
	AP			Préreq. 2	Performance em Gestão de Resíduos
	AP			Crédito 1	Gerenciamento de Resíduos Especiais
	AP			Crédito 2	Fornecimento Responsável para Materiais de Infraestrutura
		NA		Crédito 3	Recuperação de Materiais
	AP			Crédito 4	Sistema Inteligente de Gestão de Resíduos
Inovação (IN) e Prioridade Regional (PR)					
	AP			Crédito 1	Estratégias de Inovação
	AP			Crédito 2	Estratégias de Prioridade Regional

A certificação LEED *for Cities e Communities* se demonstrou uma boa ferramenta para a orientação de quais devem ser as implementações escolhidas no Instituto. Dos 40 pré-requisitos e créditos apresentados na certificação 10 já foram atendidos e precisam apenas serem propriamente documentados e analisados em melhor detalhamento, 17 foram classificados como aplicáveis pois necessitam de maior investimento ou trabalho para se encaixarem nos parâmetros e 13 são não aplicáveis ou estão fora do escopo já que os créditos não foram construídos com esse tipo de projeto como foco. A Tabela 5 apresenta esses resultados e sua representatividade.

Tabela 5 - Representatividade das classificações.

Nº de Préreq./Créditos	Classificação				Total
	AT	AP	NA	FE	
	10	17	7	6	40
Representatividade	25%	43%	18%	15%	100%

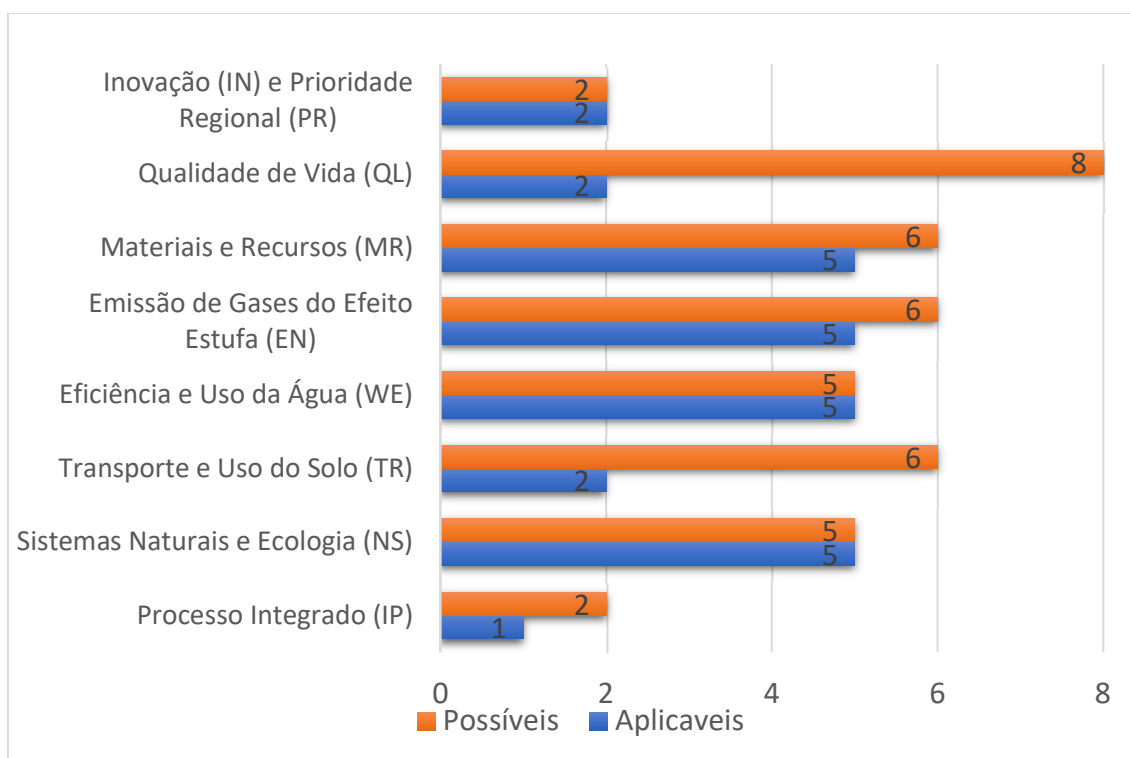


Figura 22 - Requisitos atendidos ou aplicáveis por área de estudo.

O resultado de 27 pré-requisitos ou créditos atendidos ou aplicáveis é bastante animador, já que representa 68% dos parâmetros apresentados. Todavia, os resultados classificados como aplicáveis ainda necessitam análises mais aprofundadas por uma



equipe multidisciplinar que deve garantir o cumprimento e aplicação das estratégias escolhidas. Os pré-requisitos que foram classificados como não aplicáveis ou fora de escopo, encontrados na Qualidade de Vida, são as maiores problemáticas encontradas na análise, pois podem impossibilitar a certificação, caso o interesse ocorra. Sugere-se, portanto, também um exame mais cuidadoso desses quesitos para que se viabilize a aprovação do certificado.



## 7. CONCLUSÃO

A certificação é uma ferramenta desenvolvida para aplicação em escala global, portanto busca atender as demandas dos mais variados projetos, sendo eles de diferentes tamanhos e complexidades. O selo LEED *for Cities and Communities*, mais nova certificação da família, representa o que se tem de mais completo na categoria e se apresentou como melhor candidata a guiar o desenvolvimento sustentável do IPH. Os requisitos das áreas de estudo mais ligadas ao meio físico, como Sistemas Naturais e Ecologia, Eficiência e Uso da Água e Emissão de Gases do Efeito Estufa, se mostraram bem alinhados com a realidade do Instituto: permitindo o uso de diferentes técnicas e estratégias para alcançar os objetivos. Os parâmetros apresentados nas áreas de estudo com viés antropológico (Transporte e Uso do Solo e Qualidade de Vida) não estão tão alinhados com a realidade do IPH, pois não consideram o tipo de estrutura social e de funcionamento que o campus está inserido, de qualquer forma servem como inspirações para a construção de uma comunidade mais unida e justa.

O IPH é um centro de excelência por natureza, sendo referência mundial em sua área, portanto é coerente que a instituição busque tornar-se referência em sustentabilidade e guiar os demais campi nessa trajetória. A certificação pode ser uma grande aliada nessa trajetória, mesmo que ela ainda não seja perfeita para as necessidades do Instituto, se mostra boa balizadora de objetivos. A efetiva certificação com o selo LEED *for Cities and Communities* é uma possibilidade devido aos bons resultados nas questões de ecossistemas, emissões de gases e no uso da água, embora os resultados para os parâmetros antropológicos não sejam tão satisfatórios e necessitem de um cuidado maior. Os resultados são bastante animadores e devem servir para impulsionar estudos mais detalhados para entrada de solicitação de certificação.





## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADE, R.; REHM, M. The unwritten history of green building rating tools: a personal view from some of the ‘founding fathers’. **Building Research and Information**, v. 48, n. 1, p. 1–17, 2 jan. 2020.

ARC Skoru. [S. l.], 2022. Disponível em: <https://arcskoru.com/>. Acesso em: 22 set. 2022.

BARBER, P. et al. **USGBC LEED for Communities Certification of the New York State Olympic**. [s.l: s.n.].

CASTRO-LACOUTURE, D. et al. Optimization model for the selection of materials using a LEED-based green building rating system in Colombia. **Building and Environment**, v. 44, n. 6, p. 1162–1170, jun. 2009.

CENSO. [S. l.], 2020. Disponível em: <https://www.census.gov/quickfacts/fact/table/santafecitynewmexico/PST045221>. Acesso em: 22 set. 2022.

CITY OF SANTA FE ENVIRONMENTAL SERVICES DIVISION. **A Report on Sustainability LEED FOR CITIES CERTIFICATION REPORT**. [s.l: s.n.].

DALLA COSTA, E. et al. **CONSTRUÇÃO CIVIL E A CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL: ANÁLISE COMPARATIVA DAS CERTIFICAÇÕES LEED (LEADERSHIP IN ENERGY AND ENVIRONMENTAL DESIGN) E AQUA (ALTA QUALIDADE AMBIENTAL)**. [s.l: s.n.].

GBC BRASIL. Desenvolvimento das Construções Sustentáveis no Sul do Brasil. [S. l.], 2017. Disponível em: <https://www.gbcbrazil.org.br/brasil-ocupa-o-4o-lugar-no-ranking-mundial-de-construcoes-sustentaveis-certificadas-pela-ferramenta-internacional-leed/>. Acesso em: 21 set. 2022.

GBC BRASIL. Brasil Ocupa Quarto Lugar no Ranking Mundial de Construções Sustentáveis Certificados pela Ferramenta LEED. [S. l.], 2018. Disponível em: <https://www.gbcbrazil.org.br/brasil-ocupa-o-4o-lugar-no-ranking-mundial-de-construcoes-sustentaveis-certificadas-pela-ferramenta-internacional-leed/>. Acesso em: 20 set. 2022.



GBC BRASIL. **Compreenda o LEED Leadership in Energy and Environmental Design Pré-requisitos Créditos ID+C INTERIOR DESIGN + CONSTRUCTION O+M OPERATION & MAINTENANCE ND NEIGHBORHOOD BAIRROS BD+C BUILDING DESIGN + CONSTRUCTION NOVAS CONSTRUÇÕES E GRANDES REFORMAS.** [s.l: s.n.]. Disponível em: <[www.gbcbrazil.org.br](http://www.gbcbrazil.org.br)>.

GOH, C. S.; ROWLINSON, S.; WANG, C. A Paradigm Shift from Green Buildings to Sustainable Cities: Concept and Future Direction. Em: **Proceedings of the 23rd International Symposium on Advancement of Construction Management and Real Estate.** [s.l.] Springer Singapore, 2021. p. 1003–1013.

**LEED rating system | U.S. Green Building Council.** Disponível em: <<https://www.usgbc.org/leed>>. Acesso em: 20 set. 2022.

MATISOFF, D. C.; NOONAN, D. S.; MAZZOLINI, A. M. Performance or marketing benefits? the case of LEED certification. **Environmental Science and Technology**, v. 48, n. 3, p. 2001–2007, 4 fev. 2014.

NAU INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS. Relatório-NAU-2020. 2020.

PIRES TEIXEIRA, L.; MARÍLIA ANDRADE DE CARVALHO, F. A **CONSTRUÇÃO CIVIL COMO INSTRUMENTO DO DESENVOLVIMENTO DA ECONOMIA BRASILEIRA.** [s.l: s.n.].

ROSS, B. **DEVELOPING ANALYTIC TOOLS TO UNDERSTAND PRIVATE RETURNS EXPECTED FROM PAYING THE “GREEN PREMIUM”.** [s.l: s.n.]. Disponível em: <[http://meridian.allenpress.com/jgb/article-pdf/2/1/97/1770350/jgb\\_2\\_1\\_97.pdf](http://meridian.allenpress.com/jgb/article-pdf/2/1/97/1770350/jgb_2_1_97.pdf)>.

SANDRA MARIA GOMES. **MEMÓRIAS NO INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS DA UFRGS: UMA ANÁLISE INSTITUCIONAL ATRAVÉS DOS RELATÓRIOS TÉCNICOS DE PESQUISA.** [s.l: s.n.].

SHARIFI, A.; KAWAKUBO, S.; MILOVIDOVA, A. Urban sustainability assessment tools. Em: **Urban Systems Design.** [s.l.] Elsevier, 2020. p. 345–372.



SUZER, O. A comparative review of environmental concern prioritization: LEED vs other major certification systems. **Journal of Environmental Management**, v. 154, p. 266–283, 1 maio 2015.

THIAGO, A.; HERNANDES, Z. **LEED-NC como sistema de avaliação da sustentabilidade: uma perspectiva nacional?** [s.l: s.n.].

USGBC. **LEED v4.1 CITIES AND COMMUNITIES: PLAN AND DESIGN.** [s.l: s.n.].

USGBC. **LEED v4.1 CITIES AND COMMUNITIES EXISTING.** [s.l: s.n.].

USGBC. **LEED v4.1 BUILDING DESIGN AND CONSTRUCTION.** [s.l: s.n.].

TIPOLOGIAS Certificação. [S. 1.], 2022. Disponível em: <https://www.gbcbrasil.org.br/certificacao/certificacao-leed/tipologia-om/>. Acesso em: 22 set. 2022.

YANARELLA, E. J.; LEVINE, R. S.; LANCASTER, R. W. Green versus sustainability. **Sustainability**, v. 2, n. 5, p. 296–302, out. 2009.