

Produto 02

Benchmarking de ferramentas visando aplicabilidade para o PBE Edifica e Selo Procel Edificações.

Levantamento de requisitos para desenvolvimento de plataforma centralizada de dados de Edificações

Maio/2022

Classificação: Confidencial



Elaborado por:

mitsidi
PROJETOS

Autores:

Giovana Gonçalves
Victor Alves
Vinícius Vidoto
Letícia Bonani

Gabriela Pacheco
Juliana Benévolo
Ana Carolina Dias
Maíra André

Equipe:

Alexandre Schinazi
Bruno Mourão
Eduardo Sabino
Guilherme Silva
Joan Sebastian Chaves
João Guilherme Zati
Júlia Alves
Leonardo Ramos
Marcelo Dias
Pedro Gomes
Rosane Fukuoka
Sabrina Oliveira
Vanessa Frasson

Ana Beatriz Santos
Daiane Elert
Gabriel Frasson
Hamilton Ortiz
João Henrique Oliveira
Laisa Brianti
Luisa Zucchi
Madson Batista
Matheus D'Avila
Rafael Katsurayama
Suzy Gasparini
Victor Luz

Para:

Eletrobras



Projeto:

Projeto Levantamento de requisitos para desenvolvimento de plataforma centralizada de dados de Edificações

Coordenação:

Rodrigo Campos de Souza (Eletrobras) e Vinícius Vidoto (Mitsidi)

Terceira Versão | 03/Maio/2022

LISTA DE SIGLAS

AASF - Fator médio anual de sombreamento (*Annual Average Shadow Factor*)

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

AC - Ar-condicionado

ADENE - Agência Nacional de Energia de Portugal

APP - Ambiente de Permanência Prolongada

APT - Ambiente de Permanência Transitória

ASHRAE - *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers*

ATM - *Automatic Teller Machine*

AVAC - Aquecimento, Ventilação e Ar-Condicionado

BD+C - *Building Design and Construction*

CB3E – Centro Brasileiro de Eficiência Energética em Edificações

CBCS – Centro Brasileiro de Construção Sustentável

CBECS - *Commercial Buildings Energy Consumption Survey*

GBMTP - *Green Buildings Market Transformation Program*

CEN - *European Committee for Standardization*

CFL - Lâmpada Fluorescente Compacta (*Compact Fluorescent Lamp*)

CgTA - Carga Térmica Anual de Aquecimento

CgTR - Carga Térmica Anual de Refrigeração

CgTT - Carga Térmica Anual Total

CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

CO2 – Dióxido de Carbono

DCI - Densidade de Carga Interna

DDL - *Dynamic-link Library*

DHW - Água Quente Domiciliar (*Domestic Hot Water*)

DEO – Desempenho Energético Operacional

DPE - Densidade de Potência de Equipamentos

DPI - Densidade de potência de Iluminação

EAS - Estabelecimento Assistencial de Saúde

EDGE - *Excellence in Design for Greater Efficiencies*

EEDUS - Eficiência Energética no Desenvolvimento Urbano Sustentável

EN - Norma Europeia (*Europäische Norm*)

ENCE – Etiqueta Nacional de Conservação de Energia

EPA - *U.S. Environmental Protection Agency*

EPI - Índice de Desempenho Energético

EqNumS - Equivalente Numérico de Simulação

EUI - Intensidade do Uso de Energia (*Energy Use Intensity*)

FCS - Fator de Calor Solar

FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos

FS - Fator Solar

GBMTP - *Green Buildings Market Transformation Program*

GEEs – Gases do Efeito Estufa

GHR - Graus-hora de Resfriamento

GIZ - *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit*

GLAR - Área Total do Shopping Center (*Total Shopping Center Area Retail*)

GLP - Gás Liquefeito de Petróleo

HIS - Habitação de Interesse Social

ID+C - Design de Interiores e Construção (*Interior Design and Construction*)

ICenv - Indicador de Consumo da Envoltória

IFC - *International Finance Corporation*

INI – Instrução Normativa do Inmetro

INI-C – Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas

INI-R - Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Residenciais

Inmetro – Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

ISO - *International Organization for Standardization*

LabEEE - Laboratório de Eficiência Energética em Edificações

LED - Diodo Emissor de Luz (*Light-Emitting Diode*)

LEED – *Leadership in Energy and Environmental Design*

LFL - Lâmpada Fluorescente Linear (*Linear Fluorescent Lamp*)

MDR - Ministério do Desenvolvimento Regional

MENA - Oriente Médio e Norte da África (*Middle East and North Africa*)

MME – Ministério de Minas e Energia

NABERS - *National Australian Built Environment Rating System*

NBR - Norma Técnica Brasileira

ND - Desenvolvimento do Bairro (*Neighbourhood Development*)

O&M - Operação e Manutenção

O+M - Operações e Manutenção Predial (*Building Operations and Maintenance*)

OIA – Organismo de Inspeção Acreditado

PAFt- Percentual de Área de Abertura na Fachada total

PBE – Programa Brasileiro de Etiquetagem

PBE Edifica – Programa Brasileiro de Etiquetagem de Edificações

PCE - Pré-Certificado Energético

PHFT - Percentual de Horas de ocupação dentro da Faixa de Temperatura

PHiFT - Percentual de Horas de ocupação com Temperaturas Inferiores à Faixa de Temperatura operativa

PHsFT - Percentual de Horas de ocupação com Temperaturas Superiores à Faixa de Temperatura operativa

Procel – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica

ppm – Parte por milhão

PUC-PR - Pontifícia Universidade Católica do Paraná

PV - Fotovoltaico (*Photovoltaic*)

RAC – Requisitos de Avaliação da Conformidade

RTQ – Regulamento Técnico da Qualidade

RTQ-C - Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas

RTQ-R – Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais

S3E - Simulador de Eficiência Energética de Edificações

SCE - Sistema de Certificação Energética dos Edifícios

SHGC - Componente de Ganho de Calor Solar (*Solar Heat Gain Coefficient*)

SIN - Sistema Interligado Nacional

Produto 02 - Benchmarking das funcionalidades existentes em ferramentas de simulação de consumo e avaliação e eficiência energética em edificações, considerando sua aplicabilidade para o PBE Edifica e Selo Procel Edificações

SindusCon-SP - Sindicato da Construção Civil do Estado de São Paulo

SR - Refletividade Solar (*Solar Reflectance*)

Tomáx - Temperatura Anual Máxima

Tomín - Temperatura Anual Mínima

UH - Unidade Habitacional

USGBC - *U.S. Green Building Council*

VRF - Fluxo de Refrigerante Variável (*Variable Refrigerant Flow*)

VSD - Acionamento de Velocidade Variável (*Variable Speed Drive*)

WEM - Medida de Eficiência de Água (*Water Efficiency Measure*)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. METODOLOGIA	11
3. FERRAMENTAS DE SIMULAÇÃO DE CONSUMO EM EDIFICAÇÕES E PLATAFORMAS ONLINE PARA AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE EDIFICAÇÕES	12
3.1 BUILDING ENERGY PERFORMANCE (BEP TOOL)	13
3.2 CECARBON	23
3.3 NABERS	28
3.4 ENERGY STAR (TARGET FINDER)	35
3.5 LEED Online	40
3.6 CASA+ (ADENE)	47
3.7 EDGE	53
3.8 PLATAFORMA DE BENCHMARK DEO – Versão (1.0)	63
3.9 PLATAFORMA DE BENCHMARK DEO - Nova versão	65
3.10 DOMUS	69
3.11 PLATAFORMA S3E	74
3.12 FERRAMENTAS ONLINE DO PBE EDIFICA	77
3.12.1 Metamodelo INI-R (residencial)	77
3.12.2 Metamodelo INI-C (comercial)	82
4. SÍNTESE DAS FERRAMENTAS E PLATAFORMAS ONLINE DE DESEMPENHO ENERGÉTICO DE EDIFICAÇÕES	87
5. RECOMENDAÇÕES E APLICABILIDADE AO CONTEXTO DA PLATAFORMA PROPOSTA	100
6. CONCLUSÃO	108
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	110
ANEXO I – INFORMAÇÕES REQUERIDAS NAS ABAS DA SEÇÃO DE “ETAPAS CONSTRUTIVAS”	113

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - BEP Tool Tela inicial da plataforma, aba Informações Gerais. Fonte: BEP Tool, 2022	15
Figura 2 - BEP Tool Resultados obtidos a partir da simulação. Fonte: BEP Tool, 2022	21
Figura 3 - BEP Tool Resultados detalhados a partir da simulação. Fonte: BEP Tool, 2022.	22
Figura 4 - BEP Tool Fluxo do processo de simulação. Fonte: elaboração própria, 2022.	23
Figura 5 - CECarbon Esquema das etapas da plataforma. Fonte: CECarbon, 2022.	24
Figura 6 - CECarbon Dados de Entrada da aba Características da Obra. Fonte: CECarbon, 2022.	25
Figura 7 - CECarbon Informações sobre financiamento da edificação. Fonte: CECarbon, 2022.	25
Figura 8 - CECarbon Abas que compõem a seção de Etapas Construtivas. Fonte: CECarbon, 2022.	25
Figura 9 - CECarbon Resultado da Simulação. Fonte: CECarbon, 2022.	27
Figura 10 - CECarbon Fluxo do processo de simulação da CECarbon. Fonte: elaboração própria, 2022.	28
Figura 11 - NABERS Classificação da Certificação. Fonte: NABERS, 2022.	29
Figura 12 - NABERS Dados de entrada e resultado da simulação NABERS Energy	32
Figura 13 - NABERS Dados de entrada e resultado da simulação NABERS Indoor Environment. Fonte: NABERS, 2022.	32
Figura 14 - Fluxo do processo de simulação do NABERS. Fonte: elaboração própria, 2022.	33
Figura 15 - Fluxo do processo de certificação do NABERS. Fonte: elaboração própria, 2022	34
Figura 16 - Fluxo do processo de simulação do Target Finder. Fonte: elaboração própria, 2022	38
Figura 17 - Fluxo do processo de certificação do ENERGY STAR. Fonte: elaboração própria, 2022	38
Figura 18 - Dimensões consideradas no processo da certificação LEED. Fonte: LEED Online, 2022	40
Figura 19 - Classificação da certificação LEED. Fonte: LEED Online, 2022	40
Figura 20 - Tipos de edifícios e construções considerados na certificação LEED. Fonte: LEED Online, 2022	41
Figura 21 - Interface da etapa de registro do projeto da certificação LEED. Fonte: LEED Online, 2022.	42
Figura 22 - Interface da etapa de seleção de créditos da certificação LEED. Fonte: LEED Online, 2022	42
Figura 23 - Interface da seção de um crédito da certificação LEED. Fonte: LEED Online, 2022.	43
Figura 24 - Interface do formulário de um crédito da certificação LEED que necessita inserção manual de dados. Fonte: LEED Online, 2022	43

Figura 25 - Interface do formulário de um crédito da certificação LEED que aceita a inserção de arquivos. LEED Online, 2022	43
Figura 26 - Interface da aba de cronograma da certificação LEED. Fonte: LEED Online, 2022	45
Figura 27 - Processo de submissão da certificação LEED na plataforma. Fonte: elaboração própria, 2022	46
Figura 28 - Abas relacionadas a materiais. Fonte: CasA+, 2022.....	48
Figura 29 - CasA+ Abas relacionadas a equipamentos da plataforma. Fonte: CasA+, 2022	49
Figura 30 - CasA+ Mensagem apresentada pela plataforma no aguardo pela simulação. Fonte: CasA+, 2022.....	49
Figura 31 - CasA+ Resultado de uma simulação bem-sucedida. Fonte: CasA+, 2022.	50
Figura 32 - CasA+ Fluxo da plataforma de simulação CasA+. Fonte: CasA+, 2022	51
Figura 33 - CasA+ Fluxo do processo de certificação. Fonte: elaboração própria, 2022.....	52
Figura 34 - Aplicativo EDGE Classificação da certificação. Fonte EDGE, 2022.....	53
Figura 35 - Aplicativo EDGE Interface principal. Fonte EDGE, 2022.	54
Figura 36 - Aplicativo EDGE Local para envio de documentos comprobatórios. Fonte EDGE, 2022.	54
Figura 37 - Aplicativo EDGE Aba Projeto. Fonte EDGE, 2022.	55
Figura 38 - Aplicativo EDGE Aba Energia. Fonte EDGE, 2022.	56
Figura 39 - Aplicativo EDGE Aba Água. Fonte EDGE, 2022.	57
Figura 40 - Aplicativo EDGE Aba Materiais. Fonte EDGE, 2022.	58
Figura 41 – Aplicativo EDGE Aba Operações. Fonte EDGE, 2022	59
Figura 42 - Aplicativo EDGE Apresentação dos resultados. Fonte EDGE, 2022.....	60
Figura 43 - Aplicativo EDGE Apresentação do gráfico de consumo específico anual para os casos base e melhorado. Fonte EDGE, 2022.	61
Figura 44 - Aplicativo EDGE Fluxo do processo de simulação. Fonte: elaboração própria, 2022	61
Figura 45 - Aplicativo EDGE Fluxo do processo de certificação. Fonte: elaboração própria, 2022.....	62
Figura 46 - Dados de entrada e indicador como resultado da simulação. Fonte: plataforma de benchmark DEO, 2022	63
Figura 47 - Plataforma de Benchmarking DEO Fluxo do processo de simulação. Fonte: elaboração própria, 2022.....	64

Figura 48 - Plataforma de Benchmarking Dados de entrada. Fonte: plataforma de benchmark DEO, 2022	66
Figura 49 - Plataforma de Benchmarking Dados de Entrada relacionado a consumo e Resultados. Fonte: plataforma de benchmark DEO, 2022	66
Figura 50 - Edifício referência e aspectos considerados no processo de simulação. Fonte: plataforma de benchmark DEO, 2022	67
Figura 51 - Plataforma de Benchmarking DEO (Nova Versão) Fluxo do processo de simulação. Fonte: elaboração própria, 2022	68
Figura 52 - Interface do programa Domus. Fonte: ELETROBRAS; PUC-PR (2013).....	69
Figura 53 - Inserção dos dados de componentes construtivos. Fonte: GUERRA (2016).....	70
Figura 54 - Inserção de dados para avaliação segundo RTQ-C no programa Domus. Fonte: ELETROBRAS; PUC-PR (2013).	70
Figura 55 - Simulação pelo método prescritivo no Domus. Fonte: GUERRA (2016).	71
Figura 56 - Configuração do relatório do Domus. Fonte: ELETROBRAS; PUC-PR, 2013	73
Figura 57 - Fluxo do processo de simulação do Domus. Fonte: elaboração própria, 2022	73
Figura 58 - Formatos disponíveis no S3E Fonte: (GARCIA, 2017 apud S3E, 2015)	75
Figura 59 - Fluxograma síntese da plataforma S3E. Fonte: elaboração própria, 2022	76
Figura 60 - Interface da ferramenta do meta-modelo para edificações residenciais (INI-R). Fonte: PBE Edifica, 2022.	78
Figura 61 - Interface da etapa de inserção de dados de parâmetros gerais da UH da ferramenta online para INI-R. Fonte: PBE Edifica, 2022.	79
Figura 62 - Interface da etapa de parâmetros ou informações dos APP da ferramenta online para INI-R. Fonte: PBE Edifica, 2022.	80
Figura 63 - Interface da etapa avançada para avaliação da Eficiência energética da ferramenta online para INI-R. Fonte: PBE Edifica, 2022.	80
Figura 64 - Interface da apresentação dos resultados de classificação da edificação em análise da ferramenta online para INI-R. Fonte: PBE Edifica, 2022.	82
Figura 65 - Interface da ferramenta do meta-modelo para edificações comerciais, de serviços e públicas (INI-C). Fonte: PBE Edifica, 2022.....	83
Figura 66 - Interface da etapa de inserção de dados sobre a localização, uso e quantidade de zonas térmicas da edificação da ferramenta online para INI-C. Fonte: PBE Edifica, 2022.	83

Figura 67 - Interface da etapa de inserção de dados sobre as zonas térmicas da edificação da ferramenta online para INI-C. Fonte: PBE Edifica, 2022.....	84
Figura 68 - Interface da etapa de inserção de dados para a classificação da eficiência energética da edificação da ferramenta online para INI-C. Fonte: PBE Edifica, 2022	85
Figura 69 - Interface da etapa de resultado de avaliação da envoltória da edificação da ferramenta online para INI-C. Fonte: PBE Edifica, 2022.....	85
Figura 70 - Interface da etapa de classificação da envoltória da edificação da ferramenta online para INI-C. Fonte: PBE Edifica, 2022.....	86
Figura 71 - Fluxo de informações comum às plataformas analisadas.....	99

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação das plataformas identificadas em relação à aplicação - simulação ou certificação. Fonte: elaboração própria, 2022.....	12
Tabela 2 - BEP Tool Comparativo entre modo básico e avançado da plataforma. Fonte: elaboração própria, 2022.....	15
Tabela 3 - NABERS Dados de entrada específicos para cada tipologia a ser simulada. Fonte: elaboração própria, 2022.....	29
Tabela 4 - Dados de entrada da ferramenta S3E relativos à envoltória da edificação. Fonte: elaboração própria, 2022.....	74
Tabela 5 - Demais dados de input da ferramenta S3E. Fonte: elaboração própria, 2022.	75
Tabela 6 - Síntese das funcionalidades encontradas nas plataformas analisadas	88
Tabela 7 - Principais dados de entrada e saída das plataformas de simulação	95
Tabela 8 - Principais dados de entrada e saída das plataformas de certificação.....	98
Tabela 9 - Classificação das funcionalidades identificadas para aplicação na plataforma proposta.....	100

1. INTRODUÇÃO

O presente relatório é o segundo produto de um projeto que tem o objetivo de desenvolver a arquitetura de informação e *design* de interface de uma Plataforma online para o PBE (Programa Brasileiro de Etiquetagem) Edifica e Selo Procel Edificações, auxiliando no gerenciamento, armazenamento e divulgação de informações pertinentes à ambas as iniciativas.

O primeiro produto apresentou a governança das informações do PBE Edifica e Selo Procel Edificações, indicando as atribuições de cada um dos entes envolvidos no processo de obtenção da ENCE (Etiqueta Nacional de Conservação de energia) e Selo, respectivamente. Essa etapa foi crucial para a compreensão do fluxo de informações, da interação e da relação entre as instituições, imprescindíveis para o delineamento da arquitetura e da criação do banco de dados, os quais serão objetos dos produtos seguintes.

Complementarmente, este produto apresenta o levantamento e a análise das principais ferramentas de simulação de consumo e avaliação da eficiência energética em edificações existentes atualmente. Esse trabalho foi realizado para construção de um banco de referências para os aspectos visuais, as funcionalidades e as experiências do usuário presentes em cada uma para serem adaptadas ao contexto do PBE Edifica e do Selo Procel.

Existiram, no Brasil, iniciativas anteriores para a construção de ferramentas de simulação alinhadas aos requisitos do PBE Edifica, como o Domus e o S3E, também analisadas neste produto. Ambos os projetos se encontram descontinuados no momento, mas representaram importantes marcos na digitalização e nacionalização de ferramentas de auxílio à emissão da ENCE.

Fora do Brasil existem plataformas que realizam procedimentos similares ao que se entende que existirá na plataforma, como a EDGE ou a LEED Online, abordando simulação e certificação, apenas simulação, ou apenas certificação.

Atualmente, existe uma página de informações do PBE Edifica, assim como interfaces dos meta-modelos que serão utilizados nas INI-C e INI-R. Essas estruturas serão a base para o desenvolvimento da plataforma proposta, de modo que serão complementadas por elementos captados na avaliação feita nesse produto, tanto para permitir que o usuário realize uma avaliação previa de seu potencial (simulação simplificada), quanto para realizar a gestão de sua certificação.

2. METODOLOGIA

Neste trabalho, foram levantadas plataformas de simulação de consumo e avaliação da eficiência energética em edificações com objetivo de avaliar seus aspectos processuais, técnicos (dados de entrada, cálculos, parâmetros e resultados) e visuais (sobretudo de experiência do usuário).

O critério de seleção dessas plataformas consiste na sinergia com o objeto deste projeto¹, além das principais referências nacionais e internacionais do mercado. Os exemplos se enquadram nos grupos de simulação, certificação ou ambas. Ou seja, foram analisadas plataformas que permitam realizar ambas as funções, buscando atender um dos objetivos maiores da plataforma que será proposta neste projeto: pré-avaliação dos edifícios para verificar os benefícios de determinadas escolhas arquitetônicas e de gerenciamento do processo de etiquetagem e de outorga da ENCE e do Selo Procel Edificações.

Para cada plataforma, contextualiza-se sua criação, destacando os objetivos, as instituições e os programas a que estão vinculadas e o público-alvo a que se destinam. Em seguida, apresenta-se o processo de simulação de cada uma, englobando seu fluxo e os tipos de edifícios considerados. Além disso, indicam-se as diferentes abas ou seções presentes, de modo a explicar o objetivo de cada uma junto a seus dados de entrada. Por fim, apontam-se os parâmetros técnicos e os recursos utilizados, seguidos dos resultados gerados e de fluxos que resumem os processos de simulação e/ou certificação.

Em sequência, os resultados identificados a partir do levantamento foram sintetizados, comparando as principais funcionalidades e dados de entrada (inputs) e saída (outputs). Por fim, realizou-se uma comparação e uma análise de aplicabilidade das funcionalidades identificadas no levantamento ao contexto da plataforma para o PBE Edifica e Selo Procel Edificações.

¹ Desenvolver uma arquitetura de informação e *design* de interface de uma Plataforma online para o PBE Edifica e Selo Procel Edificações

3. FERRAMENTAS DE SIMULAÇÃO DE CONSUMO EM EDIFICAÇÕES E PLATAFORMAS ONLINE PARA AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE EDIFICAÇÕES

Este capítulo apresenta um levantamento de plataformas nacionais e internacionais de simulação de consumo em edificações e de avaliação da eficiência energética de edificações, visando mapear seus **processos, fluxos, características, funcionalidades e parâmetros**. As plataformas são agrupadas a partir de três aspectos: simulação, certificação e ambos (simulação e certificação), descritas a seguir.

- **Simulação:** quando solicitam dados de inserção e geram resultados como consumo energético, por meio de cálculos e parâmetros técnicos;
- **Certificação:** quando permitem a gestão do processo de submissão de uma certificação (etapas de registro, submissão, acompanhamento e aceite);
- **Ambos (simulação e certificação):** quando contemplam as duas definições acima.

Assim, na Tabela 1, é apresentada a classificação utilizada às plataformas avaliadas:

Tabela 1 - Classificação das plataformas identificadas em relação à aplicação - simulação ou certificação. Fonte: elaboração própria, 2022.

Plataformas	Simulação	Certificação
Building Energy Performance Tool (BEP Tool)	X	
CECarbon	X	
NABERS	X	X
ENERGY STAR (Target finder)	X	X
LEED		X
CasA+ (Adene)	X	X
EDGE	X	X
CBCS	X	
Domus	X	
S3E	X	
Ferramentas online do PBE Edifica	X	

Além das plataformas indicadas na Tabela 1, foram levantadas outras ferramentas online como referência, tais como as de certificação de eficiência energética *Herramientas de Cálculo de la Calificación Energética de Viviendas*, *Levelized Cost of Energy (LCoE) Calculator Tool* e *Etiquetado de Viviendas* dos seguintes países, respectivamente: Chile, Dinamarca e Argentina. Entretanto, essas plataformas não apresentaram forte relação com os insumos necessários para este relatório. As duas primeiras são baseadas em uma planilha de simulação e todas as três ferramentas apresentam requisitos necessários de preenchimento mais complexos e saem do escopo deste estudo. Partindo do princípio do fácil acesso da plataforma proposta, essas plataformas não possuem fácil acesso e informações claras. Dessa maneira, este capítulo detalha, somente, as plataformas mais relevantes para o objetivo deste estudo.

Para o levantamento realizado, houve fatores limitantes, como a inatividade das plataformas S3E e Domus, a não apresentação dos resultados da CasA+ e o acesso restrito a algumas etapas, principalmente daquelas de gestão do processo de submissão, que requerem documentações específicas e pagamentos prévios, como a LEED online.

3.1 BUILDING ENERGY PERFORMANCE (BEP TOOL)

O projeto *Build_Me²* é uma iniciativa que busca contribuir para o crescimento de edifícios sustentáveis na região do Oriente Médio e Norte da África (MENA, sigla inglesa para “Middle East and North Africa”). Ele busca apoiar que os sistemas de aquecimento e resfriamento sejam energeticamente mais eficientes e supridos com fontes renováveis de energia, com ênfase em novos edifícios na região mencionada.

Dessa maneira, o projeto criou a plataforma “*Building Energy Performance Tool, (BEP Tool)*”³, em parceria com a *guidehouse*⁴, que presta consultoria sobre finanças, tecnologia, compliance, gestão e sustentabilidade, tanto para clientes do setor público quanto dos mercados comerciais regulamentados por esses setores. A ferramenta BEP Tool é uma plataforma *online* que permite calcular a performance de múltiplas fontes energéticas de um prédio e sua relação custo/eficácia de medidas de eficiência energética.

Além dessa ferramenta de cálculo, o projeto também criou duas ferramentas, o “*Building Typology Database*” e o “*Demonstration Project Database*”. A primeira consiste em um banco de dados de tipologia de edifícios de referência, refletindo a arquitetura típica regional e os sistemas técnicos utilizados, com base nas informações de países como Egito, Jordânia e Líbano. A segunda, mostra exemplos de edifícios com parâmetros de eficiência energética em toda a região MENA, servindo de referência e evidenciando como os edifícios podem ser construídos.

Em princípio, o *BEP Tool* foi desenvolvido mais especificamente para a região do Oriente Médio e Norte da África, onde os certificados internacionais são raramente aplicados (BEP Tool, 2022). Isso acontece,

² Para maiores informações, acesse: <https://www.buildings-mena.com/>

³ Disponível em: <https://globco.buildings-mena.com/#step-1>

⁴ <https://guidehouse.com/>

pois, a certificação é custosa e o principal foco está em construir de forma sustentável, e não na performance energética do edifício. Além disso, há uma ausência de diálogo com as condições do mercado, tendo em vista que nesses locais, o mercado ainda não apresenta incentivos para a implementação efetiva de medidas de eficiência energética nas edificações.

Assim, a plataforma foi criada para permitir que atores, que estão em busca de receber auxílio financeiro dos bancos, por exemplo, possam demonstrar que seu projeto reduz significativamente a demanda de energia elétrica do edifício.

O fato da região não possuir códigos de construção para edificações que sejam compreensíveis, dificulta a existência de projetos de referência, relacionados à implementação de medidas de eficiência energética, que comprovem os benefícios da implementação dessas medidas. A base de dados criada pelo projeto *Build Me* busca oferecer um referencial para os atores e assim contribuir para a disseminação dessas práticas. Essa base de dados possui as seguintes informações:

- Valores referenciais do desenvolvimento da performance energética;
- Comparação de medidas propostas no projeto piloto;
- Contribuição para regulamentação e políticas;
- Treinamento para criação de banco de dados e desenvolvedores de projetos.

Embora o projeto tenha sido criado com intuito de disseminar as práticas de eficiência energética para a região MENA, a ferramenta permite utilizar dados de diversas regiões do mundo. Para efeito de cálculo, a plataforma utiliza dados climáticos de um *software* chamado *Meteonorm*⁵, que permite analisar as condições climáticas, a inserção de especificidades relacionadas à orientação de cada superfície e inclui alguns parâmetros climáticos na avaliação.

A APLICAÇÃO

A plataforma considera diferentes cenários em relação às tipologias de edifício, assim como sua categoria. O *BEP Tool* permite optar pelas seguintes tipologias: residência unifamiliar, residencial multifamiliar, escritório, edifício educacional, *shopping* e hospitais. Além disso, deve ser escolhido também a informação sobre o ciclo de vida do edifício (nova construção, existente ou reforma), sendo que esse parâmetro possui grande impacto no resultado, principalmente em termos de custos de isolamento da envoltória.

A ferramenta possui em cinco abas, sendo duas delas direcionadas a inserção de dados e as últimas três, relacionadas aos resultados. A aba inicial da plataforma é a de “Informações Gerais” (*General Information*), e posteriormente são apresentadas as seguintes seções: “Dados de Entrada” (*Input*), “Resultados” (*Results*), “Resultados Detalhados” (*Detailed Results*) e “Minha Base de Dados” (*My database*). Na Figura 1 é apresentada essa interface ao usuário.

⁵ Para maiores informações, acesse: <https://meteonorm.com/>

Figura 1 - BEP Tool | Tela inicial da plataforma, aba Informações Gerais. Fonte: BEP Tool, 2022

ABA INFORMAÇÕES GERAIS

Nessa etapa do processo é necessária a inserção de dados referentes à localização, tipologia, idade da construção, categoria de sistema energético utilizado (aquecimento, resfriamento, aquecimento de água, ventilação mecânica, iluminação, e energia fotovoltaica).

Nessa mesma página, é possível optar entre o modo básico ou avançado. O básico permite que o usuário menos experiente (que não possui tanto contato com os termos e a área) também usufrua da ferramenta, dado que enfatiza os dados mais relevantes, enquanto os parâmetros mais detalhados e específicos são ocultos. Além desses modos é possível também optar pela inserção de custo das medidas da envoltória, sistema AVAC⁶ ou sistemas de energia renovável, assim como a energia anual final (tanto elétrica como de outras fontes). O modo avançado, no que lhe concerne, permite ao usuário modificar e adaptar cada dado de entrada (*input*). Sendo assim, ambos utilizam a mesma metodologia de cálculo, mas o modo avançado permite analisar e adaptar 19 critérios a mais, como exposto na Tabela 2.

Tabela 2 - BEP Tool | Comparativo entre modo básico e avançado da plataforma. Fonte: elaboração própria, 2022.

Critérios	Parâmetro	Modo Básico	Modo Avançado
PARÂMETROS	Pavimentos (<i>Building levels/ floors</i>)	X	X

⁶ Na ferramenta é utilizada a sigla do inglês para “Heating, Ventilating and Air Conditioning”, que se refere aos processos de aquecimento, ventilação e ar-condicionado (AVAC) em português, respectivamente.

Critérios	Parâmetro	Modo Básico	Modo Avançado
RELACIONADOS À GEOMETRIA (<i>Geometry-Related Parameter</i>)	Número de Habitações (<i>Number of dwellings</i>)	X	X
	Pé direito do piso ao teto (<i>Net floor height-Floor to ceiling</i>)	X	X
	Área útil (<i>Net floor area</i>)	X	X
	Área do telhado - opaca (<i>Roof area opaque</i>)	X	X
	Área da fachada opaca, exceto janelas (<i>Opaque facade area, except windows</i>)	X	X
	Área da fachada opaca, exceto janelas: parte voltada para norte, sul, leste e oeste (<i>Area of opaque facade, except windows: part facing north, south, east and west</i>)		X
	Área da Janela Total: transparente + caixilhos (<i>Window area: Total = transparent + frame</i>)	X	X
	Área da Janela voltada para norte, sul, leste e oeste. (<i>Share of windows oriented north, east, south, west, horizontal</i>)		X
	Área da laje (<i>Area floor slab/ ground plate</i>)		X
PAREDE (<i>Wall</i>)	Tipo de Material (<i>Type material</i>)	X	X
	Absorção da Parede (<i>Absorption wall</i>)		X
	Calor Específico (<i>Specific heat capacity</i>)		X
	Distribuição de Massa (<i>Mass distribution: standard: M</i>)		X
	Valor U: parede - Inserção de dados simplificada (<i>U-value: wall - Simple value insertion</i>)	X	X
	Valor U: parede - Material e Espessura com cálculos mais específicos (<i>U-value: wall - Material and Thickness for precise calculation</i>)		X
	Ponte Térmica: parede - Média Nacional (<i>Thermal heat bridge: wall - Country average</i>)		X

Critérios	Parâmetro	Modo Básico	Modo Avançado
	Ponte Térmica: parede - valor específico (<i>Thermal heat bridge: wall - Specific value</i>)		X
TELHADO (<i>Roof</i>)	Tipo de Material (<i>Type material</i>)	X	X
	Absorção do Telhado (<i>Absorption roof</i>)		X
	Calor Específico (<i>Specific heat capacity</i>)		X
	Distribuição de Massa (<i>Mass distribution: standard: M</i>)		X
	Valor U: telhado - Inserção de dados simplificada (<i>U-value: roof - Simple value insertion</i>)	X	X
	Valor U: telhado - Material e Espessura com cálculos mais específicos (<i>U-value: roof - Material and Thickness for precise calculation</i>)		X
	Ponte Térmica: telhado - Média Nacional (<i>Thermal heat bridge: roof - Country average</i>)		X
	Ponte Térmica: telhado - valor específico (<i>Thermal heat bridge: roof - Specific value</i>)		X
LAJE (<i>Slab/Ground Plate</i>)	Calor Específico (<i>Specific heat capacity</i>)		X
	Valor U: laje do - Inserção de dados simplificada (<i>U-value: slab - Simple value insertion</i>)	X	X
	Valor U: laje - Material e Espessura com cálculos mais específicos (<i>U-value: slab - Material and Thickness for precise calculation</i>)		X
	Ponte Térmica: laje - Média Nacional (<i>Thermal heat bridge: slab - Country average</i>)		X
	Ponte Térmica: laje - valor específico (<i>Thermal heat bridge: slab - Specific value</i>)		X
JANELA (<i>Window</i>)	Tipo de Janela (<i>Window type</i>)	X	X

Critérios	Parâmetro	Modo Básico	Modo Avançado
	Valor G (<i>G-value</i>)	X	X
	Valor U: janela (<i>U-value: window</i>)	X	X
	Ponte Térmica: janela (<i>Thermal heat bridge: window</i>)	X	X
	Variante de Sombreamento (<i>Shading variant</i>)	X	X
	Fator de sombreamento dos elementos móveis de proteção solar (<i>Shading factor for movable sun protection elements</i>)	X	X
TAXA DE TROCA DE AR (<i>Air-change rate</i>)	Ventilação Natural (<i>Free ventilation</i>)	X	X
	Frestas (<i>Infiltration</i>)	X	X
AQUECIMENTO (<i>Space Heating</i>)	Sistema de aquecimento do Espaço Primário (<i>Primary space heating system</i>)	X	X
	Sistema de aquecimento primário: classe de eficiência (<i>Efficiency class primary heating system</i>)	X	X
	Fonte de Energia (<i>Energy carrier</i>)	X	X
	Eficiência resultante (<i>Resulting efficiency</i>)	X	X
AQUECEDOR DE ÁGUA (<i>Hot Water Generator</i>)	Tecnologia Primária (<i>Primary technology</i>)	X	X
	Classe primária de eficiência do sistema de aquecimento de água (<i>Efficiency class primary DHW system</i>)	X	X
	Fonte de Energia (<i>Energy carrier</i>)	X	X
	Eficiência resultante (<i>Resulting efficiency</i>)	X	X
	Selecionar se demanda de usuário específico para aquecimento de água será utilizado (<i>Select if user specific DHW demand to be used</i>)	X	X
	Sistema fotovoltaico para aquecimento de água (<i>Solar system for DHW</i>)	X	X

Critérios	Parâmetro	Modo Básico	Modo Avançado
	Tipo de sistema fotovoltaico (<i>Type of solar system</i>)	X	X
	Área de instalação das placas coletoras (<i>Installed area of solar collector</i>)	X	X
SISTEMA DE RESFRIAMENTO DE AMBIENTE (<i>Space Cooling System</i>)	Sistema de resfriamento do espaço primário (<i>Primary space cooling system</i>)	X	X
	Classe primária de eficiência do sistema de ar-condicionado (<i>Efficiency class primary AC system</i>)	X	X
	Eficiência Resultante: COP (<i>Resulting efficiency: COP</i>)	X	X
VENTILAÇÃO (<i>Ventilation</i>)	Tipo do sistema de ventilação (<i>Type of ventilation system</i>)	X	X
	Taxa de troca de ar: sistema de ventilação (<i>Air change rate: ventilation system</i>)	X	X
	Taxa de recuperação do calor (<i>Heat recovery rate</i>)	X	X
FOTOVOLTAICO (<i>Photovoltaics</i>)	Capacidade fotovoltaica (<i>Photovoltaic Capacity</i>)	X	X
	Área total dos módulos (<i>Total module area</i>)	X	X
SISTEMA DE ILUMINAÇÃO (<i>Lighting System</i>)	Tipo de tecnologia de iluminação (<i>Type of lighting technology</i>)	X	X
	Sensores de Iluminação (<i>Lighting sensors</i>)	X	X
OUTROS PARÂMETROS OPERACIONAIS (<i>Other Operating Parameters</i>)	Ganho de calor: interno - pessoas, equipamentos (<i>Internal heat gains: people, appliances</i>)	X	X
	Consumo de eletricidade adicional: sem luz e AVAC (<i>Additional electricity consumption: without light, HVAC</i>)	X	X
	Área aquecida (<i>Conditioned area: heating</i>)	X	X
	Área refrigerada (<i>Conditioned area: cooling</i>)	X	X
	Temperatura inicial de aquecimento (<i>Set point temperature: heating</i>)	X	X

Critérios	Parâmetro	Modo Básico	Modo Avançado
	Temperatura inicial de resfriamento (<i>Set point temperature: cooling</i>)	X	X
	Possui sistema de controle noturno? (<i>Night setback</i>)	X	X
DADOS DE ENTRADA ADICIONAIS (<i>Additional Inputs</i>)	Inserção do custo (<i>Input my own cost</i>)	X	X
	Energia final anual (<i>Annual Final Energy Input</i>)	X	

Além dessas opções, essa aba inicial permite que o usuário opte por inserir custo das medidas da envoltória, sistema AVAC ou sistemas de energia renovável. Nessa parte, a plataforma permite apenas, a inserção do custo em Euro (€). Além disso, existem limitações como o valor mínimo e máximo de custo, que pode ser inserido. No caso em que o usuário deixar o campo sem preenchimento, a plataforma irá calcular de acordo com os valores referência do banco de dados. Outro dado que é possível de ser informado é a energia final, em que é possível inserir dados referentes à energia consumida por metro quadrado em um ano de eletricidade, gás, GLP, querosene e óleo. É recomendado que esse recurso seja ativado somente se a demanda de energia dessas fontes já estiver determinada (através de uma outra ferramenta ou metodologia), pois ela não será calculada pela ferramenta BEP.

ABA INPUT

A ferramenta solicita ao usuário dados relacionados à geometria da edificação, como número de habitações e pavimentos; pé direito, além da área total do telhado, da fachada opaca e janelas. Mais adiante, nessa mesma aba, é necessário informar os parâmetros relacionados às especificidades de material para cada um dos seguintes elementos: parede, telhado, laje e janela. Para as janelas é solicitado também que informe se há proteção solar e qual seu fator de sombreamento. Em seguida, insere-se o tipo de ventilação natural que poderia ocorrer, indicando o tipo de janela projetada para o ambiente.

Além desses dados, o usuário pode inserir aspectos relacionados aos sistemas de energia, listados a seguir:

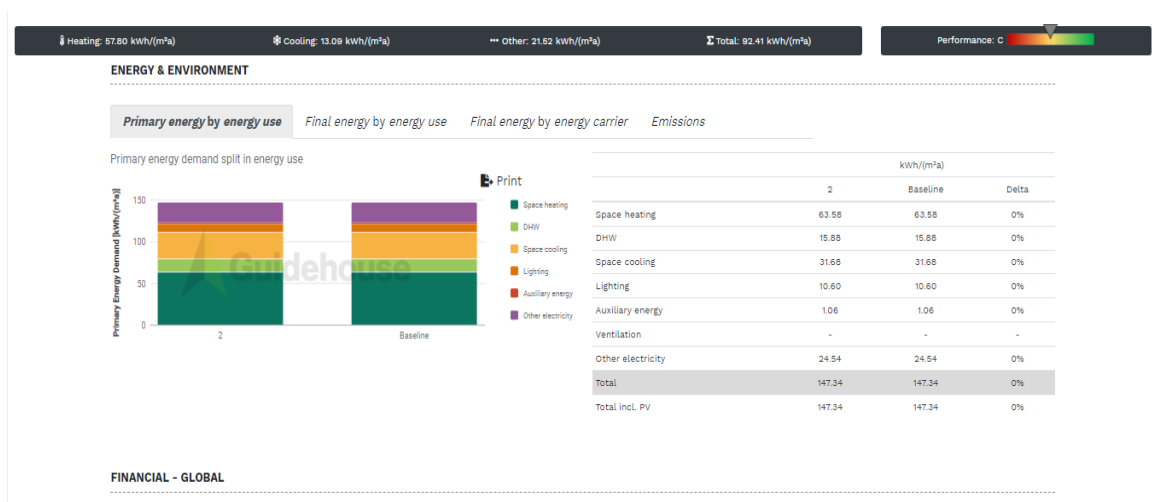
- **Sistema de aquecimento ambiental:** Gás, Óleo, Querosene, Bomba de Aquecimento, Sistema de ar-condicionado;
- **Sistema de aquecimento de água:** gás ou elétrico;
- **Sistema de resfriamento ambiental:** Sistema *multi-split* centralizado, do tipo volume de refrigerante variável ou VRF do inglês "*variable refrigerant flow*", ar-condicionado split simples ou de janela, Sistema móvel, Sistema central;
- **Energia fotovoltaica:** dados referentes à capacidade do sistema e à área instalada;
- **Sistema de iluminação:** inclui diferentes tipos de lâmpadas como LED, LFL, CFL, Halogênio e Incandescente.

De forma complementar, é possível inserir dados relacionados às questões operacionais do edifício, tais como: tipo de usuário (nível de consumo de energia baixo, médio, alto); porcentagem de área que o sistema de resfriamento ou aquecimento atinge; e a temperatura inicial (*set point*) para tais sistemas.

RESULTADOS

Após a inserção de dados e o processamento das informações adicionadas, os resultados apresentados pela plataforma permitem uma análise detalhada de cada aspecto envolvido na simulação. No caso dessa ferramenta, é possível obter resultados como a energia primária e final por uso, nível de desempenho, custo de consumo, custo de investimento e manutenção, além de dados referentes à emissão de GEEs por meio do dióxido de carbono equivalente (CO₂e), ilustrado pela Figura 2.

Figura 2 - BEP Tool | Resultados obtidos a partir da simulação. Fonte: BEP Tool, 2022



Na Figura 3 são apresentados os custos globais (totais) e específicos, relacionados à energia, substituição de equipamentos e sistemas, custo de energia, operação e manutenção (O&M), ganhos com instalação de painéis fotovoltaicos e outros custos. Além disso, indica as emissões de CO₂ (em kg/m²) considerando o uso com e sem painéis fotovoltaicos. Para o segundo caso, a plataforma apresenta a emissão dos diversos usos finais do edifício (aquecimento de ambiente, aquecimento de água, resfriamento de ambientes, iluminação, sistemas auxiliares, ventilação e eletricidade).

Figura 3 - BEP Tool | Resultados detalhados a partir da simulação. Fonte: BEP Tool, 2022.

GLOBAL COSTS	
Global costs	
Total global costs	406,859 €
Specific total global costs	155 €/m ²
Thereof specific energy related investment	26 €/m ²
Thereof specific replacement of systems and elements	10 €/m ²
Thereof specific residual value of investments	-4 €/m ²
Thereof specific energy cost	120 €/m ²
Thereof specific I&M	3 €/m ²
Thereof specific PV earnings (feed in)	0 €/m ²
CO ₂ - EMISSIONS	
CO₂ - emissions	
Total CO ₂ -emissions	93,664.09 kg
Specific CO ₂ -emissions (incl. PV)	35.63 kg/m ²
Specific CO ₂ -emissions (without PV)	35.63 kg/m ²
Specific CO ₂ -emissions from space heating	13.65 kg/m ²
Specific CO ₂ -emissions from DHW generation	4.17 kg/m ²
Specific CO ₂ -emissions from space cooling	8.31 kg/m ²
Specific CO ₂ -emissions from lighting	2.78 kg/m ²
Specific CO ₂ -emissions from auxiliary systems	0.28 kg/m ²
Specific CO ₂ -emissions from ventilation	- kg/m ²
Specific CO ₂ -emissions from household electricity	6.44 kg/m ²

PARÂMETROS TÉCNICOS E RECURSOS UTILIZADOS

Em relação aos parâmetros técnicos, o *BEP Tool* utiliza dados climáticos do site Meteonorm, de acordo com a localização da edificação, além de premissas sobre dados operacionais. É possível também utilizar cálculo de demanda, para determinar uma linha de base.

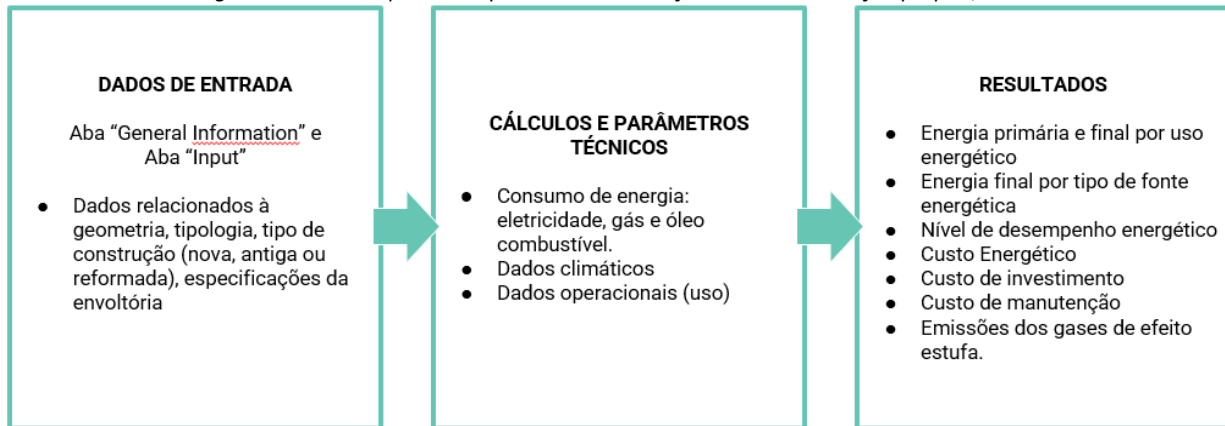
A ferramenta considera diferentes fontes de energia como eletricidade, gás e óleo combustível. A partir dessa informação, é possível indicar qual tipo de energia será utilizada para certos usos, como por exemplo, aquecimento de ar e água, e sistema fotovoltaico. Dessa forma, a plataforma permite calcular a linha de base de consumo esperado para a edificação, a partir de referenciais reais.

Para o cálculo do modelo base, foi utilizada como referência a ISO 52016⁷, que é a norma destinada à eficiência energética de edifícios. Ela apresenta requisitos de energia para aquecimento e resfriamento, temperaturas internas e cargas de calor sensíveis e latentes em um padrão internacional.

A Figura 4 resume o fluxo do processo de simulação da plataforma descrito anteriormente, evidenciando seus dados de entrada, cálculos e parâmetros técnicos e resultados.

⁷ Desempenho energético dos edifícios — Necessidades energéticas para aquecimento e arrefecimento, temperaturas internas e cargas de calor sensível e latente (tradução livre de *Energy performance of buildings — Energy needs for heating and cooling, internal temperatures and sensible and latent heat loads*). Para maiores informações, acesse: <https://www.iso.org/standard/65696.html>

Figura 4 - BEP Tool | Fluxo do processo de simulação. Fonte: elaboração própria, 2022.



3.2 CECARBON

A CECarbon⁸, é uma **calculadora de consumo energia elétrica** e de **emissões de carbono** para edificações, que tem como objetivo fomentar a transição para uma economia sustentável, eficiente e de baixo carbono, considerando o ciclo de vida dos insumos da obra, desde a sua exploração até o momento do seu uso na fase construtiva. A plataforma permite ao usuário analisar impactos e identificar oportunidades no segmento de maneira acessível.

O usuário obtém as informações relacionadas ao impacto através de uma comparação da quantidade de emissão da construção em relação à quantidade de carbono armazenada em um determinado número de árvores além do número de casas que podem ser abastecidas com a energia incorporada calculada no projeto inserido. Dessa maneira, é possível avaliar o real impacto que a construção causa ao meio ambiente.

A plataforma permite a análise dos impactos em três etapas diferentes: projeto, execução e construção finalizada. Com isso, é possível avaliar as várias alternativas de sistemas construtivos existentes e assim optar pela melhor opção, com foco na eficiência energética e consumo de energia. Desse modo, a plataforma permite uma redução de custos e um maior engajamento dos colaboradores, importantes para divulgar e diminuir esses impactos do setor sobre o meio ambiente.

Portanto, a plataforma oferece os benefícios de mensurar e monitorar as emissões de GEE e o consumo energético nos empreendimentos. Para diminuir esses impactos é importante investir em eficiência energética, buscar práticas sustentáveis e aplicar para obtenção de uma certificação ou etiquetagem, valorizando assim seu empreendimento.

Nesse contexto, ela foi desenvolvida pela Pangea Capital, juntamente ao SindusCon-SP, viabilizada pela parceria da Secretaria Nacional de Habitação, vinculada ao Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR), com a Agência Alemã de Cooperação Internacional (Deutsche Gesellschaft für Internationale

⁸ Disponível em: <https://www.cecarbon.com.br/simulation/feature>

Zusammenarbeit - GIZ), no âmbito do projeto Eficiência Energética no Desenvolvimento Urbano Sustentável (EEDUS).

A ferramenta busca contribuir com a gestão climática e energética do setor de edificações através da padronização de métricas e premissas além da consolidação consistente de dados entre empresas e outros atores do segmento da construção civil e indústria. A iniciativa busca abranger os seguintes atores:

- Setor privado (empresas construtoras e incorporadoras);
- Fabricantes e fornecedores;
- Profissionais (arquitetos, engenheiros, administradores);
- Academia;
- Agentes financeiros e instituições de fomento.

A CECarbon permite ao usuário fazer simulações das seguintes tipologias: residencial, comercial, industrial, misto (devendo especificar quais), além de também poder inserir uma outra tipologia a ser especificada.

A plataforma é dividida em três seções principais, sendo elas: características da obra, etapas construtivas e insumos e processos complementares, apresentados na Figura 5 (indicadas pela cor verde na parte inferior do modelo esquemático). Em cada uma dessas etapas, apresentam-se diferentes abas que aprofundam as informações referentes às seções.

Figura 5 - CECarbon | Esquema das etapas da plataforma. Fonte. CECarbon, 2022.



SEÇÃO 1 - CARACTERÍSTICAS DA OBRA

Nesta aba, a ferramenta solicita **informações gerais da obra** como endereço e localização, além de dados como área (do terreno, total a construir, prefeitura, a demolição), custo inicial e final, data de início e término da construção, sistema construtivo, etapa do projeto além de tipo, categoria e padrão do empreendimento, conforme ilustra a Figura 6 a seguir.

Figura 6 - CECarbon | Dados de Entrada da aba Características da Obra. Fonte: CECarbon, 2022.

Características da Obra

Área do Terreno (m ²)	Área Total a Construir - Prefeitura (m ²)	Área Total a Demolir (m ²)
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Custo inicial estimado (R\$)	Custo final apurado (R\$)	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Data de início da construção	Data de término da construção	
<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>	
Sistema construtivo	Tipo de empreendimento	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	

Além disso, a plataforma permite que sejam informadas questões relacionadas ao financiamento, questionando se a edificação já apresenta financiamento público. Além de indicar se a obra já teve ou deseja buscar alguma certificação, com campo específico para indicar qual certificação se deseja utilizar, conforme apresentado na Figura 7.

Figura 7 - CECarbon | Informações sobre financiamento da edificação. Fonte: CECarbon, 2022.

Financiamento

Tem financiamento público?

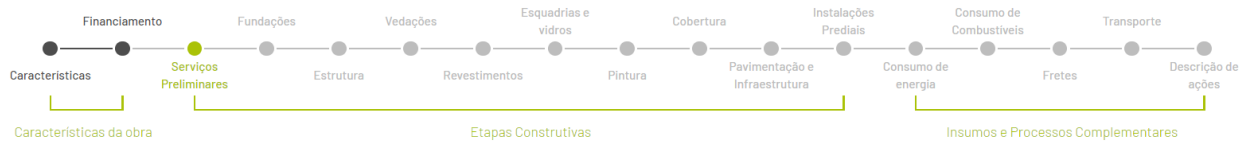
A obra vai buscar ou já obteve alguma certificação?

Informar Certificação

SEÇÃO 2 - DADOS DAS ETAPAS CONSTRUTIVAS

Essa seção refere-se ao momento de maior coleta de dados que visam compreender as características construtivas do edifício. Esses dados, segundo a plataforma, permitem calcular os indicadores de emissões de GEE e consumo energético. Essa seção é dividida em: serviços preliminares, fundações, estrutura, vedações, revestimentos, esquadrias e vidros, pintura, cobertura, pavimentação e infraestrutura e instalações prediais, apresentados na Figura 8.

Figura 8 - CECarbon | Abas que compõem a seção de Etapas Construtivas. Fonte: CECarbon, 2022.



O [Anexo I](#) apresenta a tabela que contempla todas as etapas e informações requeridas nas abas que compõem a seção de etapas construtivas.

SEÇÃO 3 - INSUMOS E PROCESSOS COMPLEMENTARES

Para essa seção, são solicitadas informações sobre consumo de energia, consumo de combustíveis, fretes, transporte e descrição de ações, apresentadas a seguir.

- Consumo de Energia

Nesta última etapa, são requeridas informações sobre consumo de energia elétrica, utilizando como base o Sistema Interligado Nacional (SIN). Desse modo, o dado referente ao insumo deve-se imputar apenas o que é consumido da rede de distribuição de energia, podendo incluir mais de uma unidade consumidora. O consumo deve ser apresentado em MWh.

- Consumo de Combustíveis

O objetivo é computar o consumo de combustíveis fósseis durante a obra, especialmente se não foi preenchido e/ou não pertence a alguma das etapas construtivas.

DADOS DE SAÍDA/RESULTADOS

A partir do processamento dos dados inseridos, é possível obter os seguintes resultados: **emissão total da obra** (tCO₂e), **consumo energético total da obra** (GJ), como é possível de se observar na Figura 9. A plataforma também apresenta um cálculo que indica a equivalência entre a quantidade de emissões do projeto em relação ao carbono armazenado em árvores típicas da Mata Atlântica, além do número de domicílios (com 4 pessoas residentes) que a energia utilizada na obra (incorporada) calculada poderia abastecer.

Figura 9 - CECarbon | Resultado da Simulação. Fonte: CECarbon, 2022.



PARÂMETROS TÉCNICOS E RECURSOS UTILIZADOS

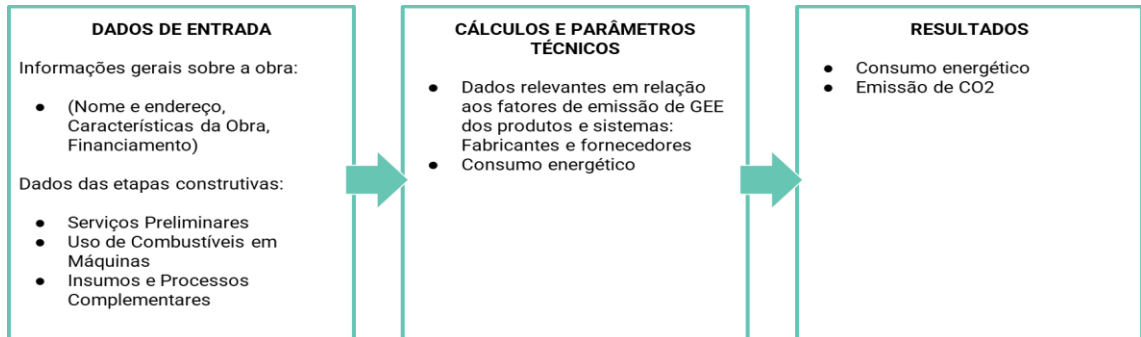
A plataforma tem uma base de dados relacionada a fatores de emissão de GEE de diferentes fabricantes e busca uma constante atualização desses parâmetros. O cálculo é feito através da média ponderada dos valores obtidos.

A construção da base de dados, envolve diversas frentes como as mencionadas a seguir:

- Empresas construtoras e incorporadoras;
- Fabricantes e fornecedores (informação dos fatores de emissão de GEE dos produtos e sistemas);
- Ações junto ao setor público (inclusão em políticas e programas);
- Agentes financeiros: adoção da ferramenta nos critérios de análise de crédito.

A Figura 10 apresenta o fluxo da plataforma, em relação aos dados de entrada (*inputs*), cálculos e parâmetros técnicos e resultados (*outputs*).

Figura 10 - CECarbon | Fluxo do processo de simulação da CECarbon. Fonte: elaboração própria, 2022.



3.3 NABERS

O NABERS Rating é uma plataforma australiana que permite uma análise simples e confiável de elementos de sustentabilidade no setor da construção civil, incluindo diversas tipologias de edificação. É possível avaliar e entender a performance energética do edifício e ao mesmo tempo identificar possíveis economias e futuras melhorias, além de poder comparar com as demais edificações no país. A plataforma é baseada no sistema de certificação NABERS, que possibilita uma avaliação baseada em uma classificação de 1 a 6 estrelas. (sendo que: 1 estrela = abaixo do ideal, 3 estrelas = mediano e 6 estrelas = líder de mercado).

VISÃO GERAL

O sistema NABERS⁹ (*National Australian Built Environment Rating System*) pode ser usado para:

- Diagnosticar o nível de eficiência energética atual do edifício e o potencial de economia com níveis mais eficientes;
- Acompanhamento do progresso e impacto das mudanças;
- Permite benchmarking de eficiência energética e uso da água, permitindo a comparação entre diferentes setores

Em relação ao processo de certificação NABERS Energy Rating, podemos destacar as seguintes etapas:

- Preparação: Obter de duas a três avaliações da edificação, de acordo com a certificação solicitada, podendo avaliar a performance de energia, água, qualidade do ambiente interno, resíduos e emissão de carbono. Embora todas essas avaliações sejam possíveis através do sistema de certificação NABERS, somente as três primeiras estão disponíveis na plataforma de simulação. Essas avaliações são feitas por um profissional acreditado e necessitam de uma aprovação final pelo gerente.
- Compilamento de dados: Inputs necessários;

⁹ Disponível em: <https://www.nabers.gov.au/ratings/estimate-your-rating>

- Obtenção da certificação: avaliação presencial (visita) para validar;
- Renovação da Certificação: 12 meses.

A classificação do sistema é dada por estrelas de 1 a 6, como representado na Figura 11, sendo o primeiro o menos eficiente e o último o mais¹⁰, de acordo com os seguintes itens: energia, água, resíduo, ambiente interno. Após a aprovação no sistema NABERS, o certificado vale por 12 meses. Isso contribui para representar o atual estado de desempenho do edifício, incentivando a melhoria contínua.

Figura 11 - NABERS | Classificação da Certificação. Fonte: NABERS, 2022.



Caso o edifício possuir 4 estrelas no NABERS Energy *rating* e possuir medidas de neutralização de carbono (*carbon offset*)¹¹, poderá ser obtida a certificação de carbono neutro (*Carbon Neutral Certification*).

As certificações para água e resíduos não são obrigatórias, entretanto são levadas em consideração para a obter a certificação, durante a avaliação, por parte dos profissionais especializados.

A plataforma NABERS Rating, foi desenvolvida com o apoio do *New South Wales Government*¹² e permite a inserção de dados e realização da simulação através de três abas, sendo elas: *Rating Details*, *Enter Data* e *Results*. Na parte de resultados, após a apresentação dos dados de saída da plataforma, é possível acessar uma outra página para prosseguir para uma solicitação de uma avaliação por parte de um profissional acreditados da certificação NABERS.

Para efeito de simulação, a plataforma permite a análise de 4 das 8 tipologias avaliadas na certificação NABERS. São elas: escritórios, shopping centers, hotéis e data centers. Para cada uma delas, são requeridas diferentes informações, indicado pela Tabela 3.

Tabela 3 - NABERS Dados de entrada específicos para cada tipologia a ser simulada. Fonte: elaboração própria, 2022.

¹⁰ As classificações por estrela são: 1 - Começando (Making a start); 2 - Abaixo da Média (Bellow Average); 3 - Na Média (Average); 4 - Bom (Good); 5 - Excelente (Excellent); 6 - Líder de Mercado (Market Leading)

¹¹ Termo criado a partir das resoluções do Tratado de Kyoto, que diz respeito à aplicação de um conjunto de medidas visando neutralizar a emissão de gases de efeito estufa. Uma maneira de compensar as emissões que forem consideradas inevitáveis.

¹² Para maiores informações, acesse: <https://www.dpie.nsw.gov.au/>

Tipologia	Informações solicitadas
Escritório	<ul style="list-style-type: none"> ● Área de Escritório (<i>Area of office</i>) ● Horário de ocupação (<i>Hours of occupancy</i>) ● Número de computadores (<i>Number of computers</i>)
Shopping Center	<ul style="list-style-type: none"> ● Área total do shopping center (<i>Total shopping center area retail - GLAR</i>) ● Área central de serviços (<i>Centrally serviced shopping center area</i>) ● Número de vagas que são mecanicamente ou naturalmente ventiladas (<i>Number of mechanically or naturally ventilated parking spaces</i>). ● Número de dias úteis no ano (<i>Annual number of trading days</i>). ● Horário de serviço semanal (<i>Weekly hours of service</i>) ● Configuração dos pavimentos (<i>Floor configuration</i>) ● Número de assentos na praça de alimentação (<i>Number of food court seats</i>) ● Número de salas de cinema (<i>Number of Cinema theatrettes</i>) ● Área total do ginásio (<i>Total gymnasium area</i>).
Data Center	<ul style="list-style-type: none"> ● Capacidade de processamento (<i>Processing Capacity</i>) ● Capacidade de armazenamento (<i>Storage Capacity</i>) ● Taxa de rejeição de calor do medidor (<i>Meter Heat Rejection Rate</i>)
Hotel	<ul style="list-style-type: none"> ● Número de quarto de hóspedes (<i>Number of guest rooms</i>) ● Número de quarto de hóspedes com serviço completo de lavanderia (<i>Number of guest rooms with full-service laundering</i>) ● Número de ocupantes em salas de reunião ou auditórios (<i>Number of function room seats</i>) ● Área de piscinas aquecidas (<i>Surface area of heated pools</i>)

ABA 1 - DETALHES DA CLASSIFICAÇÃO (RATING DETAILS)

O NABERS Rating permite ao usuário optar pelo tipo de simulação, tendo como opção a simulação referente à energia no geral, à água, e ao ambiente interno. Além dessas informações, a tipologia de edificação também deve ser escolhida (Escritório, Hotel, Shopping Center ou Data Center). A plataforma pede também a inserção do código postal australiano, e dessa maneira impossibilita a simulação para demais países. (a primeira aba da plataforma é comum a todos os tipos de simulação).

ABA 2 - Dados de Entrada (ENTER DATA)

- **Energia**

Nessa etapa, o usuário deve informar a área total da edificação, a quantidade total de horas em que o edifício é ocupado, em relação à eletricidade, é necessário informar o consumo total de eletricidade, gás natural e diesel utilizado ao longo de um ano assim como também a porcentagem utilizada em “Green Power¹³”.

- **Água**

Nessa etapa, o usuário deve informar a área total da edificação, a quantidade total de horas em que o edifício é ocupado, em relação ao consumo de água, é necessário informar o consumo total de água ao longo de um ano, assim como também a porcentagem de água “reciclada”.

- **Ambiente interno**

Nessa etapa, o usuário deve informar dados relacionados ao conforto térmico e acústico (porcentagem de amostras que ficam entre uma determinada temperatura, porcentagem do edifício que atende às medidas de conforto térmico da ASHRAE 5 e porcentagem de leituras que ficaram entre um determinado intervalo de decibéis), qualidade do ar interno (porcentagem de amostras em que o nível de CO2 não ultrapassou um determinado nível de ppm (partes por milhão), porcentagem de monóxido de carbono identificado, valor total de compostos orgânicos voláteis, e a média de formaldeídos encontrados no ar), a iluminação (porcentagem de amostras em que não se ultrapassou uma quantidade específica de lux).

Nessa aba, é importante destacar que os dados a serem inseridos, em sua maioria, requer um nível de conhecimento mais aprofundado e medições feitas *in-loco*.

ABA 3 - Resultados (RESULTS)

- **Energia**

Na aba “Resultados”, é apresentada a classificação obtida através da simulação, variando entre 1 e 6 estrelas. O usuário também obtém a quantidade estimada de gases de efeito estufa sendo emitido, além

¹³ GreenPower é o programa de credenciamento gerenciado pelo governo australiano que ajuda a transição da nação para a energia renovável acima e além das metas legisladas. A energia renovável credenciada GreenPower é a eletricidade que não produz emissões líquidas de gases de efeito estufa.

do fator benchmarking. Todos esses parâmetros são apresentados com e sem a porcentagem de “Green Power”.

- **Água**

Na aba “Resultados”, é apresentada a classificação obtida através da simulação, variando entre 1 e 6 estrelas. Na Figura 12, pode ser vista uma imagem das abas 2 e 3 para água:

Figura 12 - NABERS | Dados de entrada e resultado da simulação NABERS Energy

The image shows two panels from the NABERS Energy simulation interface. The left panel is the 'Water use' input screen, and the right panel is the 'Results' screen.

Water use (Input Panel):

- Section: Water use
- Label: Total water consumption for 12 months
- Input: 1560 kL
- Note: Include mains and groundwater sources. Exclude rain water captured onsite.
- Label: What percentage of the total water consumption is externally supplied recycled water?
- Input: 23 %
- Button: Calculate my rating >

Results (Output Panel):

- Progress: Step 1 (Rating details), Step 2 (Enter data), Step 3 (Results) - Step 3 is active.
- Icon: Water drop
- Text: Your estimated Water rating is 3 star with recycled water.
- Text: The normalised water consumption of the base building is 1560 kL/m² p.a. Your estimated rating without recycled water is 2 star.
- Table:

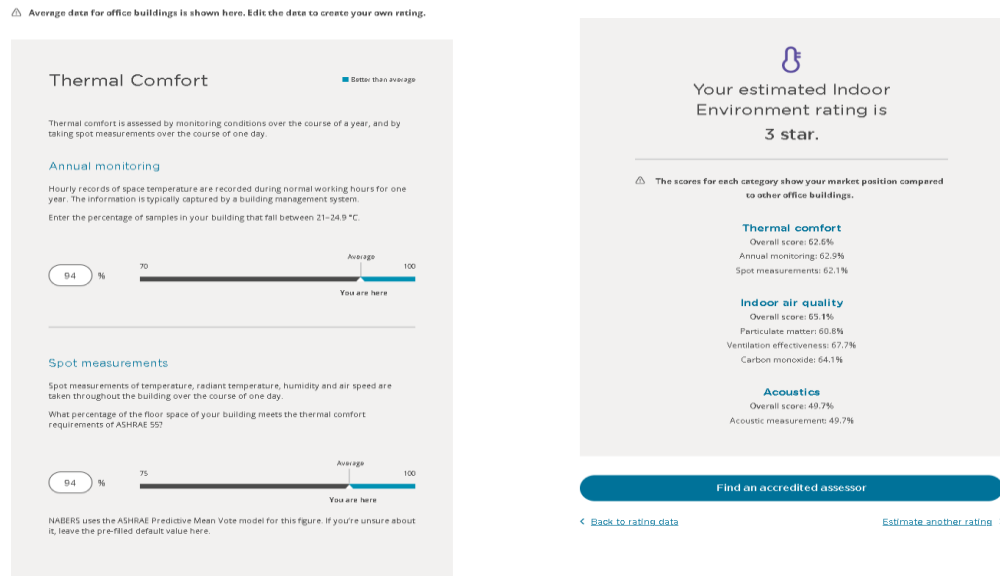
23 %	Recycled water
1560 kL p.a. 1560 kL p.a.	Total water consumption with recycled water Total water consumption without recycled water
1.0 kJ/m ² p.a. 1.3 kJ/m ² p.a.	Normalised water consumption with recycled water Normalised water consumption without recycled water

Button: - Less details

- **Ambiente Interno**

Na aba “Resultados”, é apresentada a classificação obtida através da simulação, variando entre 1 e 6 estrelas. Na Figura 13 pode ser visto uma imagem das abas 2 e 3 para Ambiente Interno:

Figura 13 - NABERS | Dados de entrada e resultado da simulação NABERS Indoor Environment. Fonte: NABERS, 2022.



PARÂMETROS TÉCNICOS UTILIZADOS

Em relação aos parâmetros técnicos, a plataforma NABERS utiliza dados climáticos, a partir da localização da edificação (utilizando seu código postal), além de premissas sobre dados operacionais. Além disso, a ferramenta considera diferentes fontes de energia como energia elétrica, diesel, gás natural e "green power".

Em suma, para o NABERS, é possível a apresentação de dois fluxos da plataforma: um para a simulação e outro para o processo de certificação, como apresentados nas Figura 14 e Figura 15:

Figura 14 - Fluxo do processo de simulação do NABERS. Fonte: elaboração própria, 2022

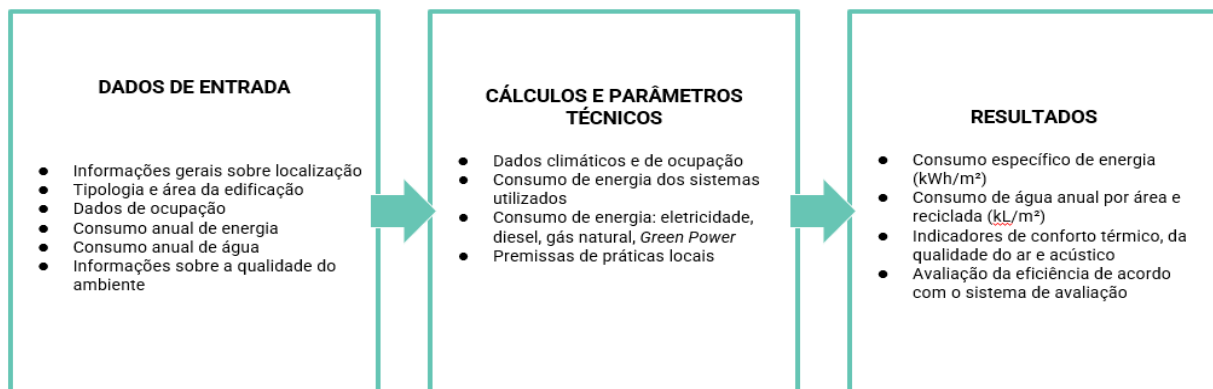
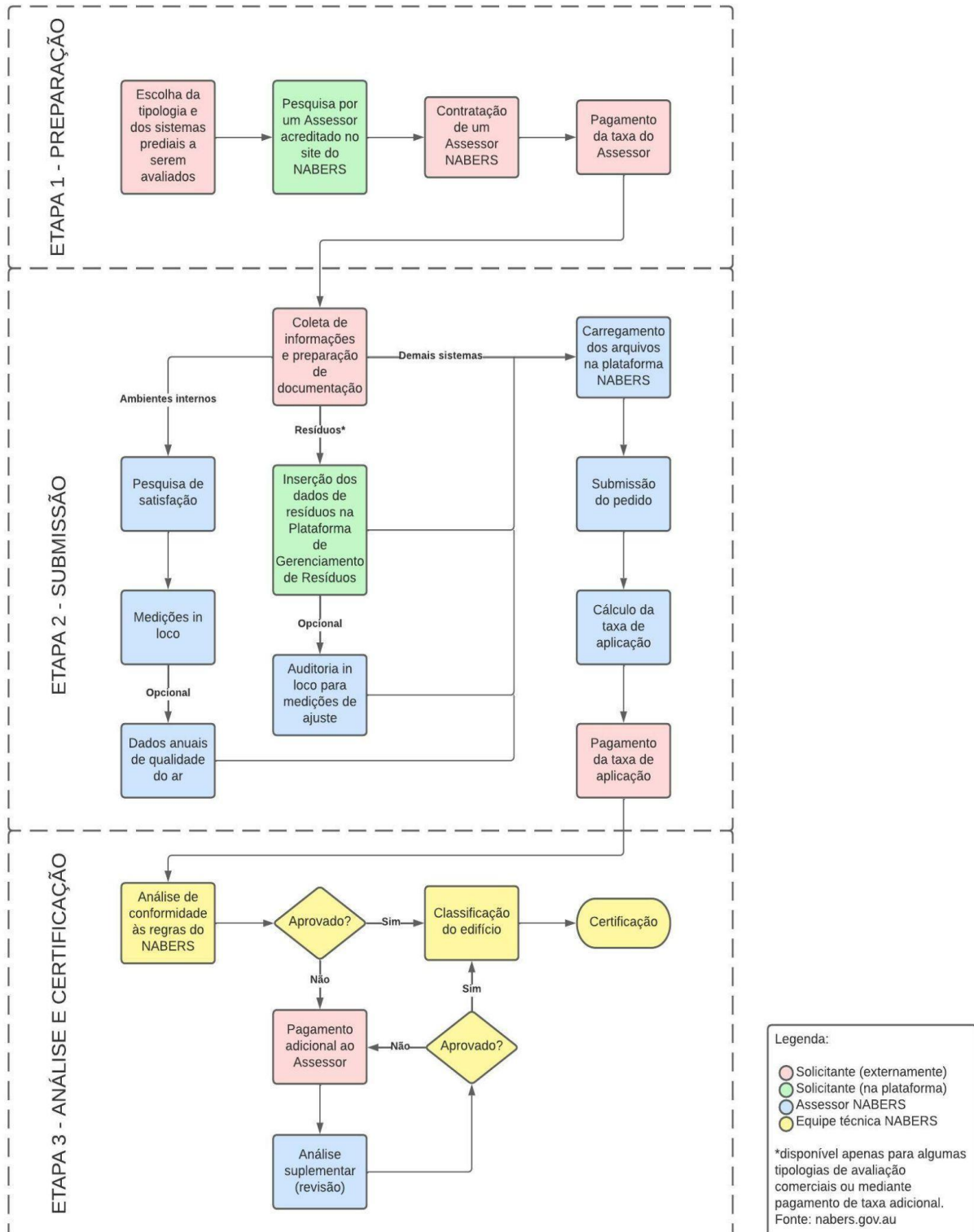


Figura 15 - Fluxo do processo de certificação do NABERS. Fonte: elaboração própria, 2022



3.4 ENERGY STAR (TARGET FINDER)

VISÃO GERAL

A ferramenta *Target Finder*¹⁴ é uma calculadora online, desenvolvida com apoio do *U.S. Environmental Protection Agency*¹⁵ e *U.S. Department of Energy*¹⁶, que tem como público-alvo arquitetos, engenheiros, proprietários e gerentes com intuito de avaliar a performance energética em edifícios (projetos e já construídos). A plataforma não exige a criação de uma conta, o que a torna mais acessível ao público.

Existem duas possibilidades de usar a ferramenta *Target Finder*:

- **Avaliar o consumo energético estimado:** a partir dos dados informados, obtém-se o custo estimado com energia e uma estimativa de emissões de GEE. Se já houver um projeto de design ou de retrofit, e dessa maneira já obteve informações sobre o uso de energia estimado, poderá então calcular os parâmetros de eficiência energética relacionados;
- **Simular estratégias** para atingir uma meta de nível de eficiência do edifício (*Target ENERGY STAR score*).

A ferramenta pode ser utilizada para novas construções e existentes. Para cada um dos casos é possível ter um tipo de interação diferente. No caso das **novas construções**, pode-se definir metas durante a fase de *pré-design*, ainda antes de se ter o desenho inicial do projeto, relacionando o uso da energia a um determinado nível de desempenho. Além disso, permite avaliar o *design* ao longo do processo. Ou seja, caso já exista um desenho, a ferramenta pode ser usada para comparar o projeto a edifícios existentes. Ao inserir dados estimados de consumo de energia, além de atividades planejadas, é possível se obter uma pontuação (de 1 a 100%). Essa funcionalidade permite ao usuário ir ajustando informações nessa seção, conforme o andamento do projeto.

Já para as **construções existentes**, é possível estimar o impacto de reformas ou melhorias. Nesse sentido, é possível verificar a pontuação obtida, a partir do mesmo sistema das novas construções, de modo a acompanhar sua eficiência ao longo da operação, sendo possível avaliar cenários, ou seja, identificar quais ajustes são necessários para garantir maiores pontuações. Por fim, permite avaliar uma propriedade antes de comprá-la.

A partir da tipologia do edifício, a ferramenta solicita informações sobre o uso do edifício, como a área construída, período de operação semanal, quantidade de ocupantes, número de computadores e percentual a ser aquecido ou resfriado. Com exceção da área construída, é possível utilizar dados pré-definidos pela plataforma, tendo em vista o tipo de uso do edifício selecionado. Essas informações são

¹⁴ Disponível em: <https://portfoliomanager.energystar.gov/pm/targetFinder?execution=e2s1>

¹⁵ Disponível em: <https://www.epa.gov/?s=footer>

¹⁶ Disponível em: <https://www.energy.gov/?s=footer>

coletadas nacionalmente por questionários, como as *DOE's Commercial Buildings Energy Consumption Survey CBECS*¹⁷. Essa base de dados é utilizada diretamente na plataforma *Target Finder*.

DADOS DE ENTRADA (INPUTS)

A plataforma *Target Finder*, permite a inserção de dados através de quatro principais abas: sobre seu projeto (*about your design project*); uso da edificação (*property use details*); consumo de energia estimado (*estimated design energy*); e meta (*target*). Desse modo, as duas primeiras abas incluem dados do projeto e do uso da propriedade. Já a terceira aba, relacionada ao consumo estimado de energia, é uma aba opcional. A última etapa de inserção permite ao usuário optar por dois tipos de análise dos dados já inseridos. A seguir, são fornecidos maiores detalhes sobre as abas mencionadas.

ABA 1 - SOBRE O SEU PROJETO

O "*Target Finder*", permite optar por diversas tipologias, e cada uma delas é dividida em subcategorias. São elas: bancos ou instituições financeiras, educacional, entretenimento, saúde, alimentação, residencial e alojamento, industrial, uso misto, escritório, estacionamento, serviço público, religioso, varejo, serviços, tecnologia e ciência, utilidades, armazenamento e outros. Além disso, o usuário deve informar também a unidade de medida que pretende utilizar, a área total e a quantidade de edifícios incluídos no projeto.

ABA 2 - DADOS DE USO DA PROPRIEDADE

Nessa etapa, o usuário deve informar como será o uso do espaço. Baseado na tipologia selecionada na etapa anterior, aparecerão diversas opções de preenchimento relacionadas à tal escolha. Caso o edifício tenha mais de um tipo de uso diferente, é possível adicionar quantos forem necessários. Antes dos espaços de preenchimento, a ferramenta mostra uma breve explicação do tipo de uso, possíveis requisitos que devem ser cumpridos para a aquisição do *ENERGY STAR*.

A título de exemplificação, estão dispostas a seguir as informações sobre o uso "Residencial Multifamiliar":

- Informa o que o programa considera ser um residencial multifamiliar, quantidade mínima de apartamentos e categorização por número de pavimentos;
- Expõe os requisitos para ser elegível a certificação nos Estados Unidos e no Canadá:
 - US: Duas unidades ou mais por edifício, vinte unidades ou mais por campus, mínimo de 80% de ocupação;
 - Canadá: Duas unidades ou mais por edifício, cada edifício tem que ter pelo menos 4 pavimentos acima do térreo ou ter pegada horizontal maior que 600m² medidos entre paredes externas e paredes corta fogo. Além disso, uma entrada comum para cada edifício, ao menos 80% de ocupação.

Nessa etapa, são solicitados os seguintes dados ao usuário: área total do térreo, número de apartamentos, número de apartamentos em cada categoria de pavimento (exemplo:

¹⁷ Para maiores informações, acesse: <https://www.eia.gov/consumption/commercial/>

apartamentos entre 5º e 9º pavimento), número de quartos, portaria, tipo de população que reside ali, se é subsidiada pelo governo, número de lavanderias tanto nos apartamentos como nas áreas comuns, porcentagem do espaço que pode ser aquecida e resfriada.

Importante destacar que exceto itens relacionados a lavanderia, subsídio do governo e tipo de população residente, os demais itens de inserção têm opção de “Usar Padrão”, não sendo necessário saber esses dados ou até mesmo não querer informá-los ao sistema. Os itens que terão impacto nos cálculos para a obtenção da certificação são destacados de maneira a informar ao usuário a importância de tal item.

ABA 3 - DADOS ESTIMADOS DE ENERGIA

Esta é uma etapa opcional é sugerido ao usuário o uso dela se houver uma estimativa do quanto de energia será consumida anualmente. Será feito uma comparação entre o projeto inserido e o projeto estabelecido como meta para a certificação *ENERGY STAR*.

Ao adicionar itens nessa aba, o usuário pode optar entre as seguintes fontes de energia: carvão (*coal*), coque¹⁸ (*coke*), diesel, água gelada distrital (*district chilled water*), água quente distrital (*district hot water*), vapor distrital (*district steam*), elétrica pela rede (*electric grid*), elétrica solar (*electric solar*), elétrica eólica (*electric wind*), petróleo (*fuel oil*), querosene (*kerosene*), gás natural (*natural gas*), propano (*propane*), lenha (*wood*). Após a escolha da fonte energética, deve ser inserido a unidade de medida, o consumo energético anual estimado e o custo por unidade de energia.

ABA 4 - META (TARGET)

Nesta aba, é possível escolher duas possíveis metas para analisar seu projeto: a da própria **ENERGY STAR** ou uma baseada na mediana da intensidade de uso energético¹⁹ por fonte para a propriedade, por exemplo, a meta pode ser 20% melhor que uma propriedade típica da mesma tipologia.

PARÂMETROS TÉCNICOS E RECURSOS UTILIZADOS

Em relação aos parâmetros técnicos, o *Target Finder* utiliza dados climáticos, de acordo com a localização da edificação, e mais especificamente, através do código postal, além de premissas sobre dados operacionais. É possível também utilizar cálculo de demanda para determinar uma linha de base.

A ferramenta considera diferentes fontes de energia como carvão (*coal*), coque (*coke*), diesel, água gelada distrital (*district chilled water*), água quente distrital (*district hot water*), vapor distrital (*district steam*), elétrica pela rede (*electric grid*), elétrica solar (*electric solar*), elétrica eólica (*electric wind*), petróleo (*fuel oil*), querosene (*kerosene*), gás natural (*natural gas*), propano (*propane*), lenha (*wood*).

¹⁸ Tipo de carvão utilizado em indústrias por atingir uma temperatura maior que outros tipos de combustível sólidos.

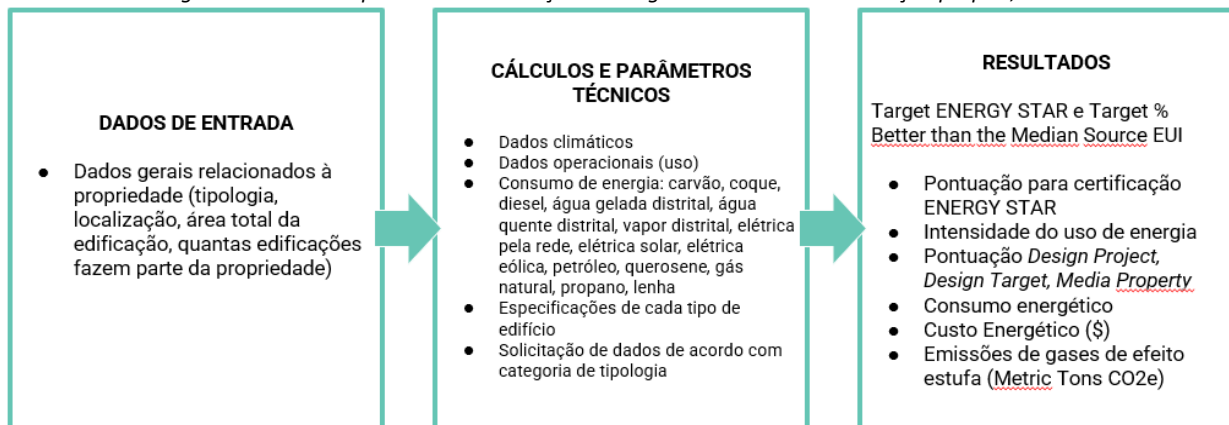
¹⁹ *Better than the Median Source Energy Use Intensity (EUI)*

RESULTADOS (OUTPUTS)

A partir dos dados inseridos ao longo da simulação, é possível obter dados de saída e informações a respeito da certificação. Na página de resultados, é possível observar a pontuação para a certificação *ENERGY STAR*, a intensidade do uso de energia, consumo energético, custo energético e dados referentes à emissão de GEEs.

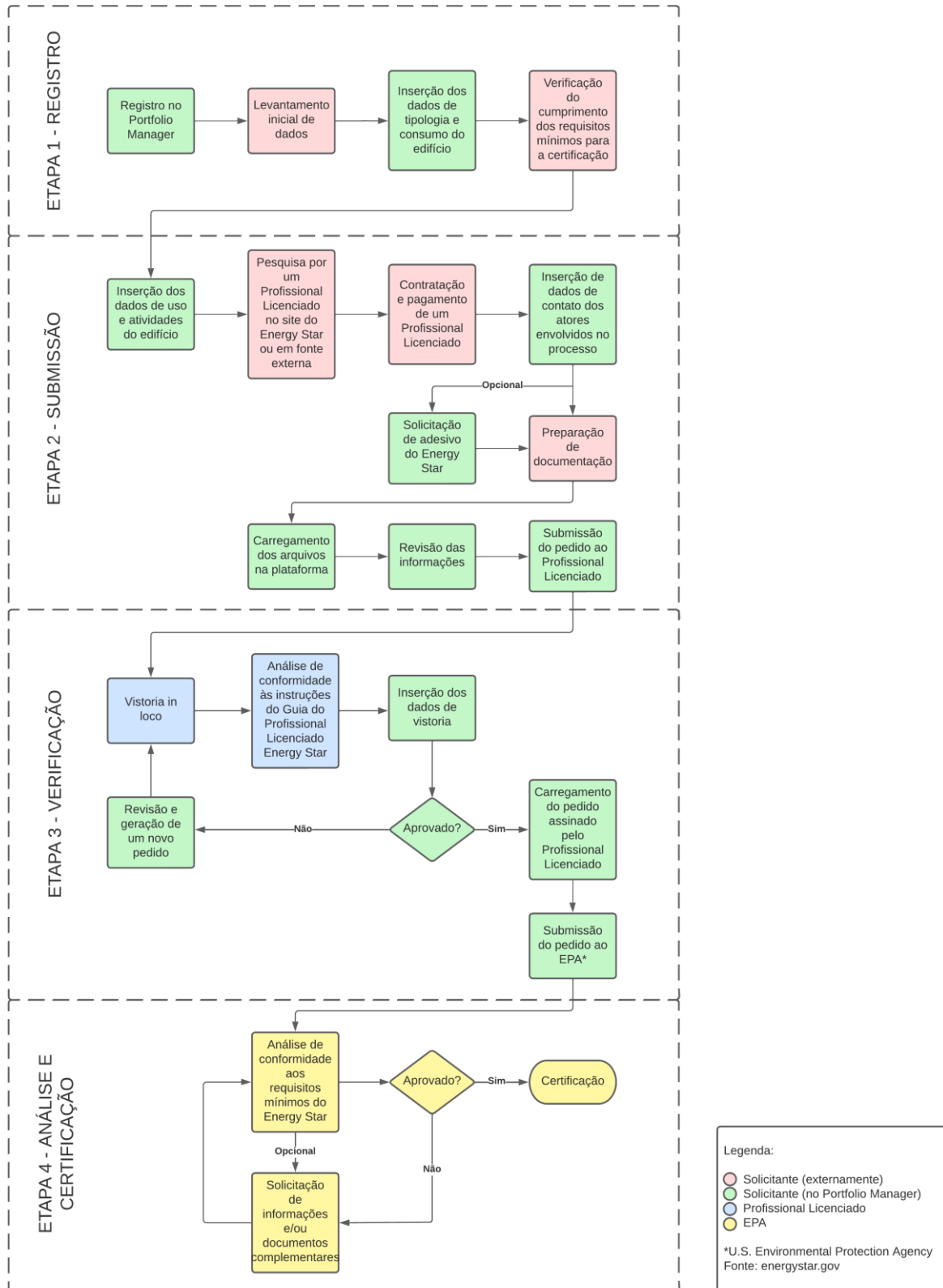
Em suma, para o *Target Finder*, é possível a apresentação de dois fluxos da plataforma: um para a simulação e outro para o processo de certificação, como apresentados nas Figura 16 e Figura 17:

Figura 16 - Fluxo do processo de simulação do Target Finder. Fonte: elaboração própria, 2022



Ao final da simulação o resultado informa uma pontuação que pode ser utilizada para obtenção da certificação ENERGY STAR para o projeto. Na Figura 17 pode ser observado o fluxo para obtenção dessa certificação:

Figura 17 - Fluxo do processo de certificação do ENERGY STAR. Fonte: elaboração própria, 2022



3.5 LEED ONLINE

O LEED²⁰ (*Leadership in Energy and Environmental Design*) é uma certificação ambiental desenvolvida e gerida pelo *U.S. Green Building Council* (USGBC), reconhecida em todo o mundo e bastante utilizada nos EUA, Emirados Árabes Unidos, China e Brasil. A certificação tem como principais objetivos:

- Diminuir os custos de energia e melhorar a eficiência de edificações;
- Reduzir as emissões de carbono contribuindo para a mitigação das mudanças climáticas;
- Proteger os recursos hídricos e o ecossistema;
- Promover ciclos de materiais sustentáveis e regenerativos; e
- Criar lugares mais saudáveis para as pessoas.

Para obter a certificação, analisam-se aspectos de processo integrado²¹, localização e transporte, espaço sustentável, eficiência do uso da água, energia e atmosfera, materiais e recursos, qualidade ambiental interna, inovação e prioridade regional, ilustrado pela Figura 18. Assim, o LEED consiste num sistema holístico que busca considerar os elementos críticos de um edifício, visando um maior impacto em sua eficiência.

Figura 18 - Dimensões consideradas no processo da certificação LEED. Fonte: LEED Online, 2022



Para cada dimensão acima, ao se registrar para a certificação, o edifício recebe pontos, responsáveis pela classificação em Certificado (40 - 49 pontos), Prata (50 - 59 pontos), Ouro (60 - 79 pontos) ou Platina (80 ou mais pontos), conforme Figura 19.

Figura 19 - Classificação da certificação LEED. Fonte: LEED Online, 2022



Além disso, a certificação LEED é segmentada, de modo a abranger diversas finalidades, tipos de construções e edifícios. Assim, é classificada em projeto e construção de edifícios (BD+C), design de

²⁰ Disponível em: <https://www.gbcbrazil.org.br/certificacao/certificacao-leed/>

²¹ Possibilita que cada membro da equipe de projeto tenha uma visão compartilhada de sustentabilidade e trabalhem de forma colaborativa para implementar as metas. Esse processo permite que a equipe otimize os sistemas, reduzindo os custos de operação e manutenção e minimizando as necessidades de novos investimentos.

interiores e construção (ID+C), operações e manutenção predial (O+M), desenvolvimento do bairro (ND), residências, cidades e comunidades e edifícios zero em carbono, conforme Figura 20.

Figura 20 - Tipos de edifícios e construções considerados na certificação LEED. Fonte: LEED Online, 2022



Com relação às tipologias, a certificação abrange:

- Residências uni e multifamiliares;
- Escolas;
- Unidades de varejo;
- Hotéis;
- Data Centers;
- Armazéns e Centros de Distribuição;
- Unidades de saúde.

Para o processo de certificação, há a plataforma LEED online²², que permite o cadastro de um usuário, o gerenciamento da documentação de um projeto e sua submissão à certificação. Para isso, há três etapas: a de registro do projeto, a de inserção de documentos e a de acompanhamento da submissão.

REGISTRO DO PROJETO

Nesta etapa, deve-se inserir, na plataforma, informações gerais sobre localização e dados do proprietário, tipo do edifício, entre outras:

- Informações gerais sobre localização e dados do proprietário;
- Tipo de edifício: desde aeroporto até depósitos;
- Área total;
- Projeto individual ou grupo de projetos;
- Qual a classificação LEED que se está buscando;
- Confirmação do acordo;
- Pagamento.

Em sequência, aceita-se o acordo para a certificação e se realiza o pagamento. A Figura 21 ilustra a interface da etapa de registro do projeto.

²² Disponível em: <https://www.leedonline.com>

Figura 21 - Interface da etapa de registro do projeto da certificação LEED. Fonte: LEED Online, 2022

Project Registration

Register a Project

Project
An individual building that achieves one certification - also applies to a group of buildings applying to achieve certification together as one project.

Details | Agreement | Payment | Receipt

Project details

Name
Name to identify the project

Frequently asked

Where do I register a Campus?
At the top of this page, select "campus" from the drop down menu, so the line reads, "Register a campus."

GERENCIAMENTO DA DOCUMENTAÇÃO

Nesta etapa, após criado o projeto e realizado o pagamento, deve-se selecionar os créditos que se pretende atender no edifício, conforme a Figura 22.

Figura 22 - Interface da etapa de seleção de créditos da certificação LEED. Fonte: LEED Online, 2022

Category	Progress	Awarded	Icon
ENERGY AND ATMOSPHERE	0 OF 35	AWARDED 0	
✓ EAp1 Fundamental Commissioning of the Building Energy Sys...	NC V2009	ATTEMPTED - REQUIRED	
✓ EAp2 Minimum Energy Performance	NC V2009	READY FOR REVIEW - REQUIRED	
✓ EAp3 Fundamental Refrigerant Management	NC V2009	ATTEMPTED - REQUIRED	
✓ EAc1 Optimize Energy Performance	NC V2009	ATTEMPTED - ATTEMPTED 0-19	
<input type="button" value="Form (v05)"/> <input type="button" value="Thresholds"/> <input type="button" value="Uploads"/> <input type="button" value="LPE"/> <input type="button" value="Comments"/> <input type="button" value="Credit library"/>			
✓ EAc2 On-Site Renewable Energy		NOT ATTEMPTED - ATTEMPTED 0-7	
✓ EAc3 Enhanced Commissioning		NOT ATTEMPTED - ATTEMPTED 0-2	
✓ EAc4 Enhanced Refrigerant Management		NOT ATTEMPTED - ATTEMPTED 0-2	
✓ EAc5 Measurement and Verification		NOT ATTEMPTED - ATTEMPTED 0-3	
✓ EAc6 Green Power		NOT ATTEMPTED - ATTEMPTED 0-2	
MATERIALS AND RESOURCES	0 OF 14	AWARDED 0	
INDOOR ENVIRONMENTAL QUALITY	0 OF 15	AWARDED 0	
INNOVATION IN DESIGN	0 OF 6	AWARDED 0	
TOTAL	ATTEMPTED 0 of 106	AWARDED 0	PENDING 0
			DENIED 0

Cada crédito possui uma seção, que indica uma biblioteca para maiores informações, o time responsável e um formulário/local para inserção de documentos comprobatórios. A seção é apresentada na Figura 23.

Figura 23 - Interface da seção de um crédito da certificação LEED. Fonte: LEED Online, 2022



Com relação à inserção de documentos, a plataforma apresenta um formulário a ser preenchido manualmente com as informações de cada crédito, de modo que apresenta algumas tabelas para realização de cálculos simples, como apresentado na Figura 24.

Figura 24 - Interface do formulário de um crédito da certificação LEED que necessita inserção manual de dados. Fonte: LEED Online, 2022

Heat Island Reduction

100000007 - 2020 - v4.1 O+M - EB

Form (v01) Team Credit library

Table: Contributing nonroof measures
 Complete the table below for all nonroof materials contributing to lowering the heat island effect on the project. If one or more strategies were not used, enter "0" for these rows.

	Material Description	SR ¹	Initial or 3-Yr Aged Value	Weighted Area (sq ft)	Area (sq ft)
	Architectural shading structure or device	Tile	0.4 Initial	1,212.12	1,000 +
	Paving Material	Stone	0.4 3-Year Aged	1,428.57	1,000 +
	Area shaded by plant canopy within 10 years of planting and/or vegetated planters (sq ft)				500
	Area shaded by structures with energy generation systems (sq ft)				500
	Area shaded by vegetated structures (sq ft)				1,000
	Area covered by open-grid pavement system (sq ft)				0
	Total standard area of qualifying nonroof measures (sq ft)				4,000
	Total weighted area of qualifying nonroof measures (sq ft)				4,640.69

Notes:
¹Materials must have a 3-year aged SR value of at least 0.20 or an initial SR value of at least 0.22 in order to count toward total standard area of qualifying nonroof measures. Materials with a lower SR will contribute to weighted area.

Table: Contributing high-reflectance roof
 Complete the table below for all high-reflectance roof materials used on the project, as applicable.

Roof Slope	Material Description	SR ¹	Initial or 3-Yr Aged Value	Weighted Area (sq ft)	Area (sq ft)
Low	metal	0.4	3-Year Aged	31.25	1,000 +
	Total standard area of qualifying high-reflectance roof (sq ft)				1,000
	Total weighted area of qualifying high-reflectance roof (sq ft)				31.25

Notes:
¹Low-sloped roof must have a 3-year aged SR value of at least 0.4 or an initial SR value of at least 0.2 in order to count toward total standard area of qualifying high-reflectance roof.
 Steep-sloped roof must have a 3-year aged SR value of at least 0.2 or an initial SR value of at least 0.2 in order to count. Materials with a lower SR will contribute to weighted area.

Já alguns créditos solicitam cálculos mais complexos, portanto a plataforma também aceita documentos externos à plataforma, como mostra a Figura 25.



Figura 25 - Interface do formulário de um crédito da certificação LEED que aceita a inserção de arquivos. LEED Online, 2022

Rainwater Management



1000156027 - LEED v4.1 O+M: EB

Form (V01) Team Credit library



Upload the Rainfall Events Calculator or equivalent documentation.

File	Size	Uploaded On	Uploaded By	Action
blank upload.docx	11.93 KB	12 Nov 2018 10:19 AM	User name	 

Upload calculations that demonstrate how the volume of runoff from 25% of impervious surfaces and the volume managed by green infrastructure measures were calculated.

File	Size	Uploaded On	Uploaded By	Action
blank upload.docx	11.93 KB	12 Nov 2018 10:19 AM	User name	 

Upload documents that thoroughly depict the green infrastructure techniques used.

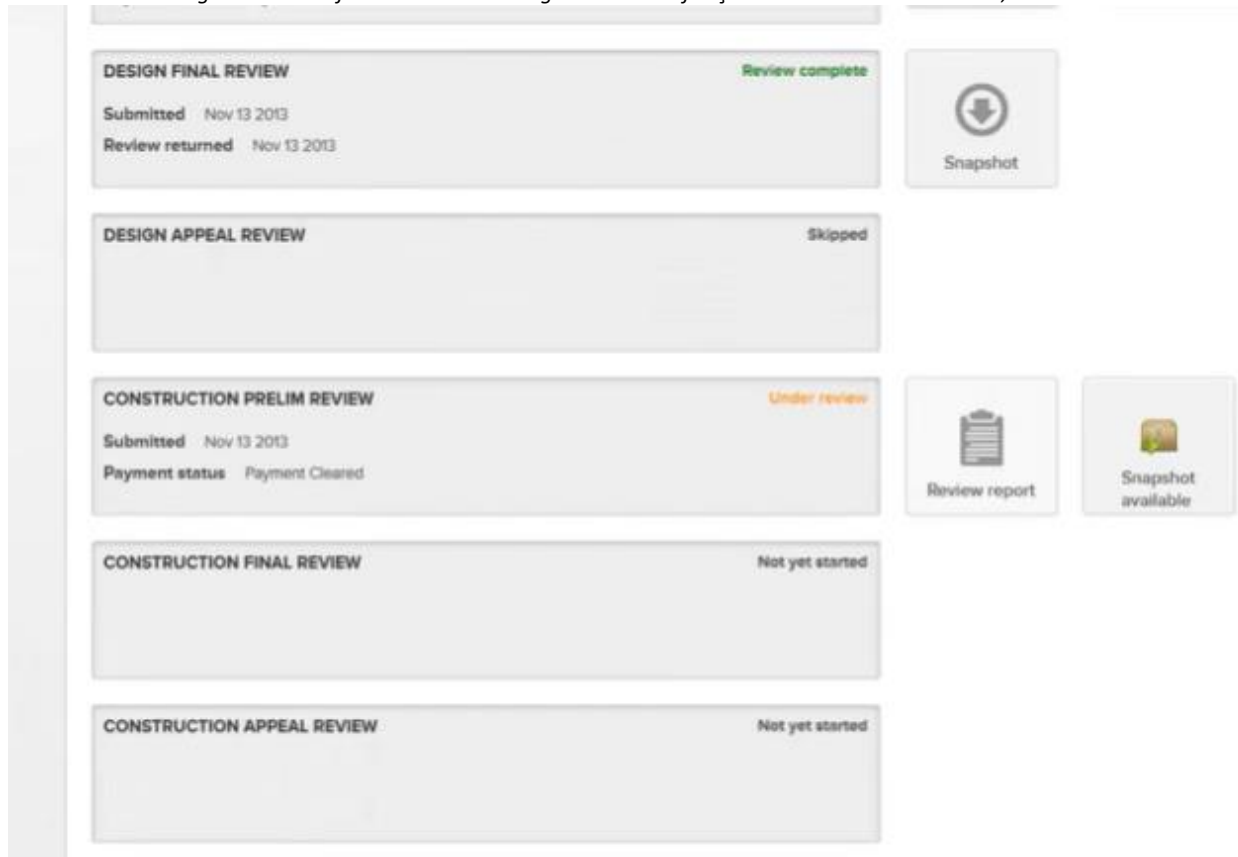
File	Size	Uploaded On	Uploaded By	Action
blank upload.docx	11.93 KB	12 Nov 2018 10:20 AM	User name	 

Describe the proposed practices to be implemented on the project site and what qualifies these strategies as green infrastructure techniques that

SUBMISSÃO À CERTIFICAÇÃO

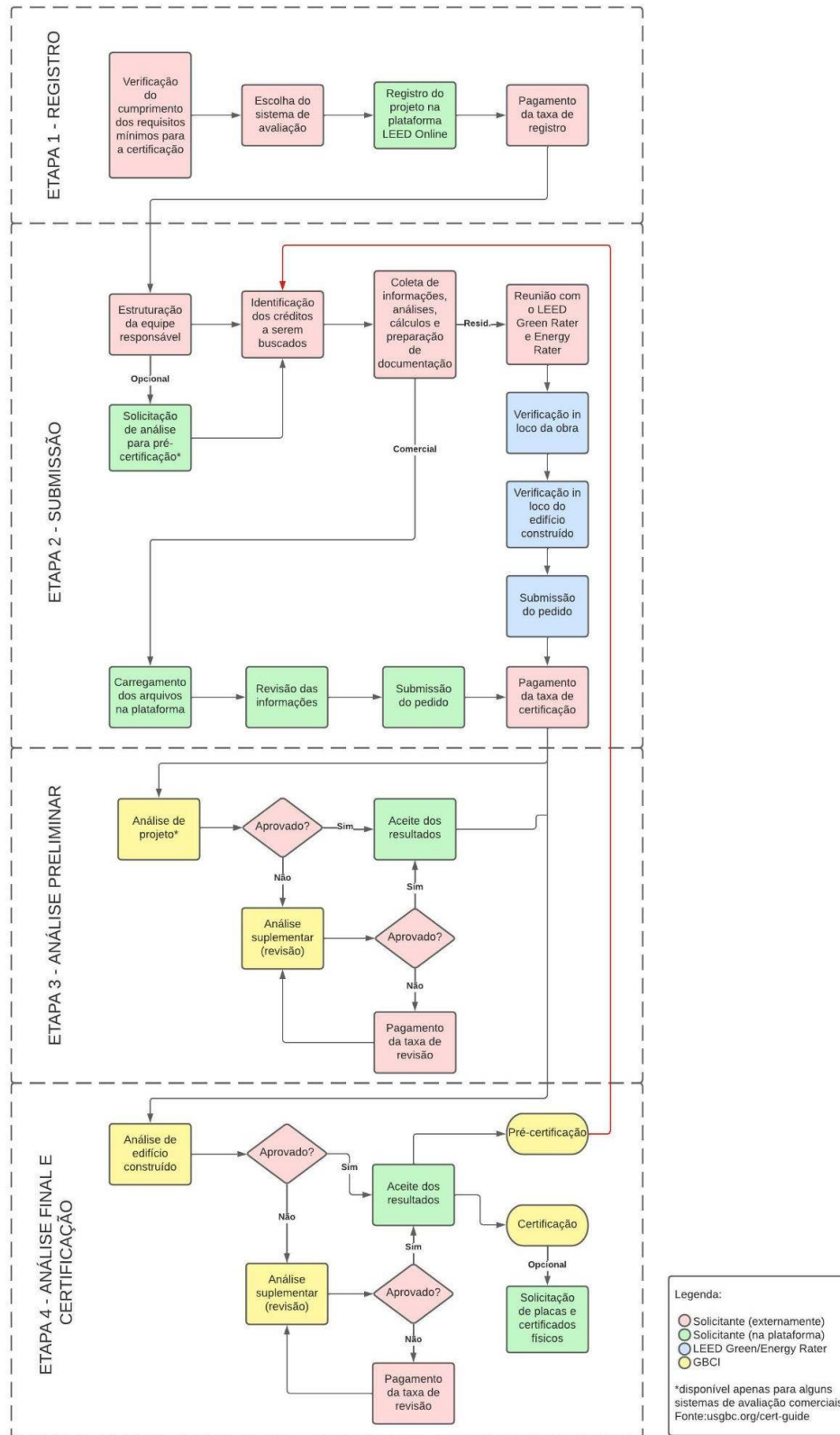
Quando inseridas as informações e documentações necessárias, a plataforma indica um sinal positivo ao lado de cada crédito, confirmando a inserção de todos os documentos necessários. Em sequência, é possível submeter o empreendimento à certificação e acompanhar o cronograma e detalhes do processo. Na Figura 26, observa-se a aba de cronograma, em que se pode verificar o status da análise das tentativas de alcance dos créditos e, conseqüentemente, do aceite à certificação.

Figura 26 - Interface da aba de cronograma da certificação LEED. Fonte: LEED Online, 2022



Assim, o processo de submissão da certificação na plataforma e a interação dos atores podem ser observados na Figura 27:

Figura 27 - Processo de submissão da certificação LEED na plataforma. Fonte: elaboração própria, 2022



De modo diferente das plataformas anteriores, o LEED Online aborda apenas a etapa de certificação, em que as entradas são, principalmente, dados cadastrais e documentos comprobatórios, além de não haver cálculos e parâmetros técnicos e de os resultados serem diretamente relacionados à certificação em si (certificado, etiqueta, selo, entre outros). Assim, não se aplica o fluxo do processo de simulação para o LEED Online.

3.6 CASA+ (ADENE)

VISÃO GERAL

A plataforma CasA+²³ faz parte da iniciativa da ADENE²⁴ (Agência Nacional de Energia de Portugal) de Portugal. A agência tem como objetivo o desenvolvimento de atividades de interesse público na área da energia, do uso eficiente da água e da eficiência energética na mobilidade. A ADENE é também responsável pela gestão assim como pela operação do Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE). Esse sistema de certificação já emitiu 1,25 milhão de certificados energéticos no período em que esteve operante.

A certificação SCE é um documento que descreve a situação efetiva de desempenho em termos energéticos de um imóvel. A edificação é então classificada em função do seu desempenho energético em uma escala de 8 classes, de A + a F. Nesse documento, são apresentados os cálculos de consumo anual de energia estimado, além da qualificação do ar interior do edifício.

Em relação ao processo de certificação, antes do certificado energético final, é emitido um Pré-Certificado Energético (PCE) em que é atestado que o projeto atende os requisitos impostos pelo regulamento nacional (esse certificado corresponde, na prática, a um certificado de projeto). O imóvel que atingir os requisitos mínimos exigidos pelos regulamentos terá uma classificação B (-).

Em termos de tipo de edifício, é possível obter dois tipos diferentes de certificados, um de habitação e outro de comércio e serviços.

A APLICAÇÃO

ABA LOCAL

Nessa etapa, o usuário deve informar ao sistema, dados relacionados a localização da edificação proposta como cidade e estado. Além dessas informações, o usuário pode optar por inserir a altitude da casa.

ABA TIPO

Nessa etapa, é solicitado que os seguintes dados sejam inseridos: ano de construção (sendo possível optar por um dos intervalos temporais disponíveis pela plataforma), tipo da construção

²³ Para mais informações, acesse: <https://portalcasamais.pt/area-reservada/simulador/habitacao>

²⁴ Disponível em: <https://www.adene.pt/>

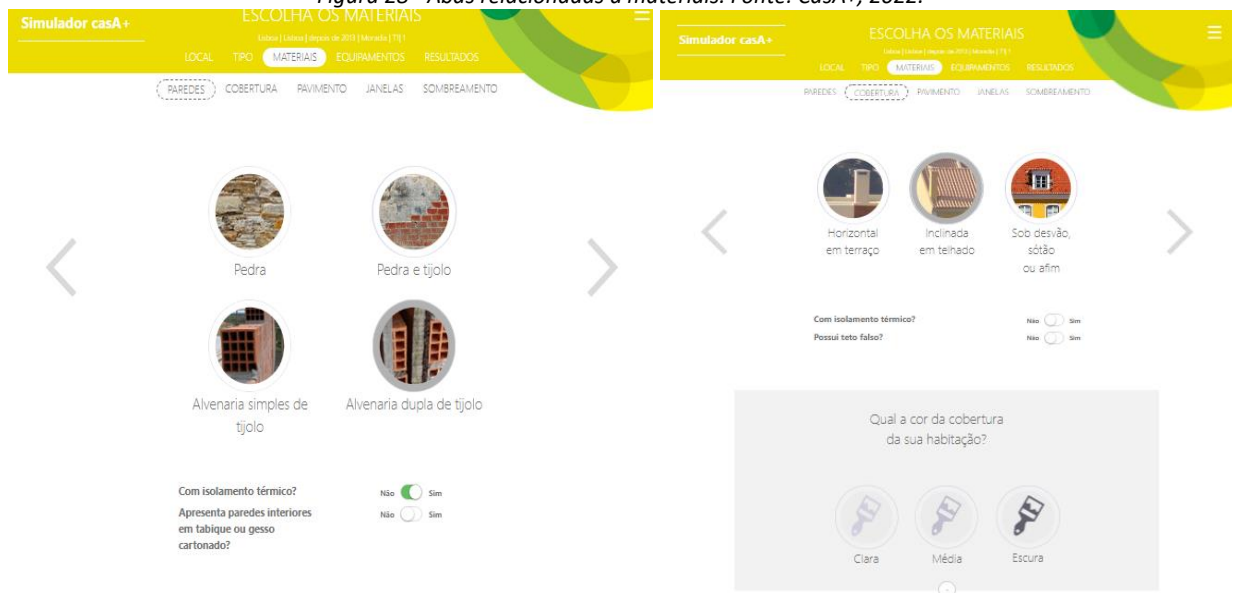
(prédio ou moradia), a tipologia da edificação em termos de metragem quadrada, podendo também inserir um valor específico, quantidade de pavimentos (1, 2, 3 ou mais), posição da moradia dentro do quarteirão (isolado, esquina, extremidade, intermédio)

ABA MATERIAIS

A aba de materiais inclui cinco diferentes tipos de inserção de dados. A primeira aba diz respeito às paredes da edificação, sendo possível optar por 4 diferentes materiais, se há isolamento térmico e se a edificação apresenta paredes internas em tabique ou gesso cartonado. Em seguida, o usuário deve informar os dados relacionados à cobertura da edificação, sendo possível optar entre três tipos além de informar se há isolamento térmico e se possui teto falso. Ambas as abas podem ser vistas na Figura 28. Um dado opcional ao usuário, é a inserção da cor da habitação (clara, média ou escura). Em relação aos pavimentos é solicitado que o usuário informe se há isolamento térmico, se o pavimento está sobre garagem, loja, etc. e se há pavimento flutuante (pilotis).

Na etapa de inserção de dados referentes às janelas da edificação, é possível optar por quatro diferentes materiais e informar se ela possui vidro duplo. Um outro parâmetro importante nessa etapa é relacionado à proporção de janelas nas paredes da casa. Por fim, deve-se informar se há algum tipo de sombreamento interno (cortinas, persianas, portadas ou se não há nenhuma proteção) e externo, além de informar a proporção das janelas que são sombreadas por outros edifícios.

Figura 28 - Abas relacionadas a materiais. Fonte: CasA+, 2022.



ABA EQUIPAMENTOS

Nessa etapa, existem três tópicos de análise sendo eles aquecimento, arrefecimento e águas quentes. Em todos esses itens, são disponibilizados os diferentes tipos de equipamentos para escolha do usuário que também deve informar se o mesmo tem mais de 10 anos de uso. Importante destacar que além dessas opções, é possível informar que não há esse tipo de

equipamento ou que não se sabe a respeito. As abas de arrefecimento e aquecimento podem ser vistas na Figura 29.

Figura 29 - CasA+ | Abas relacionadas a equipamentos da plataforma. Fonte: CasA+, 2022



PARÂMETROS TÉCNICOS E RECURSOS UTILIZADOS

Em relação aos parâmetros técnicos, a plataforma CasA+ utiliza dados climáticos, de acordo com a localização da edificação, através da cidade e estado inseridos na aba inicial, além de informações sobre materiais, equipamentos e afirmações se há ou não um determinado recurso na edificação. Além disso, a ferramenta considera diferentes fontes de energia para aquecimento, refrigeração e aquecimento de água da edificação.

RESULTADOS

Em relação ao processamento dos dados e ao resultado da simulação é possível observar que, no momento em que se aguarda o processamento completo dos dados inseridos, uma mensagem que informa sobre a necessidade de haver um profissional qualificado, mesmo após a simulação, é apresentada conforme a Figura 30:

Figura 30 - CasA+ | Mensagem apresentada pela plataforma no aguardo pela simulação. Fonte: CasA+, 2022.



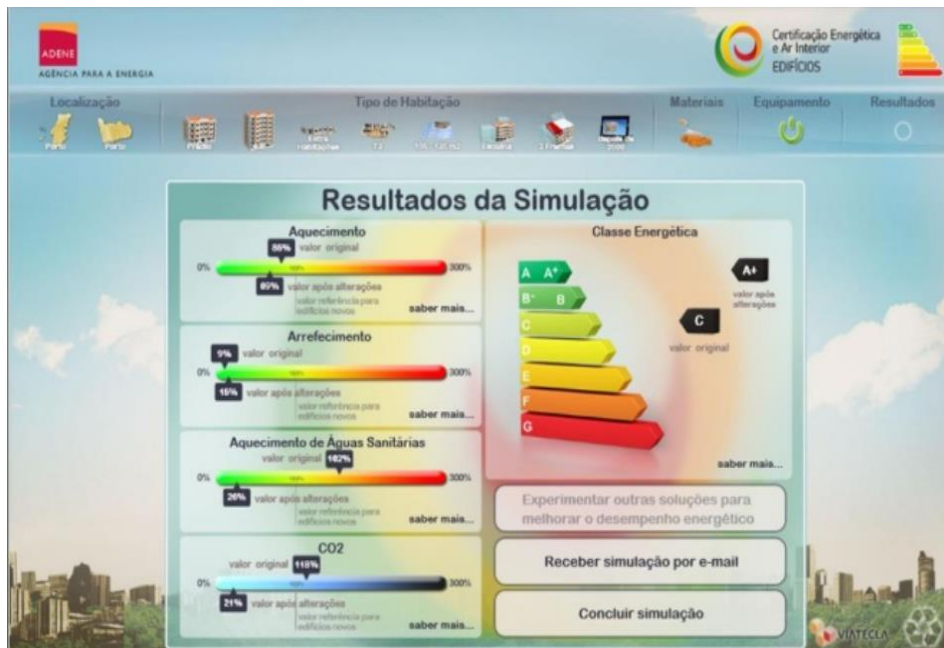
No momento da elaboração deste relatório a plataforma CasA+, está apresentando um erro no processamento para a página final de resultados, visível na Figura 30. Embora exista a ocorrência desse problema, é possível notar que existem duas abas: Resultados e Medidas de Melhoria.

Em uma pesquisa em busca de informações referentes aos dados de saída deste simulador, foi encontrada uma publicação em que uma versão anterior a essa mais atual da ferramenta da ADENE é apresentada, visível na Figura 31.

Conforme apresentado na imagem a seguir, após a inserção de dados, é possível obter as seguintes informações: consumo relacionado aos sistemas de aquecimento e resfriamento (incluindo também aquecimento de água) além das emissões de CO₂. Esse resultado é apresentado em porcentagem e indica tanto o valor atual (de acordo com os cálculos relacionados à edificação no momento), quanto os valores após a implementação das medidas de melhoria. Além disso, é apresentada também a classificação que a edificação poderia obter, se aplicada à certificação.

Figura 31 - CasA+ | Resultado de uma simulação bem-sucedida. Fonte: CasA+, 2022.

Produto 02 - Benchmarking das funcionalidades existentes em ferramentas de simulação de consumo e avaliação e eficiência energética em edificações, considerando sua aplicabilidade para o PBE Edifica e Selo Procel Edificações



Em suma, para a CasA+, é possível a apresentação de dois fluxos da plataforma: um para a simulação e outro para o processo de certificação, como apresentados nas Figura 32 e Figura 33.

Figura 32 - CasA+ | Fluxo da plataforma de simulação CasA+. Fonte: CasA+, 2022

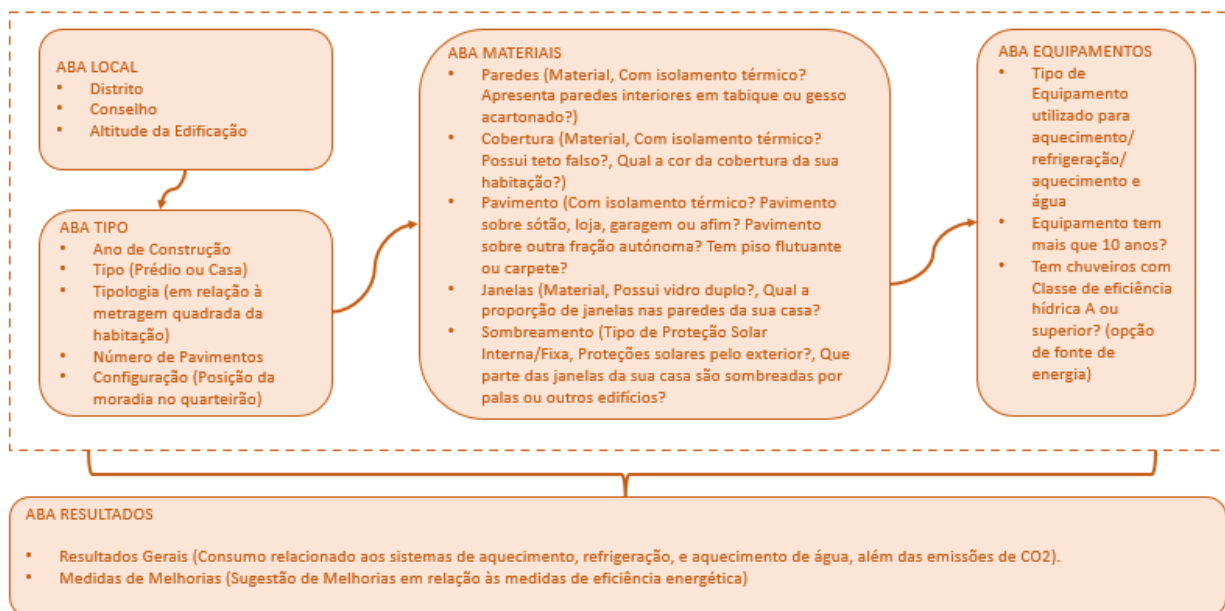
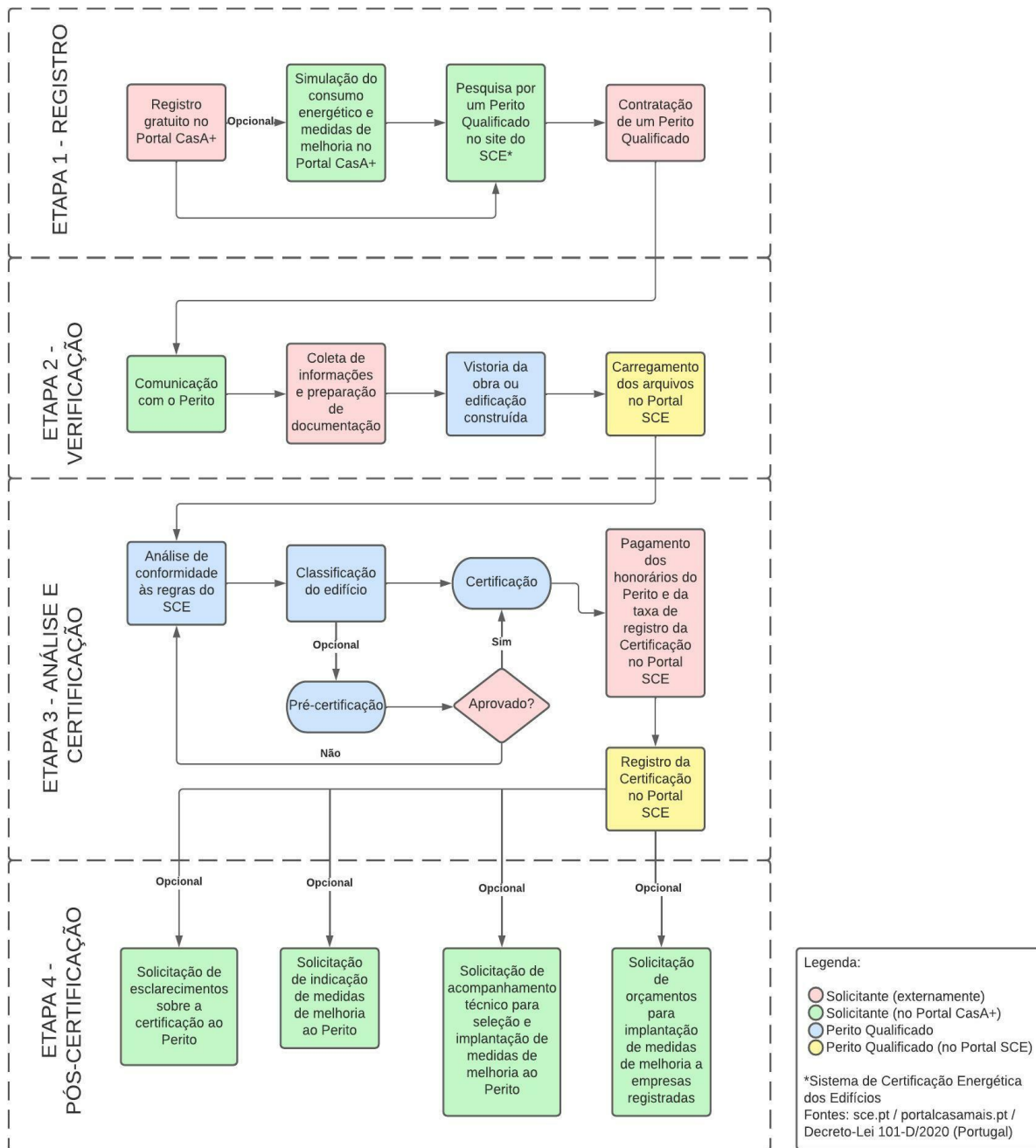


Figura 33 - CasA+ | Fluxo do processo de certificação. Fonte: elaboração própria, 2022



3.7 EDGE

VISÃO GERAL

O [EDGE](#) ("Excellence in Design for Greater Efficiencies") consiste numa inovação do IFC (International Finance Corporation), membro do Banco Mundial, para responder à necessidade de uma solução mensurável e confiável para viabilizar o argumento comercial da construção verde e desbloquear o investimento financeiro. Faz parte do Green Buildings Market Transformation Program (GBMTP), uma estratégia holística do IFC para orientar a construção em economias em rápida urbanização para um caminho mais baixo em carbono. O programa delinea os benefícios para os desenvolvedores, proprietários, governos, bancos e profissionais da construção para trabalharem juntos para desbloquear o potencial de uma era de construção e desenvolvimento verde. Nessa direção, o EDGE foi desenvolvido para países emergentes que estimam um enorme crescimento em edifícios nos próximos anos.

Para isso, faz uso de uma [plataforma](#) para calcular o custo de tornar-se um edifício mais sustentável e a economia dos gastos com energia e água. Além disso, esta plataforma classifica o empreendimento em porcentagens de economia de energia, água e materiais, de acordo com padrões de eficiência baseados em normas, premissas e práticas locais, tornando possível uma certificação sustentável para 3 níveis de eficiência:

1. Certificação EDGE: 20% de economia em energia, água e energia incorporada em materiais;
2. EDGE Avançado: Certificação EDGE com 40% ou mais de economia de energia no local;
3. Carbono Zero: EDGE Avançado com 100% de energias renováveis no local ou fora do local, ou compensações de carbono compradas para complementar em 100%.

As 3 classificações são apresentadas na Figura 34.

Figura 34 - Aplicativo EDGE | Classificação da certificação. Fonte EDGE, 2022.

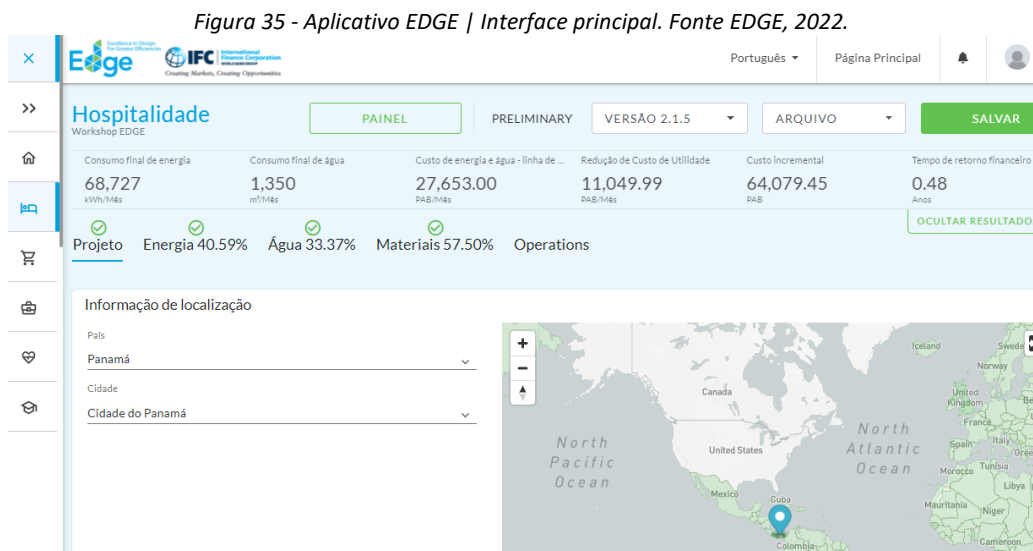


Nota: na imagem, são apresentados os níveis de classificação da certificação: 1. EDGE: 20% de economia em energia, água e energia incorporada em materiais; 2. EDGE Avançado: Certificação EDGE com 40% ou mais de economia de

energia no local; 3. Carbono Zero: EDGE Avançado com 100% de energias renováveis no local ou fora do local, ou compensações de carbono compradas para complementar em 100%.

Com relação ao processo de certificação, o EDGE apresenta uma certificação de projeto (preliminar), ou seja, que pode ser adquirida antes do empreendimento ser construído, porém com o projeto em andamento/finalizado para ser possível comprovar a documentação. Em sequência, há a certificação EDGE em si (pós-construção), em que o empreendimento passa por uma auditoria após o término de sua construção.

O EDGE considera, para avaliação no aplicativo e para submissão para certificação, edifícios novos ou existentes e reformas. Quanto aos tipos de edifícios contemplados, o aplicativo está passando por uma atualização, em que a versão 2.1.5 contempla as categorias casas, hotéis, escritórios, hospitais, varejo e educação, enquanto a versão 3.0.0, buscando aprimorar a simulação para diferentes empreendimentos, já considera também apartamentos, apartamentos com serviços, resorts, indústrias e uso misto. A Figura 35 apresenta a interface do aplicativo.



O aplicativo, então, permite que a tipologia do edifício seja escolhida pelo usuário e requer que campos sejam preenchidos em pelo menos 4 das 5 abas: projeto, energia, água e materiais. Para essas abas, ainda é solicitado que, para cada medida de eficiência, documentos pré-definidos sejam enviados para posterior auditoria, conforme mostra a Figura 36, ou que cálculos sejam feitos em calculadoras do próprio aplicativo.

Figura 36 - Aplicativo EDGE | Local para envio de documentos comprobatórios. Fonte EDGE, 2022.

Produto 02 - Benchmarking das funcionalidades existentes em ferramentas de simulação de consumo e avaliação e eficiência energética em edificações, considerando sua aplicabilidade para o PBE Edifica e Selo Procel Edificações

Upload do(s) documento(s)
HTE04 - Isolamento das paredes externas

Upload do(s) documento(s)

O EDGE é compatível com os seguintes tipos de arquivo: PDF, xls, ppt, word, image (jpeg, gif, png) e zip. Faça upload em um formato compatível.

Desenho detalhado da construção do telhado indicando o tipo e a espessura do material de isolamento. O ideal é que o desenho detalhado das paredes externas tenha indicações sobre o seu Valor U.

UPLOAD DO(S) DOCUMENTO(S)

Cálculos do valor U com o uso da fórmula ou de calculadoras de valor U.

UPLOAD DO(S) DOCUMENTO(S)

Folha de dados do fabricante relativa ao material de isolamento especificado para as paredes externas.

UPLOAD DO(S) DOCUMENTO(S)

ABA PROJETO

Na aba Projeto, o objetivo é identificar características do empreendimento e de seu funcionamento, para construção das premissas e da linha de base. Assim, solicita-se que o usuário preencha dados de construção e localização, como número de andares acima e abaixo do solo, pé-direito, dimensões de cada fachada, áreas (telhado, total, estacionamento, irrigação, com iluminação externa), cargas de tomada por ambiente/atividade, presença de piscina, relação janela/piso, presença de sistema AVAC, uso dos combustíveis e dados climáticos. A Figura 37 ilustra a interface da aba Projeto.

Figura 37 - Aplicativo EDGE | Aba Projeto. Fonte EDGE, 2022.

Hotel
Fictício

Auto-Calculate: Off
Results Last Updated: Just now

Final Energy Use
125,790
kWh/Month

Final Water Use
2,029
m³/Month

Design Energy 24.40% Water 33.58% Materials 30.99% Operations

Building Type
Primary Building Type
Hotel
Subtype
5-Star Hotel

Location
Country
South Africa
City
Bloemfontein

South Pacific Ocean

ABA ENERGIA

Nesta aba, solicita-se que o usuário indique as medidas de eficiência energética presentes no empreendimento, assim como dados necessários de cada uma. A Figura 38 ilustra a interface da aba

“Energia”. Como exemplos, há a utilização de telhado com reflexão da luz solar adequada e o uso de dispositivos de sombreamento, assim como a eficiência dos equipamentos de climatização e o dimensionamento do sistema de iluminação. Algumas medidas são obrigatórias e devem ser escolhidas, independente se atendem os padrões de eficiência. Abaixo, apresenta-se os principais dados de entrada requeridos:

- Relação área envidraçada/área total da parede externa;
- Fator médio anual de sombreamento (AASF);
- Refletividade solar (SR) da tinta refletora no telhado e nas paredes externas;
- Condutividade térmica (*U-value*) do isolamento térmico do telhado, das paredes externas e de ambientes específicos;
- Condutividade térmica (*U-value*) e Componente de ganho de calor solar (SHGC) de vidros;
- Cumprimento de requisitos de ventilação natural (geometria do ambiente);
- Presença de ventiladores de teto;
- Coeficiente de *performance* (COP) do sistema de climatização;
- Presença de dispositivos eficientes nos sistemas de climatização: controladores, sensores, acionamento de velocidade variável (VSD), entre outros;
- Para sistema de caldeira (*boiler*), porcentagem de eficiência;
- Presença de modelos eficientes de lâmpadas e equipamentos;
- Presença de dispositivos de automação para o sistema de iluminação;
- Presença de medidor de energia inteligente;
- Porcentagem de uso anual de energia elétrica para energia solar fotovoltaica.

Figura 38 - Aplicativo EDGE | Aba Energia. Fonte EDGE, 2022.

The screenshot displays the 'Energy Efficiency Measures' section of the EDGE application. At the top, it shows project details for 'Hotel Fictício' with 'Auto-Calculate: Off' and 'Results Last Updated: Just now'. Key performance indicators are listed: Final Energy Use at 124,180 kWh/Month and Final Water Use at 2,029 m³/Month. Below this, a progress bar shows Design at 25.37%, Energy at 33.58%, Water at 33.58%, Materials at 31.69%, and Operations. The main section lists eight measures (EEM01* to EEM08*) with checkboxes and input fields for their values. EEM01* (Window-to-Wall Ratio: 20%) is checked with a value of 20. EEM02* (Reflective Roof: Solar Reflectance Index 85) is unchecked. EEM03* (Reflective Exterior Walls: Solar Reflectance Index 85) is checked with a value of 85. EEM04* (External Shading Devices: Annual Average Shading Factor (AASF) 0.6) is unchecked. EEM05* (Insulation of Roof: U-value 0.2 W/m²·K) is checked with a value of 0.2. EEM06* (Insulation of Ground/Raised Floor Slab: U-Value 0.35 W/m²·K) is unchecked. EEM07* (Green Roof) is unchecked. EEM08* (Insulation of Exterior Walls: U-Value 0.29 W/m²·K) is unchecked.

ABA ÁGUA

Nesta aba, de modo semelhante à aba anterior, solicita-se que o usuário indique as medidas de eficiência em água presentes no empreendimento, assim como dados necessários de cada uma. A Figura 39 ilustra a interface da aba “Água”. Como exemplos, há a eficiência de torneiras, chuveiros e descarga de vasos sanitários, assim como irrigação eficiente e presença de sistema para reúso da água. Algumas medidas são obrigatórias e devem ser escolhidas, independente se atendem os padrões de eficiência. Abaixo, apresenta-se os principais dados de entrada requeridos:

- Vazão dos chuveiros e das torneiras;
- Vazão das descargas de vasos sanitários e mictórios;
- Presença de equipamentos eficientes, como máquina de lavar louça e roupa;
- Presença de sistema de irrigação eficiente;
- Presença de dispositivo para conservação da água da piscina (capa);
- Presença de sistemas de coleta, reciclagem e tratamento de águas (águas cinzas e negras).

Figura 39 - Aplicativo EDGE | Aba Água. Fonte EDGE, 2022.

Hotel Fictício

Auto-Calculate: Off
Results Last Updated: Just now

Final Energy Use: 124,180 kWh/Month
Final Water Use: 2,029 m³/Month

Design Energy 25.37% Water 33.58% Materials 31.69% Operations

Water Efficiency Measures
Choose water efficiency measures to achieve savings of at least 20%.

WEM01 Water-efficient Showerheads: 4 L/min
Base Case Value: 8 L/min
Bath Type: Showerheads Flow Rate (L/m...): 4
Hot Water Pro...: Yes

WEM02* Water-efficient Faucets for Private Bathrooms: 4 L/min
Base Case Value: 6 L/min
Faucet Type: Faucets with Aerators Flow Rate (L/m...): 4
Hot Water Pro...: Yes

WEM03* Water-efficient Faucets for Public Bathrooms: 2 L/min
Base Case Value: 6 L/min
Faucet Type: Faucets with Aerators Flow Rate (L/m...): 2
Hot Water Pro...: Yes

WEM04* Efficient Water Closets for All Bathrooms: 6 L/High volume flush and 3 L/Low volume flush
Base Case Value: Single flush, 8 L/flush
High Volume F...: 6 Low Volume FL...: 3
Type Of Water...: Dual Flush

ABA MATERIAIS

Nesta aba, solicita-se que o usuário indique os materiais presentes no empreendimento, assim como dados necessários de cada um. A Figura 40 ilustra a interface da aba “Materiais”. Como exemplos, são solicitados os materiais da laje do piso, do telhado, das paredes externas, assim como o caixilho das janelas e os materiais de isolamento utilizados. Todas as opções são obrigatórias para preenchimento. Abaixo, apresentam-se os principais dados de entrada requeridos:

- Tipo e espessura da laje de piso;

- Tipo e proporção dos materiais utilizados no telhado, nas paredes internas e externas, nos pisos e nas esquadrias.

Figura 40 - Aplicativo EDGE | Aba Materiais. Fonte EDGE, 2022.

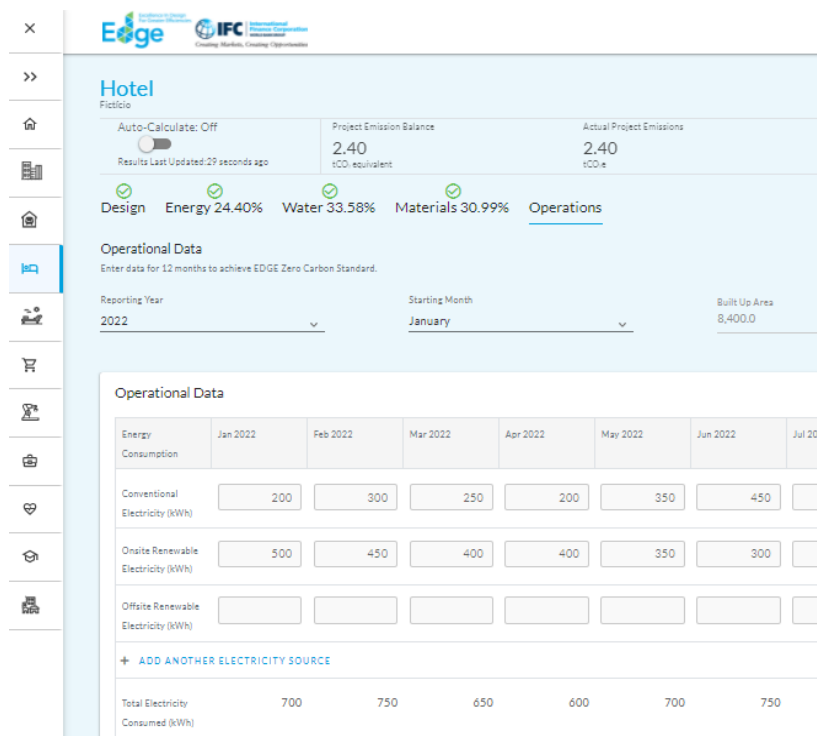
The screenshot displays the 'Materiais' (Materials) tab in the EDGE application. At the top, it shows 'Hotel' as the project name and 'Fictício' as the building type. Key metrics include 'Auto-Calculate: Off', 'Results Last Updated: Just now', 'Final Energy Use: 124,180 kWh/Month', and 'Final Water Use: 2,029 m³/Month'. A progress bar indicates the status of 'Design', 'Energy 25.37%', 'Water 33.58%', and 'Materials 31.69%'. The 'Materials Efficiency Measures' section prompts the user to 'Choose building material options to achieve savings of at least 20%, indicating thickness.' Three material options are listed:

- MEM01*** Bottom Floor Construction: Base Case Material: Concrete Slab | In-situ Reinforced Conventional Slab, Thickness: 100mm, Type 1. The selected option is 'Concrete Slab | In-situ Trough Slab' with a Proportion % of 100, Thickness (mm) of 50, and U-value (W/m²·K) of 2.38.
- MEM02*** Intermediate Floor Construction: Base Case Material: Concrete Slab | In-situ Reinforced Conventional Slab, Thickness: 300mm, Type 1. The selected option is 'Timber Floor | Timberboard or Chipboard on Timber Joists' with a Proportion % of 100 and Thickness (mm) of 30.
- MEM03*** Floor Finish: Base Case Material: Tiled | Ceramic Tiles, Thickness: 10mm, Type 1. The selected option is 'Linoleum Sheet'.

ABA OPERAÇÕES

Esta aba solicita o preenchimento do consumo energético mensal do empreendimento por um ano, pois são dados utilizados para a certificação EDGE carbono zero. A Figura 41 ilustra a interface da aba “Operações”.

Figura 41 – Aplicativo EDGE | Aba Operações. Fonte EDGE, 2022



PARÂMETROS TÉCNICOS E RECURSOS UTILIZADOS

Como parâmetros técnicos, o EDGE utiliza dados climáticos, de acordo com a localização do empreendimento, e dados sobre aspectos do empreendimento, como tipo e especificações do edifício, além de premissas sobre dados de ocupação, horas de uso, classe econômica vinculada ao edifício, avaliação em estrelas para hotéis, entre outros. Também utiliza cálculos de demanda para a determinação da linha de base.

Com relação aos recursos energéticos, o aplicativo, para cálculo do consumo de energia, considera diferentes fontes: eletricidade, diesel, gás natural, GLP, carvão e óleo combustível. A partir disso, pede ao usuário que indique qual tipo de energia irá utilizar para certos usos, como aquecimento de água e ar, para gerador e cozinha; além de já estabelecer alguns padrões. Assim, o aplicativo é capaz de, através de premissas, calcular a linha de base de consumo esperada para o empreendimento, que é única para cada projeto, utilizando dados empíricos de edifícios reais, que refletem as práticas atuais em todo o mundo, bem como em códigos de desempenho de edifícios nacionais/locais.

Para a demanda de energia, devido às diferentes fontes, o aplicativo converte energia primária em valores de energia “entregue”, para providenciar uma métrica em comum, além da geração de energia ser expressa como economia de energia. Com relação à demanda do sistema AVAC, utiliza-se o modelo quase estático, com um método de cálculo mensal com base nas normativas Europeias CEN e ISO 13790 para avaliação do uso anual de energia para aquecimento e resfriamento do edifício. Já a demanda de água é realizada considerando a água da rede (não reuso), por meio de estimativas com relação à quantidade de torneiras e dados de ocupação. O cálculo da demanda anual de água quente utiliza parâmetros, como

temperatura e energia e combustível necessários, com algoritmos baseados na norma EN 15316-3. Além disso, a demanda de iluminação considera a potência instalada, assim como tipo de edifício, dados de ocupação e dispositivos de controle, baseando-se na norma EN 15193. E a energia incorporada nos materiais possui base em estudo realizado para o próprio aplicativo pela empresa britânica *Thinkstep*, além de utilizar um inventário de carbono e energia desenvolvido pela Universidade de Bath. Por fim, é interessante apontar que a metodologia de cálculo do aplicativo foi validada por um software de simulação dinâmico para edifícios em 9 locais, cujos resultados foram comparados e não houve diferença significativa.

RESULTADOS

Como dados de saída/resultados, o EDGE oferece as seguintes informações no canto superior de sua página, conforme Figura 42:

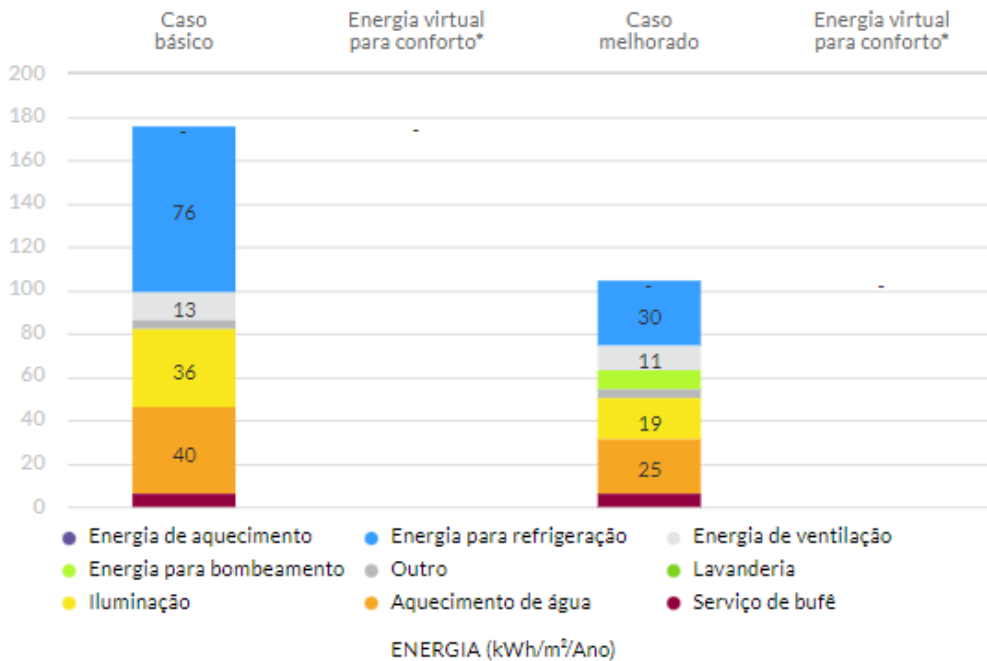
- Uso final de energia (kWh/Mês/Construção);
- Uso final da água (m³/Mês/Construção);
- Emissões finais operacionais de CO₂ (tCO₂/mês/construção);
- Energia incorporada final (MJ/m²);
- Custo final de serviços (R\$/mês/construção);
- Economia de energia (MWh/ano);
- Economia de água (m³/ano);
- Economia operacional de CO₂ (tCO₂/ano);
- Economias de energia incorporadas (GJ);
- Economia nos custos de utilidades em USD (USD/ano);
- Economia nos custos de utilidades em moeda local (kWh/m²/ano);
- Índice de desempenho energético (EPI) do caso base e melhorado (kWh/m²/ano);
- Custo total da construção do edifício (milhões de R\$);
- Custo incremental (milhões de R\$);
- % Aumento do custo (%);
- Retorno em anos (anos);
- Número de pessoas impactadas;
- Caso base - potencial de aquecimento global do refrigerante (tCO₂e/ano);
- Caso melhorado - potencial de aquecimento global do refrigerante (tCO₂e/ano).

Figura 42 - Aplicativo EDGE | Apresentação dos resultados. Fonte EDGE, 2022.



Além disso, para a aba “Energia”, a plataforma apresenta um gráfico, no qual é possível observar o consumo específico anual (kWh/m²/ano) do caso base e do caso melhorado, segmentado pelo uso final (climatização, iluminação, entre outros), como é visível na Figura 43.

Figura 43 - Aplicativo EDGE | Apresentação do gráfico de consumo específico anual para os casos base e melhorado. Fonte: EDGE, 2022.



De modo semelhante, para a aba “Água”, há um gráfico para o consumo anual de água por cômodo (m³/cômodo/ano) do caso base e do caso melhorado, segmentado por cozinha, lavanderia e AVAC, por exemplo. Para a aba “Materiais”, um gráfico para energia incorporada (MJ/m²) também é mostrado para os dois casos, segmentado por pisos, paredes internas, telhado, entre outros.

Em suma, para o EDGE, é possível a apresentação de dois fluxos da plataforma: um para a simulação e outro para o processo de certificação, como apresentados nas Figura 44 e Figura 45.

Figura 44 - Aplicativo EDGE | Fluxo do processo de simulação. Fonte: elaboração própria, 2022

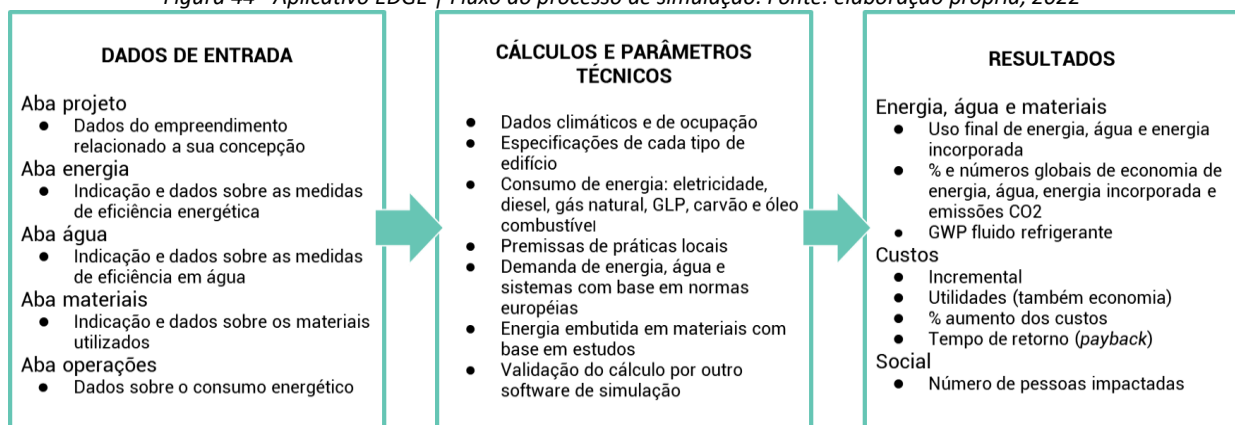
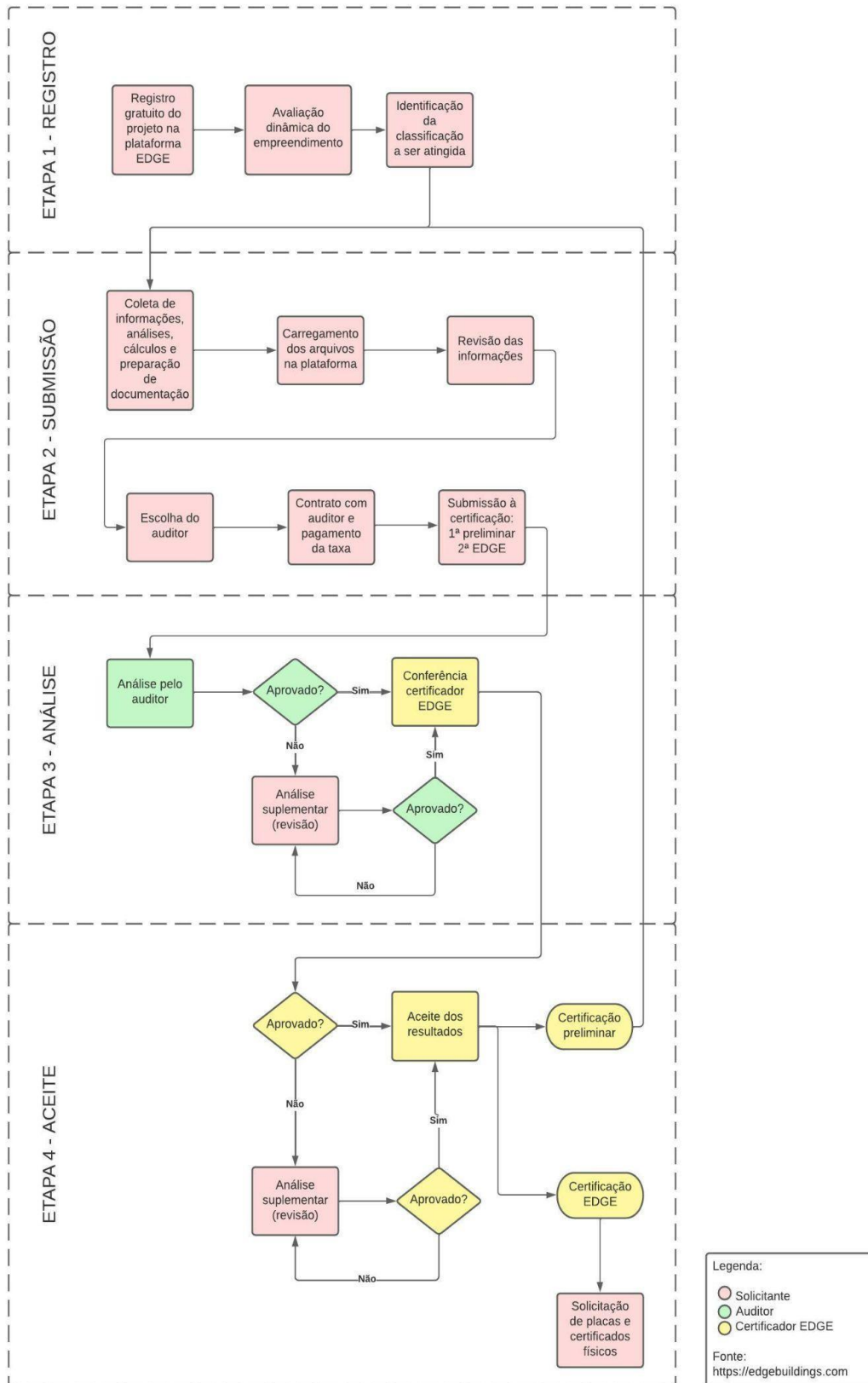


Figura 45 - Aplicativo EDGE | Fluxo do processo de certificação. Fonte: elaboração própria, 2022



3.8 PLATAFORMA DE BENCHMARK DEO – VERSÃO (1.0)

VISÃO GERAL

A plataforma de *benchmark* de Desempenho Energético Operacional (DEO), gerida pelo Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS), faz parte do projeto Desenvolvimento Energético e Operacional em Edificações (DEO) e foi desenvolvida com a parceria do *AtivGreen* e Mitsidi Projetos. A partir do Programa Benchmarking e Etiquetagem Energética para edifícios em uso e operação, do Comitê Temático de Energia do CBCS, foi possível a coleta dos dados primários para a ferramenta.

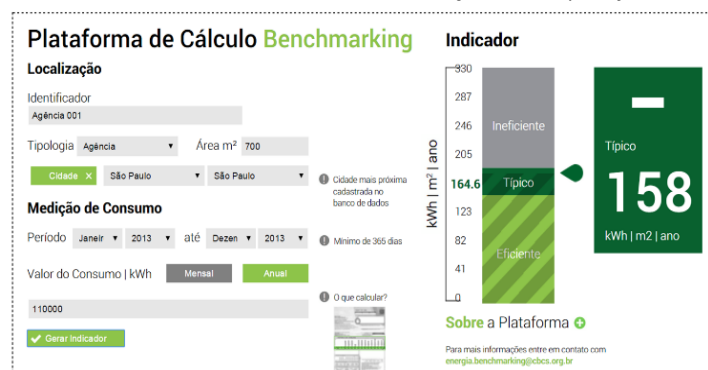
A plataforma é uma ferramenta online que busca desenvolver conhecimento, indicadores e técnicas para uma avaliação e futura melhoria de desempenho energético nas edificações (em sua fase de uso). Ela avalia as diferenças de dados de consumo de energia elétrica em edifícios, comparando dados estimados, na fase de projeto, e dados de medições, na fase de operação. Possibilita também que o usuário realize uma simulação e obtenha como resultado a comparação do consumo energético da edificação analisada, com uma linha de base que representa a média de consumo energético do mercado no momento. O valor desse consumo da linha de base varia de acordo com o local (por exemplo, edificações em locais mais quentes, terão maior consumo).

A ferramenta está em processo de constante atualização, com previsão futura de acréscimos de mais informações de insumos aos cálculos, como *benchmarks* mais detalhados, inclusão de novas tipologias de edificações, etc. Essas alterações podem ser notadas na atualização apresentada no tópico a seguir.

A APLICAÇÃO

Em sua aplicação, a plataforma de *benchmark* DEO permite ao usuário a inserção de dados e a visualização dos resultados em uma mesma aba, como representado na Figura 46. Primeiramente, ela solicita ao usuário dados de entrada como os de localização, tipologia e metragem quadrada do espaço. Em relação à tipologia, são disponibilizadas duas opções: *agência* e *coworking*. A partir desses dados, o preenchimento da “Medição de Consumo” é apresentado. Nessa etapa, o usuário deve informar o período (mês/ano) para a simulação, além do valor de consumo energético, podendo ser preenchido mês a mês, ou o valor anual. Com esses dados preenchidos, é possível visualizar o indicador.

Figura 46 - Dados de entrada e indicador como resultado da simulação. Fonte: plataforma de benchmark DEO, 2022



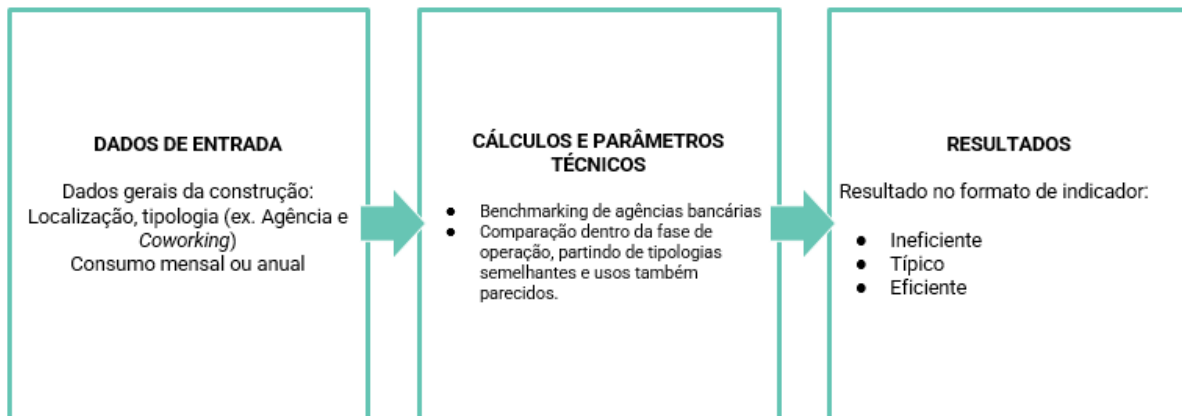
PARÂMETROS TÉCNICOS E RECURSOS UTILIZADOS

Para o desenvolvimento da plataforma, foi criada uma ferramenta (base de dados e etiquetagem) para coletar dados que permitem avaliar essa comparação dentro da fase de operação, partindo de tipologias semelhantes e usos também parecidos. A primeira versão, foi destinada ao desenvolvimento do “*benchmarking*” de agências bancárias que inclui as seguintes informações:

- Base de dados: *benchmarking* de agências bancárias (primeiro módulo do projeto DEO, utilizado dados de mais de 10.000 agências brasileiras para o desenvolvimento deste estudo);
- Processamento de dados: Desconsidera unidades com mais de 1 mês de dados faltando; faltando um mês que não foi preenchido, preencher com média do mês anterior;
- Caracterização de climas: usa como referência a norma ABNT NBR 15220;
- A partir dessa versão preliminar a plataforma passou por uma reformulação e ampliação de tipologias de análise. Como pode ser visto no tópico a seguir.

Em suma, para a Plataforma de Benchmarking DEO, é possível a apresentação de um fluxo para simulação como apresentado na Figura 47.

Figura 47 - Plataforma de Benchmarking DEO | Fluxo do processo de simulação. Fonte: elaboração própria, 2022



3.9 PLATAFORMA DE BENCHMARK DEO - NOVA VERSÃO

VISÃO GERAL

Nessa versão da plataforma, 18 tipologias podem ser simuladas como edifício: corporativo, público, agência bancária, hotel (dos tipos: *resort*; vertical de médio e grande porte; pequeno porte; e pousadas), shopping center, supermercado, comércio (varejo de grande e pequeno porte), restaurante e preparação de alimentos, escola (dos ensinos infantil, fundamental e médio), universidade e instituição de ensino técnico (gabinete dos professores, universidade geral), hospital, posto de saúde e assistência social, data center e centro de processamento de dados.

É importante destacar que para cada uma dessas tipologias, os dados de entrada variam de acordo com a funcionalidade e tipo de ocupação. Além disso, existem dois tipos de exibição de resultado, onde um deles é apresentado na tipologia de edifícios corporativos e o outro tipo é apresentado nas demais tipologias (isso será apresentado nos tópicos a seguir). Outro ponto importante é que o usuário que pretende analisar edificações públicas precisa fazer um cadastro no site, para prosseguir com a simulação, diferente das demais tipologias, que não tem esse requisito.

A APLICAÇÃO

A plataforma de benchmark DEO oferece simulação para as cada tipologias, como citado no parágrafo anterior. Para cada uma delas, o aplicativo apresenta uma tela distinta com dados específicos a serem inseridos.

A seguir será apresentada a metodologia de agências bancárias como um exemplo das 18 tipologias possíveis para a simulação.

ABA CARACTERÍSTICAS DO EDIFÍCIO/ MODO DE USO E OPERAÇÃO

Nessa parte, apresentada na Figura 48, é possível inserir dados relacionados a localização como estado e cidade além de demais parâmetros apresentados a seguir: área total do edifício, número de caixas eletrônicos, tipo de sistema de ar-condicionado, densidade de potência de iluminação instalada, condição do entorno, transmitância térmica das paredes externas e se há ou não renovação de ar.

Figura 48 - Plataforma de Benchmarking Dados de entrada. Fonte: plataforma de benchmark DEO, 2022

Passo 1 - Características do edifício / Modo de uso e operação

Estado Cidade

Cidade mais próxima cadastrada no banco de dados

Área total(m²) Número de caixas eletrônicas Tipo de sistema de condicionamento de ar

Valor em unidades do equipamento, considerando o consumo de energia 142W/ATM

Iluminação (W/m²) Condição de entorno

Densidade de potência de iluminação instalada (W/m²)

Transmitância térmica das paredes externas Renovação de ar

[valor em W/m².K]

PRÓXIMO

ABA DADOS DE CONSUMO

Dessa etapa, o usuário deve informar os dados de consumo, podendo inserir de maneira mensal ou anual, e em seguida será direcionado para a próxima fase.

ABA BENCHMARKING

Nessa etapa, visível na Figura 49, é possível observar um indicador, que apresenta a edificação proposta como eficiente, ineficiente ou típica. Além disso, é apresentado também o valor de consumo real calculado pela simulação, através dos dados inseridos anteriormente.

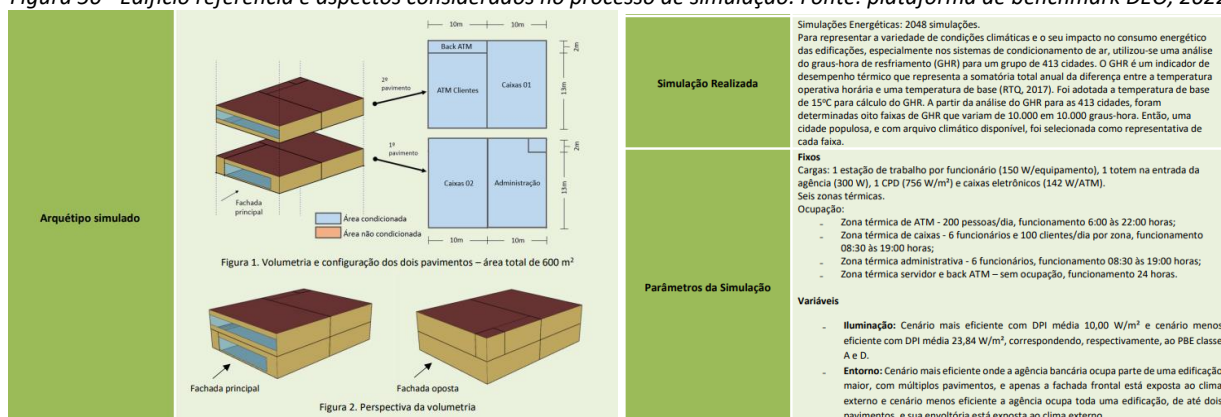
Figura 49 - Plataforma de Benchmarking Dados de Entrada relacionado a consumo e Resultados. Fonte: plataforma de benchmark DEO, 2022



PARÂMETROS TÉCNICOS

A seguir, são apresentadas algumas informações do banco de dados e de simulação, referente à tipologia agência bancária, que já existe desde a versão anterior da plataforma. Para geração de dados de consumo desta tipologia, foram analisados edifícios em 27 estados brasileiros e de 10.190 edifícios, 2.389 tiveram seus dados completos inseridos na amostra. Sobre o processo de simulação, o edifício considerado como “amostra”, no processo de desenvolvimento da plataforma, é disponibilizado pelo CBCS com informações relacionadas à volumetria e planta baixa do edifício “tipo”, além de informar os parâmetros de simulação que foram utilizados para efeito de cálculo. Como pode ser visto na Figura 50.

Figura 50 - Edifício referência e aspectos considerados no processo de simulação. Fonte: plataforma de benchmark DEO, 2022

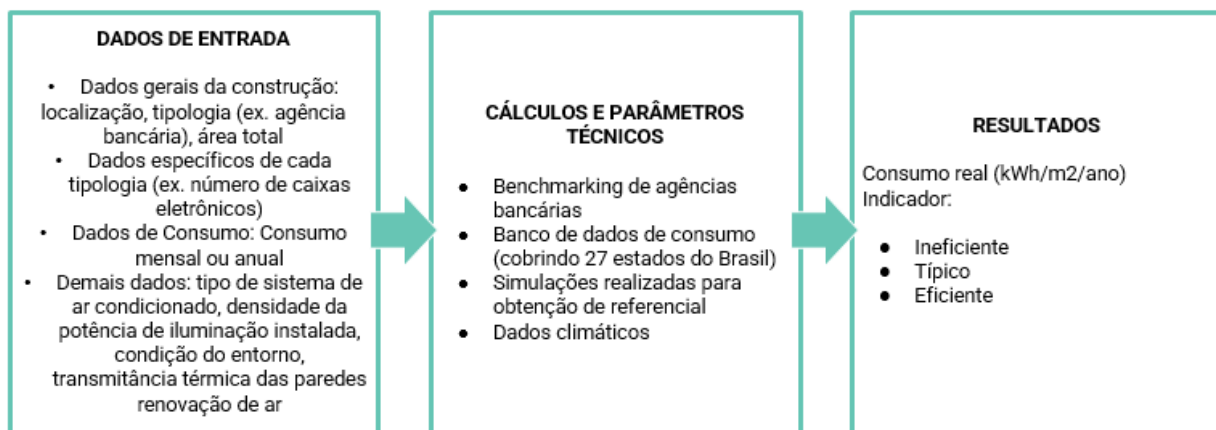


Simulação Realizada	<p>Simulações Energéticas: 2048 simulações.</p> <p>Para representar a variedade de condições climáticas e o seu impacto no consumo energético das edificações, especialmente nos sistemas de condicionamento de ar, utilizou-se uma análise do grau-hora de resfriamento (GHR) para um grupo de 413 cidades. O GHR é um indicador de desempenho térmico que representa a somatória total anual da diferença entre a temperatura operativa horária e uma temperatura de base (RTQ, 2017). Foi adotada a temperatura de base de 15°C para cálculo do GHR. A partir da análise do GHR para as 413 cidades, foram determinadas oito faixas de GHR que variam de 10.000 em 10.000 graus-hora. Então, uma cidade populosa, e com arquivo climático disponível, foi selecionada como representativa de cada faixa.</p>
Parâmetros da Simulação	<p>Fixos</p> <p>Cargas: 1 estação de trabalho por funcionário (150 W/equipamento), 1 totem na entrada da agência (300 W), 1 CPD (756 W/m²) e caixas eletrônicas (142 W/ATM).</p> <p>Seis zonas térmicas.</p> <p>Ocupação:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zona térmica de ATM - 200 pessoas/dia, funcionamento 6:00 às 22:00 horas; - Zona térmica de caixas - 6 funcionários e 100 clientes/dia por zona, funcionamento 08:30 às 19:00 horas; - Zona térmica administrativa - 6 funcionários, funcionamento 08:30 às 19:00 horas; - Zona térmica servidor e back ATM - sem ocupação, funcionamento 24 horas. <p>Variáveis</p> <ul style="list-style-type: none"> - Iluminação: Cenário mais eficiente com DPI média 10,00 W/m² e cenário menos eficiente com DPI média 23,84 W/m², correspondendo, respectivamente, ao PBE classe A e D. - Entorno: Cenário mais eficiente onde a agência bancária ocupa parte de uma edificação maior, com múltiplos pavimentos, e apenas a fachada frontal está exposta ao clima externo e cenário menos eficiente a agência ocupa toda uma edificação, de até dois pavimentos, e sua envoltória está exposta ao clima externo.

Na fase inicial do projeto, foram avaliadas as diferenças de consumo em edifícios em sua fase projetual e o medido em fase de operação. Como metodologia, foi criada uma ferramenta (base de dados e etiquetagem) para coletar dados que permitem avaliar essa comparação dentro da fase de operação, partindo de tipologias semelhantes e usos também parecidos. A segunda versão, foi destinada ao desenvolvimento do “*benchmarking*” de 18 tipologias, 2 a mais do que na versão anterior, cada uma com características de inserção de dados específicos.

Em suma, para a Plataforma de Benchmarking DEO (Nova Versão), é possível a apresentação de um fluxo para simulação como apresentado na Figura 51.

Figura 51 - Plataforma de Benchmarking DEO (Nova Versão) | Fluxo do processo de simulação.
Fonte: elaboração própria, 2022



3.10 DOMUS

VISÃO GERAL

Domus é um programa desenvolvido para a simulação higratérmica e energética de edificações, desenvolvido pelo Procel Edifica em parceria com a PUC-PR, MME e INMETRO. A ferramenta, atualmente inativa, tinha como público-alvo profissionais de engenharia e arquitetura. Além da simulação, nela também era possível optar pela avaliação do nível de eficiência energética para edificações comerciais, de serviços e públicas por meio do método prescritivo presente no Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (RTQ-C).

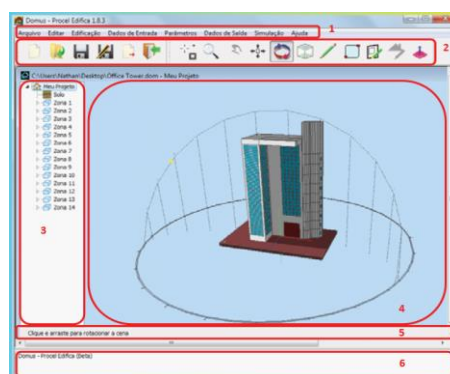
A partir da inserção dos parâmetros solicitados, era possível simular a obtenção da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE), com o nível de classificação do desempenho energético que seria possível obter. É importante ressaltar que na época em que o programa foi lançado, a classe residencial ainda não fazia parte do Programa Brasileiro de Etiquetagem em Edificações - PBE Edifica, motivo pelo qual a classe não era contemplada na avaliação pelo método prescritivo no programa.

DADOS DE ENTRADA

O programa faz análise da geometria da edificação, sendo possível realizar a modelagem diretamente no programa ou importar um arquivo no formato .idf (*Intermediate Data Format*), do *software* de simulação termo energética *EnergyPlus*. Para auxiliar o desenho da geometria, também é possível importar arquivos de planta-baixa do *software Autocad*, no formato .dxf (*Drawing Exchange Format*).

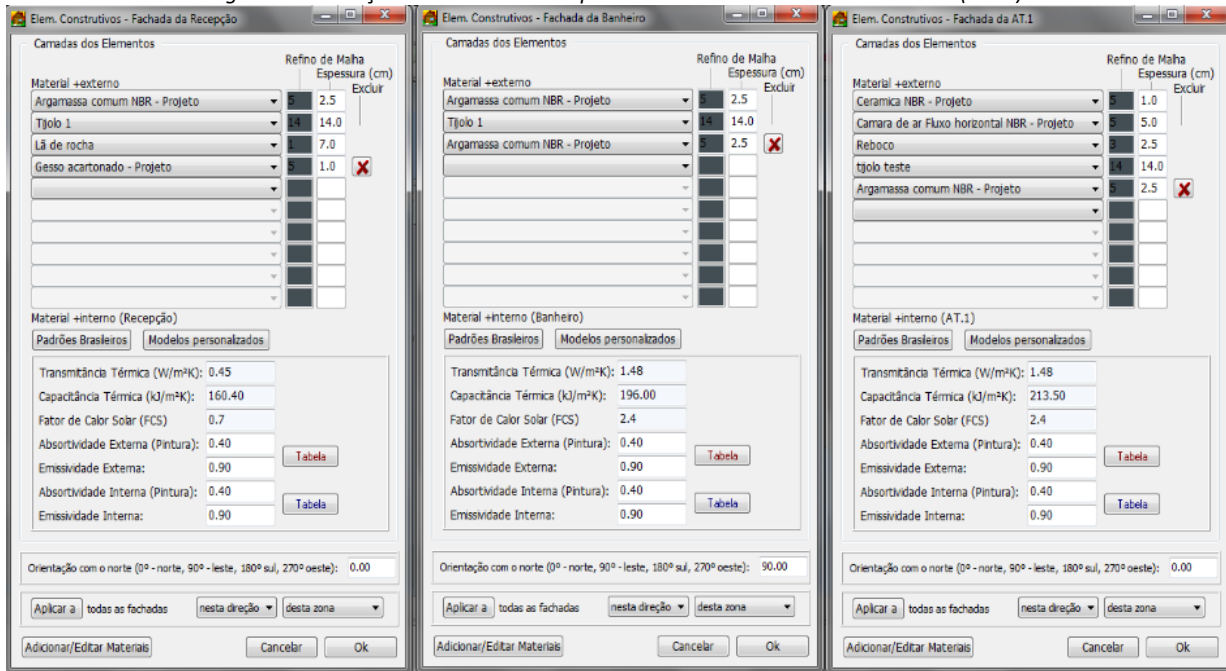
A ferramenta é organizada em seis áreas principais (ELETROBRAS; PUC-PR, 2013): menus (1); barra de ferramentas (2); exibição em árvore (3); janela principal (4); tela de assistência ao desenho (5) e tela de mensagem (6), ilustrado pela Figura 52.

Figura 52 - Interface do programa Domus. Fonte: ELETROBRAS; PUC-PR (2013).



Com relação ao desenho da geometria no programa, é importante ressaltar que a espessura das paredes não é considerada, sendo necessário optar por utilizar as medidas internas ou externas da envoltória (GUERRA, 2016). Desta forma, há uma pequena variação nas áreas de parede consideradas para a envoltória ou nas áreas e volume interno da edificação. A informação das espessuras das camadas das paredes da envoltória, importantes para o cálculo de transmitância térmica de seu material, são inseridas posteriormente quando são informados quais são os componentes construtivos da edificação (Figura 53).

Figura 53 - Inserção dos dados de componentes construtivos. Fonte: GUERRA (2016).



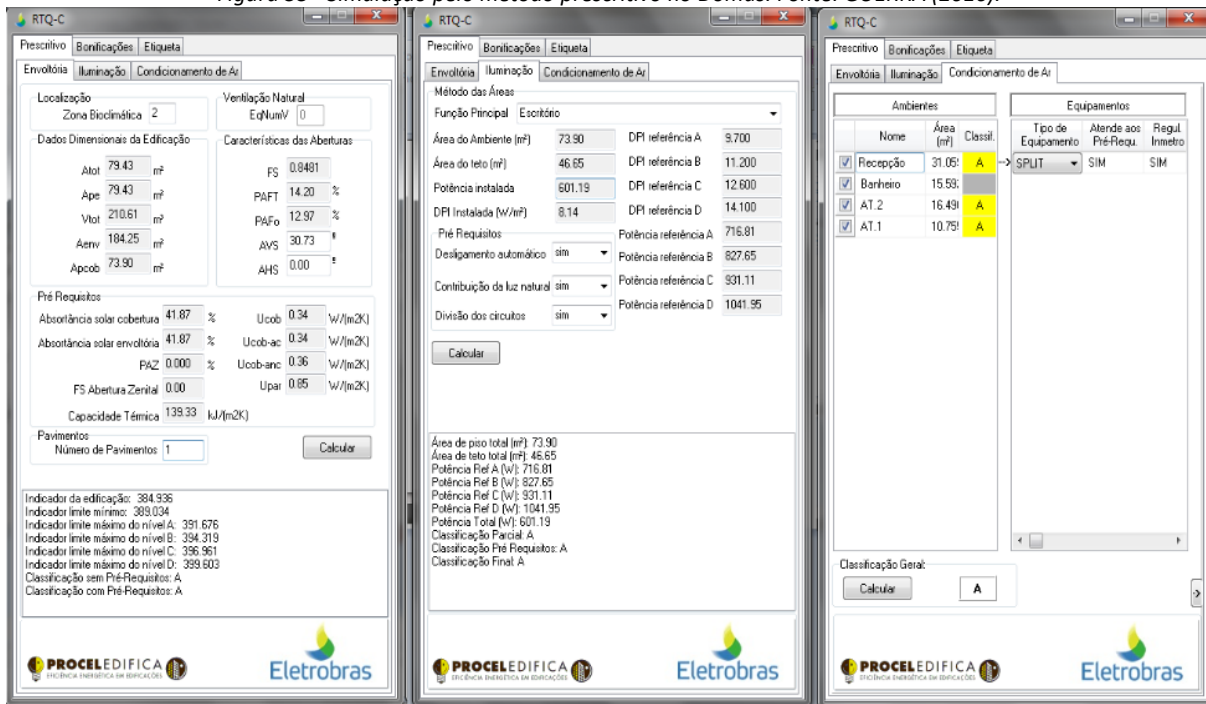
Segundo o RTQ-C, para avaliação do nível de eficiência energética do edifício, seja pelo método prescritivo ou de simulação, é preciso utilizar informações de localização da edificação. Atendendo o regulamento, o Domus tinha uma janela com campos destinados ao preenchimento desses dados (Figura 54). É possível verificar também a existência de botões para escolher o método de diagnóstico, seja ele prescritivo (mais simples), ou simulação (mais complexo).

Figura 54 - Inserção de dados para avaliação segundo RTQ-C no programa Domus. Fonte: ELETROBRAS; PUC-PR (2013).



Após a seleção do método, o programa solicita informações de dados relativos à envoltória, sistemas de iluminação e de condicionamento de ar, para que seja feito o cálculo do desempenho energético da edificação com simulação da classe que poderia ser obtida na ENCE (Figura 55).

Figura 55 - Simulação pelo método prescritivo no Domus. Fonte: GUERRA (2016).



PARÂMETROS TÉCNICOS E RECURSOS UTILIZADOS

Com relação a integração do método prescritivo ao programa, na análise da envoltória da edificação o ICenv (Indicador de Consumo da Envoltória) é calculado, para cada nível de classificação, por meio de uma ddl (*Dynamic-link Library*) já existente no Domus (MENDES et al, 2015).

Após essa etapa, seguindo os requisitos e valores ideais das variáveis presentes no RTQ-C, são calculados: limites de intervalos de níveis de eficiência energética (essas informações ficam armazenadas no programa em formato de arquivo de texto com a extensão .txt); o novo Percentual de Área de Abertura na Fachada total (PAFt), relacionados aos ângulos de sombreamento de janelas; e fator solar (FS) de elementos transparentes ou translúcidos das aberturas. Todas as aberturas da edificação são alteradas, proporcionalmente, até que o valor do novo PAFt seja atendido.

Em seguida, os valores de transmitância térmica das camadas construtivas da envoltória são calculados por uma rotina computacional, presente no Domus. É feita uma comparação entre o valor estabelecido pela norma e o da edificação analisada, para que sejam sugeridas soluções para a diminuição ou aumento da transmitância térmica das camadas, de forma a atender os pré-requisitos.

Após essa etapa, são comparados os valores de consumo de energia, em cada nível, entre o modelo de referência e o modelo real, para que então seja feita uma interpolação linear entre esses valores, que resultará no equivalente numérico de simulação (EqNumS). É importante ressaltar que “o consumo anual de energia do projeto real deve ser menor ou igual ao consumo anual de energia do modelo de referência construído de acordo com o método prescritivo” (MENDES et al, 2015).

Para a avaliação do sistema de iluminação, o usuário informa as principais atividades do edifício para cada área. Uma rotina computacional do Domus busca informações de Densidade de Carga Interna limite (DCI), no arquivo texto em que todos os dados das tabelas do RTQ-C foram incluídos, para comparar com os dados inseridos pelo usuário. Uma rotina semelhante é utilizada para a avaliação do sistema de condicionamento de ar.

RESULTADOS

O programa tinha por principais produtos (ELETROBRAS; PUC-PR, 2013):

- Consumo e demanda de energia;
- Conforto térmico, segundo diferentes índices;
- Risco de crescimento de mofo e de condensação;
- Dimensionamento de sistemas de climatização e monitoramento de sistemas centrais de condicionamento de ar;
- Influência climática;
- Avaliação do nível de eficiência energética para edificações comerciais, de serviços e públicas, pelo método prescritivo do RTQ-C;
- Sistema Fotovoltaico.

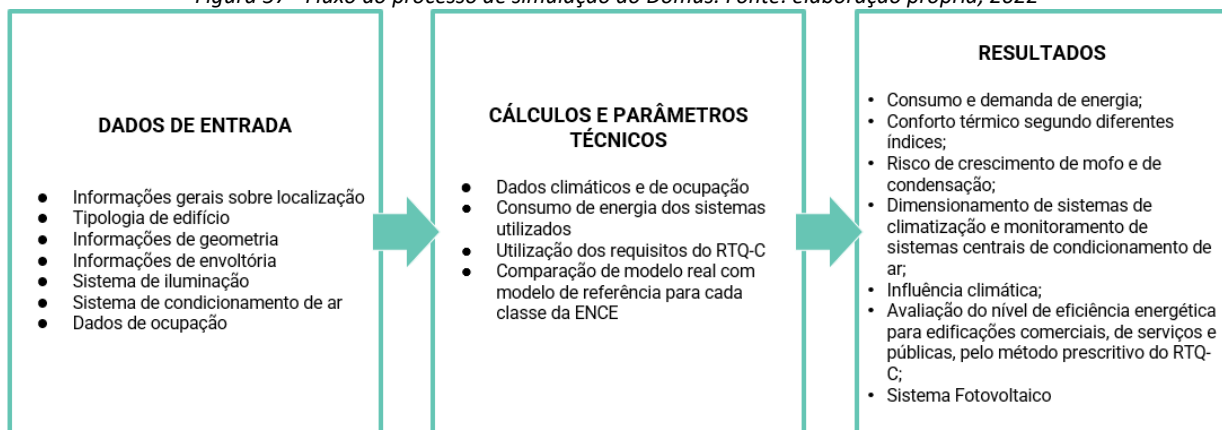
Era possível configurar o relatório de saída para escolha dos dados que seriam apresentados (Figura 56).

Figura 56 - Configuração do relatório do Domus. Fonte: ELETROBRAS; PUC-PR, 2013



Na Figura 57, apresenta-se o fluxo do processo de simulação da plataforma Domus, onde é possível ver a etapa inicial de inserção de dados de entrada, a etapa intermediária onde são realizados cálculos com base em parâmetros técnicos referenciados pelas diretrizes do RTQ-C, e, por fim, a etapa de obtenção de resultados.

Figura 57 - Fluxo do processo de simulação do Domus. Fonte: elaboração própria, 2022



3.11 PLATAFORMA S3E

VISÃO GERAL

O Simulador de Eficiência Energética de Edificações (S3E), atualmente inativo, é uma plataforma gratuita desenvolvida pelo Laboratório de Eficiência Energética de Edificações (LabEEE) em um convênio com o Ministério de Minas e Energia (MME). O desenvolvimento da plataforma foi subsidiado pela Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). O objetivo principal da ferramenta era auxiliar o processo de obtenção da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCEs), através do método de simulação para edificações comerciais, públicas e de serviços.

DADOS DE ENTRADA

A ferramenta apresenta duas partes principais, uma para inserção de dados e outra para o gerenciamento das simulações, onde é possível consultar os resultados das simulações realizadas anteriormente através de acesso por usuário e senha (GARCIA, 2017).

A parte de inserção de dados é dividida em quatro abas principais: dados gerais, envoltória, iluminação e ganhos e condicionamento de ar. Assim, o primeiro passo é completar as informações da aba dados gerais, como a nomeação da simulação, a escolha da sua localização geográfica e a escolha de seu uso típico dentre as opções:

- Biblioteca;
- Comércio;
- Banco;
- Igreja;
- Supermercado;
- Escola;
- Escritório A;
- Escritório B;
- Escritório C;
- Hotel;
- Restaurante;
- Restaurante Fast-food;
- Instalações do governo.

Na próxima etapa é necessário preencher dados relativos à envoltória da edificação, sendo estes divididos em geometria, aberturas, componentes construtivos, conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 - Dados de entrada da ferramenta S3E relativos à envoltória da edificação. Fonte: elaboração própria, 2022.

Geometria	<ul style="list-style-type: none"> • Medidas de comprimento e largura da edificação • Número de pavimentos • Orientação solar • Altura do pé direito do ambiente <p>Os pavimentos são classificados em térreo, tipo ou ático.</p>
Aberturas	<ul style="list-style-type: none"> • Percentual de abertura geral ou por fachada/tipo de andar • Elementos de sombreamento gerais ou por fachada/tipo de andar
Componentes construtivos	<ul style="list-style-type: none"> • Escolha de materiais para paredes, pisos, coberturas e janelas • Uso de base de dados de materiais presentes na NBR 15.220-2 (ABNT, 2005)

Para a definição da geometria dos edifícios, são disponibilizadas as formas geométricas de “H”, “U”, “L”, “T”, formato de cruz ou retangular (ver Figura 58).

Figura 58 - Formatos disponíveis no S3E Fonte: (GARCIA, 2017 apud S3E, 2015)



A definição das zonas térmicas que serão avaliadas é feita de forma automática pelo programa e são disponibilizados apenas três valores para as absorvâncias solares das paredes externas e coberturas: 0,3 para superfícies claras, 0,5 para cores intermediárias ou 0,8 para superfícies escuras (GARCIA, 2017).

Além disso, também devem ser informados dados de sistemas de iluminação e equipamentos, ocupação dos ambientes e sistemas de condicionamento de ar, como pode ser visto na Tabela 5.

Tabela 5 - Demais dados de input da ferramenta S3E. Fonte: elaboração própria, 2022.

Sistema de iluminação e equipamentos	<ul style="list-style-type: none"> • Densidade de potência instalada (W/m²)
Ocupação dos ambientes	<ul style="list-style-type: none"> • Área por número de ocupantes (m²/pessoa)
Sistemas de condicionamento de ar	<ul style="list-style-type: none"> • Sete tipos disponíveis, seguindo o que é disponibilizado pelo <i>EnergyPlus</i>

Devem ser inseridos no mínimo nove dados de entrada para realizar a simulação, sendo possível inserir mais dados para um estudo detalhado (GARCIA, 2017).

PARÂMETROS TÉCNICOS E RECURSOS UTILIZADOS

Os dados dos modelos (real e de referência) são enviados ao servidor para que sejam simulados pelo programa *EnergyPlus*, seguindo os critérios do RTQ-C. Em seguida é emitida uma ENCE do projeto, de acordo com os resultados obtidos na comparação entre modelos do consumo de energia elétrica (GARCIA, 2017). São utilizados arquivos climáticos do tipo EPW ou TRY, sendo disponibilizada uma base de arquivos para mais de 400 municípios brasileiros, contemplando todas as zonas bioclimáticas.

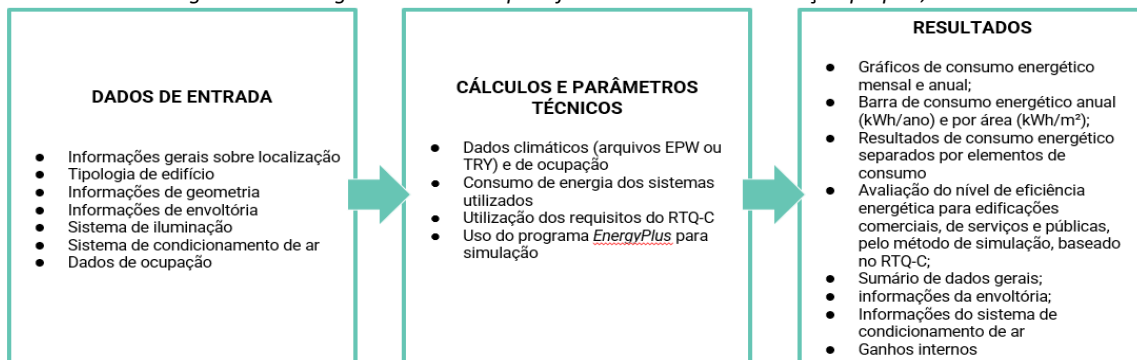
RESULTADOS

Após concluída a simulação, é gerado um relatório contendo as seguintes informações (GARCIA, 2017):

- Gráficos de consumo energético mensal e anual;
- Valores individuais de consumo energético anual (kWh/ano) e por área (kWh/m²);
- Resultados de consumo energético, separados por tipo de consumo: resfriamento, aquecimento, iluminação, equipamentos, ventiladores, bombas, torres de arrefecimento e diversos;
- Avaliação do nível de eficiência energética para edificações comerciais, de serviços e públicas, pelo método de simulação, baseado no RTQ-C;
- Sumário de dados gerais;
- Informações da envoltória;
- Informações do sistema de condicionamento de ar;

Foram identificados alguns pontos positivos e negativos da ferramenta por pesquisadores na área (GARCIA, 2017). As principais vantagens apontadas foram o tempo reduzido para obtenção dos resultados comparativamente com outras ferramentas e a consideração da orientação solar. Os pontos fracos citam a impossibilidade de escolher diferentes tipos de sistema de condicionamento de ar para as diferentes zonas térmicas avaliadas e de utilizar volumetrias diferentes entre pavimentos. Também foram apontadas como desvantagens a ausência de campos para inserção da absorvância solar de superfícies e fator solar dos vidros, além do processo complicado para criação de novos materiais. Abaixo, pode ser observado, na Figura 59, o fluxo da plataforma.

Figura 59 - Fluxograma síntese da plataforma S3E. Fonte: elaboração própria, 2022



3.12 FERRAMENTAS ONLINE DO PBE EDIFICA

As ferramentas online do PBE Edifica foram desenvolvidas pelo Procel Edifica e CB3E, sendo que uma abarca o meta-modelo utilizado na INI-R e a outra o meta-modelo utilizado na INI-C, junto a outras ações, para melhoria do método de avaliação da eficiência energética de edificações residenciais e comerciais. Seu principal objetivo é permitir que o consumidor simule a edificação desejada, de acordo com a metodologia do PBE Edifica.

Nessas ferramentas é utilizada uma metodologia simplificada chamada meta-modelo, que apresenta um indicador de desempenho para auxiliar a tomada de decisão para a redução de consumo de energia, possibilitando mensurar o total de economia de energia decorrente das soluções e dos parâmetros técnicos presentes na edificação. O meta-modelo foi desenvolvido com base em resultados de um conjunto mais amplo de simulações paramétricas.

Vale ressaltar que o método simplificado é indicado para a maioria das edificações condicionadas artificialmente, que não apresentam parâmetros construtivos complexos e soluções inovadoras de desempenho, por ser mais rápido e de menor custo com relação ao método de simulação, já que se baseia nessas ferramentas gratuitas de avaliação.

Assim, a futura plataforma proposta neste projeto deve considerar as ferramentas online do PBE Edifica, de modo a utilizar sua metodologia e avaliar suas funcionalidades. A partir dela, deve-se agregar mais informações para o processo da emissão da etiqueta e do selo, para a gestão dos atores, para a experiência dos usuários, entre outros, de acordo com o proposto para o projeto.

Cabe ressaltar que apesar dos meta-modelos serem as principais ferramentas das INIs, eles não apresentam todos os resultados exigidos por elas e ferramentas complementares ainda precisam ser desenvolvidas para isso. Os meta-modelos respondem principalmente questões sobre envoltória, enquanto informações e avaliações para a maior parte dos equipamentos (usos finais), geração in loco, emissões de CO₂e e consumo de água precisarão ser avaliadas externamente a eles. Alguns usos finais, como o aquecimento de água, já possuem algumas ferramentas desenvolvidas, mas que podem ter uma evolução com a integração delas na plataforma proposta neste projeto.

Mais informações sobre as ferramentas do meta-modelo para edificações residenciais (INI-R) e comerciais (INI-C), são apresentadas a seguir.

3.12.1 METAMODELO INI-R (RESIDENCIAL)

A ferramenta para o método simplificado para edificações residenciais analisa a envoltória e o sistema de aquecimento de água dos ambientes de permanência prolongada (APPs) das unidades habitacionais (UHs) e das unidades habitacionais em edificações multifamiliares, condicionadas artificialmente e ventiladas naturalmente. Para isso, a ferramenta contempla uma página inicial, que dá sequência a uma página com uma lista de informações, preenchidas por meio de listas suspensas ou manualmente. Ao final, estima-se a carga térmica anual de refrigeração (CgTR), de aquecimento (CgTA), e total (CgTT), pelo método

simplificado da edificação, além de apresentar a classificação da edificação perante a envoltória, o sistema de aquecimento de água e a eficiência energética. Na Figura 60, é apresentada a interface de simulação *online* do meta-modelo.

Figura 60 - Interface da ferramenta do meta-modelo para edificações residenciais (INI-R). Fonte: PBE Edifica, 2022.



Ao clicar em “Utilize a interface do meta-modelo”, a ferramenta é direcionada para uma primeira etapa de parâmetros gerais da UH, seguida da etapa de parâmetros ou informações dos ambientes de permanência prolongada (APP). Além disso, é possível utilizar a ferramenta realizando o *upload* de uma planilha disponibilizada pelo PBE Edifica, como também é apresentado na Figura 60.

PARÂMETROS GERAIS DA UH

Esta etapa possui o objetivo de identificar a localização da edificação e dados sobre as áreas de permanência transitória (APTs) e dos APP. Como mostra a Figura 61, os dados de entrada, nesta etapa, são os seguintes:

- Localização (cidade);
- Área total dos APTs;
- Número de APPs.

Figura 61 - Interface da etapa de inserção de dados de parâmetros gerais da UH da ferramenta online para INI-R. Fonte: PBE Edifica, 2022.

PBE EDIFICA = PROCEL EDIFICA + PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM

Edificações Residenciais
Método simplificado - Envolvória
Edificações condicionadas artificialmente e ventiladas naturalmente

Voltar para a página inicial

Parâmetros gerais da UH

Cidade

Não encontrou sua cidade?

Área total dos APTs [m²]

Número de APPs

PARÂMETROS GERAIS DA UH

Esta etapa possui o objetivo de coletar todas as variáveis necessárias para os cálculos das cargas térmicas, do percentual das horas de ocupação, das temperaturas anuais e da análise da eficiência energética da envoltória. Conforme apresentado na Figura 62, os dados de entrada nesta etapa são os seguintes:

- Uso do ambiente (dormitório ou sala);
- Condição de exposição do piso e da cobertura;
- Área de piso do APP;
- Pé-direito;
- Presença de veneziana;
- Ângulo de desvio da parede norte em relação ao norte verdadeiro;
- Área efetiva de abertura para ventilação;
- Transmitância térmica e fator solar do elemento transparente;
- Absortância da parede externa e da cobertura;
- Fator solar e transmitância térmica do vidro;
- Abertura para ventilação;
- Transmitância térmica da cobertura, das paredes externas e do piso;
- Capacidade térmica da cobertura, das paredes externas e do piso;
- Dimensões horizontais de paredes e portas em contato com diferentes ambientes;
- Ângulos horizontais e verticais de sombreamento e obstrução da fachada/entorno;
- Área de superfície dos elementos transparentes;
- Presença de portas nas orientações Norte, Sul, Leste e Oeste.

Figura 62 - Interface da etapa de parâmetros ou informações dos APP da ferramenta online para INI-R. Fonte: PBE Edifica, 2022.

Parâmetros ou informações dos ambientes de permanência prolongada (APP)

Uso do ambiente	APP 0
Coefficiente de eficiência energética do sistema de AC para refrigeração [CEE _r]	Dormitório
Coefficiente de eficiência energética do sistema de AC para aquecimento [CEE _a]	0
Condição de exposição do piso	0
Condição de exposição da cobertura	Contato com o solo
Área de piso do APP [m ²]	Exposto ao sol e ao vento
Pé-direito [m]	0
Possui veneziana?	0
Ângulo de desvio da parede norte em relação ao norte verdadeiro [°]	Sim
Área efetiva de abertura para ventilação	0
Transmitância térmica do elemento transparente [W/m ² K]	0
Fator solar do elemento transparente - FS	0
Transmitância térmica do piso [W/m ² K]	0
Capacidade térmica do piso [kJ/(m ² .K)]	0
Absortância da parede externa	0

Além disso, quando se escolhe a opção de avançar para as informações complementares da classificação de Eficiência Energética da edificação, solicita-se mais alguns dados de entrada apontados abaixo e de acordo com a Figura 63:

- Tipo de sistema de aquecimento de água da edificação;
- Consumo de água quente por fontes elétricas na condição real [kWh];
- Consumo de água quente por fontes térmicas na condição real [kWh];
- Consumo de água quente na condição de referência [kWh];
- Geração de energia renovável na condição real [kWh].

Figura 63 - Interface da etapa avançada para avaliação da Eficiência energética da ferramenta online para INI-R. Fonte: PBE Edifica, 2022.



Edificações Residenciais
Etiquetagem de Edificações residenciais - informações complementares

Tipo de sistema de aquecimento de água da edificação	?	Com acumulação
Consumo de água quente por fontes elétricas na condição real [kWh]	?	
Consumo de água quente por fontes térmicas na condição real [kWh]	?	
Consumo de água quente na condição de referência [kWh]	?	
Geração de energia renovável na condição real [kWh]	?	

Voltar para a interface do metamodelo

Avançar para a classificação

PARÂMETROS TÉCNICOS E RECURSOS UTILIZADOS

Para estimativa da carga térmica de refrigeração, de aquecimento e total, a ferramenta considera parâmetros como percentual de horas de ocupação dentro da faixa de temperatura (PHFT) e temperaturas anuais máxima (Tomáx) e mínima (Tomín).

Essa estimativa é feita através da incorporação dos procedimentos da avaliação de desempenho térmico da ABNT NBR 15575-1:2021, conforme subseções 11.4.7.1, 11.4.7.3 e 11.4.7.4, sendo que o modelo de referência utilizado no meta-modelo considera as características descritas pela subseção 11.4.7.2. Além disso, o meta-modelo realiza o cálculo de acordo com o procedimento de simulação computacional da ABNT NBR 15575-1:2021, subseções 11.4.7.5 a 11.4.7.8.

Para o sistema de aquecimento de água, o Anexo B.III da INI-R apresenta os critérios de avaliação quanto à determinação de sua eficiência e consumo energético.

RESULTADOS

Como resultados, a ferramenta apresenta, inicialmente:

- PHFT (%);
- Percentual de horas de ocupação com temperaturas superiores à faixa de temperatura operativa (PHsFT) (%);
- Percentual de horas de ocupação com temperaturas inferiores à faixa de temperatura operativa (PHiFT) (%);
- CgTR (kWh);
- CgTA (kWh);
- Tomáx (°C);
- Tomín (°C);
- Consumo para resfriamento (kWh);
- Consumo para aquecimento (kWh).

Em seguida, há a opção de avançar para as informações complementares da classificação de eficiência energética da edificação, apresentando os resultados abaixo e como mostra a Figura 64:

- Classificação da envoltória da edificação (nível de A a E);
- Classificação do sistema de aquecimento de água (nível de A a E);
- Classificação da Eficiência Energética da UH (nível de A a E);
- Consumos da UH em energia primária:
 - Consumo total da UH na condição real [kWh/ano];
 - Aquecimento de água na condição real [kWh/ano];
 - Consumo total da UH na edificação referência [kWh/ano];
 - Aquecimento de água na edificação referência [kWh/ano].

Figura 64 - Interface da apresentação dos resultados de classificação da edificação em análise da ferramenta online para INI-R. Fonte: PBE Edifica, 2022.



3.12.2 METAMODELO INI-C (COMERCIAL)

De modo semelhante, à ferramenta para o método simplificado para edificações residenciais, a ferramenta para edificações comerciais, de serviços e públicas analisa a envoltória das edificações comerciais condicionadas artificialmente. Na página inicial, existe um menu lateral para preenchimento prévio, que dá sequência a uma lista de informações que devem ser preenchidas por meio de listas suspensas ou manualmente que, ao final, estimam a carga térmica anual de refrigeração (CgTR) e total (CgTT) pelo método simplificado, seguindo os critérios de avaliação da eficiência energética da envoltória quanto à

determinação da sua carga térmica total para refrigeração presentes no Anexo B.I da INI-C. A interface da ferramenta é ilustrada na Figura 65:

Figura 65 - Interface da ferramenta do meta-modelo para edificações comerciais, de serviços e públicas (INI-C). Fonte: PBE Edifica, 2022.

Edificações Comerciais, de Serviços e Pública
Método simplificado - Envolvêr
Edificações condicionadas artificialment

Sobre a edificação

Estado

Cidade

Não encontrou sua cidade?

Número de pavimentos

Zonas térmicas iguais nos pavimentos intermediários?

Calcular carga térmica

A primeira etapa da ferramenta consiste no de preenchimento de informações básicas sobre a edificação, seguida da etapa de inserção dos parâmetros e informações para cada zona térmica de cada tipologia, que podem ser:

- Mercados;
- Alimentação;
- Educacionais (infantil, ensino fundamental e médio, ensino superior);
- Hospedagem (pequenos, médios e grandes);
- Estabelecimento Assistencial de Saúde (EAS);
- Comércio (pequenos, grandes, shopping).

SOBRE A EDIFICAÇÃO

Nesta etapa, busca-se, primeiramente, caracterizar seu uso e a quantidade de zonas térmicas da edificação analisada. Assim, solicita-se os dados abaixo, como apresentado a Figura 66:

- Localização (estado e cidade);
- Número de pavimentos;
- Presença de zonas térmicas iguais nos pavimentos intermediários;
- Escolha do pavimento;
- Escolha da tipologia;
- Número de zonas térmicas.

Figura 66 - Interface da etapa de inserção de dados sobre a localização, uso e quantidade de zonas térmicas da edificação da ferramenta online para INI-C. Fonte: PBE Edifica, 2022.

Produto 02 - Benchmarking das funcionalidades existentes em ferramentas de simulação de consumo e avaliação e eficiência energética em edificações, considerando sua aplicabilidade para o PBE Edifica e Selo Procel Edificações

Sobre a edificação

Estado: SP

Cidade: São Pau

Não encontrou sua cidade?

Número de pavimentos: 1

Zonas térmicas iguais nos pavimentos intermediários?: Sim

Escolha o pavimento: Térreo

Calcular carga térmica

- Escritório
- Mercados
- Alimentação
- Outros
- Educacionais
- Hospedagem
- EASs
- Comércio

ZONAS TÉRMICAS

Escolhida a tipologia e a quantidade de zonas térmicas, a próxima etapa consiste no preenchimento de parâmetros e variáveis de cada uma, como mostra a Figura 67:

Figura 67 - Interface da etapa de inserção de dados sobre as zonas térmicas da edificação da ferramenta online para INI-C.
Fonte: PBE Edifica, 2022.

Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas
Método simplificado - Envolvória
Edificações condicionadas artificialmente

Escritório

Zonas térmicas

	Zona 1	Copiar?	Zona 2
Área m ²		<input type="checkbox"/>	
Contato com o solo?		<input type="checkbox"/>	
Zona sobre pilotis?		<input type="checkbox"/>	
Possui cobertura exposta?		<input type="checkbox"/>	
Possui isolamento do piso?		<input type="checkbox"/>	
Tipo de zona?		<input type="checkbox"/>	
Orientação solar		<input type="checkbox"/>	
Densidade de potência de equipamentos (W/m ²)		<input type="checkbox"/>	
Densidade de potência de iluminação		<input type="checkbox"/>	

Dados da Tipologia

Número de zonas térmicas: 2

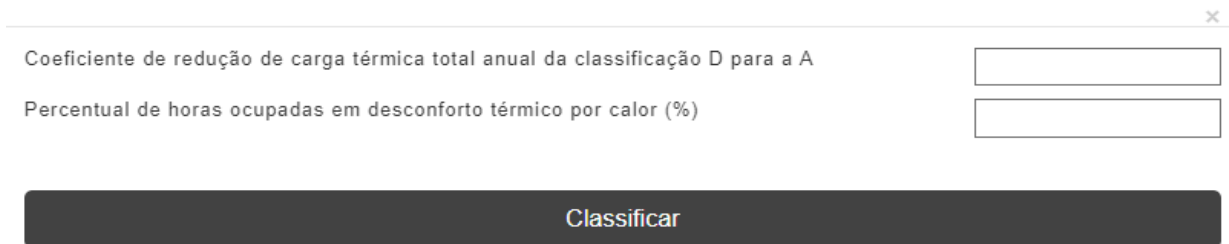
Nessa direção, os dados de entrada solicitados são:

- Área;
- Contato ou não com o solo;
- Presença da zona térmica sobre pilotis;
- Presença de cobertura exposta;
- Presença de isolamento do piso;
- Tipo da zona térmica;
- Orientação solar;
- Densidade de potência de iluminação (DPI);
- Densidade de potência de equipamentos (DPE);
- Fator solar e transmitância térmica do vidro;
- Absortância solar da parede e da cobertura;
- Pé-direito;
- Percentual de abertura da fachada;
- Ângulos horizontais e verticais de sombreamento e de obstrução vizinha;
- Horas de ocupação;
- Transmitância térmica da parede e da cobertura;
- Capacidade térmica da parede e da cobertura.

Além disso, quando se escolhe a opção de prosseguir com a classificação de Eficiência Energética da edificação, solicita-se mais alguns dados de entrada apontados abaixo e de acordo com a Figura 68:

- Coeficiente de redução de carga térmica total anual da classificação D para a A;
- Percentual de horas ocupadas em desconforto térmico por calor (%).

Figura 68 - Interface da etapa de inserção de dados para a classificação da eficiência energética da edificação da ferramenta online para INI-C. Fonte: PBE Edifica, 2022




The screenshot shows a web interface for data entry. At the top right, there is a small 'x' icon. Below it, there are two input fields. The first field is labeled 'Coeficiente de redução de carga térmica total anual da classificação D para a A' and the second is labeled 'Percentual de horas ocupadas em desconforto térmico por calor (%)'. Below these fields is a dark grey button with the text 'Classificar' in white.

RESULTADOS

Como resultados, a ferramenta apresenta a densidade da carga térmica de refrigeração real por zona (kWh/m²ano) e a carga térmica de refrigeração real por zona (kWh/ano), como pode ser visualizado na Figura 69:

Figura 69 - Interface da etapa de resultado de avaliação da envoltória da edificação da ferramenta online para INI-C. Fonte: PBE Edifica, 2022.

	Resultado de avaliação da envoltória (método simplificado)	Valor:
	Densidade de carga térmica (real, por zona): <small>(kWh/m².ano)</small>	0.02
	CgTRreal (por zona): <small>(kWh/ano)</small>	1.02
Prosseguir com a classificação		

Além disso, se selecionada a opção “Prosseguir com a classificação”, a ferramenta apresenta os resultados da análise, descritos abaixo e representados na Figura 70:

- Percentual de redução da carga (Edificação real x Condição de referência);
- Classificação final da envoltória;
- Carga térmica total real (kWh/ano);
- Carga térmica total referência (kWh/ano).

Figura 70 - Interface da etapa de classificação da envoltória da edificação da ferramenta online para INI-C. Fonte: PBE Edifica, 2022.

x

Coeficiente de redução de carga térmica total anual da classificação D para a A	0,4
Percentual de horas ocupadas em desconforto térmico por calor (%)	2
PERCENTUAL DE REDUÇÃO DA CARGA Edificação real vs. Condição de referência	100 %
CLASSIFICAÇÃO FINAL DA ENVOLTÓRIA	A
CgTTreal (kWh/ano)	1.02
CgTTref (kWh/ano)	4434.90

Classificar

4. SÍNTESE DAS FERRAMENTAS E PLATAFORMAS ONLINE DE DESEMPENHO ENERGÉTICO DE EDIFICAÇÕES

As ferramentas analisadas no capítulo anterior apresentam diversas funcionalidades. Algumas relacionadas ao processo de simulação, outras ao de certificação, ou até mesmo relacionada a ambos, apresentando dados de entrada e saída diferentes em cada caso.

Ainda que haja essa diversidade de funcionalidades, alguns elementos são encontrados em mais de uma ferramenta. Dada a existência desses elementos em múltiplas plataformas e o possível alinhamento deles com o propósito da plataforma proposta para o PBE Edifica e Selo Procel Edificações, é importante mapeá-los.

Com esse objetivo, nesta seção, são apresentadas tabelas com as principais informações encontradas nos estudos realizados. Vale ressaltar que, como já mencionado, algumas plataformas estão inativas ou não permitem o acesso gratuito a todas as etapas, portanto há a ressalva de que algumas funcionalidades não mapeadas podem existir em determinadas plataformas.

A Tabela 6 indica as principais funcionalidades das plataformas analisadas, separando-as entre os processos de simulação e certificação.

Tabela 6 - Síntese das funcionalidades encontradas nas plataformas analisadas

FUNCIONALIDADES	PLATAFORMAS										
	BEP Tool	NABERS	Energy Star	CECarbon	LEED Online	CasA+	EDGE	Benchmark DEO	Domus	S3E	PBE Edifica
SIMULAÇÃO											
Apresentação de um guia de uso que apresenta o impacto de cada variável inserida no cálculo para o resultado	✓		✓						✓		
Direcionamento a uma biblioteca com informações técnicas disponíveis	✓						✓		✓		
Apresentação de glossário das informações técnicas disponíveis	✓						✓				
Apresentação de relatório de metodologia sobre o funcionamento do aplicativo de simulação	✓						✓				

Opção de modo básico ou avançado, sendo possível utilizar cálculos pré-estabelecidos ou personalizados pelo usuário	✓								✓	✓	
Menus de fácil entendimento com explicação do que deve ser inserido em cada item		✓	✓	✓			✓	✓			
Apresentação das medidas de eficiência presentes no empreendimento							✓				
Apresentação das medidas de eficiência categorizadas por área (energia, água e materiais)							✓				
Uma página para cada tipologia a ser simulada		✓						✓			✓
Apresentação de parâmetros técnicos e dados climáticos utilizados para linha de base	✓	✓	✓				✓		✓	✓	

Apresentação de informações sobre as variáveis e direcionamento aos materiais de referência							✓				
Apresentação dos pré-requisitos para as variáveis							✓		✓		
Possibilidade de optar por não ter o equipamento instalado na edificação				✓		✓					
Possibilidade de optar por não ter conhecimento a respeito do parâmetro						✓					
Possibilidade de utilizar calculadora própria	✓						✓				
Inserir dados já calculados em outra plataforma/ferramenta	✓								✓		
Apresentação de intervalo de valores para o preenchimento dos itens						✓			✓	✓	✓

Área para dado de entrada sobre consumo de energia real	✓	✓	✓				✓				
Comparação dinâmica de resultados entre as medidas/variáveis							✓				
Apresentação da eficiência do edifício em relação aos diferentes níveis incluídos no sistema de avaliação		✓	✓				✓		✓	✓	✓
Apresentação do consumo de energia por uso final (AC, carga de tomada etc.)	✓		✓							✓	
Opção de imprimir resultado obtido através da simulação realizada	✓		✓				✓		✓	✓	
Visualização de resultado (exportar conteúdo em “pdf”) de dois modos: simples ou completo	✓	✓									
Relatório emitido está de acordo com padrões internacionais (podem ser usados				✓							

para gestão interna ou vínculo com programas nacionais e internacionais)											
Salvar andamento da simulação para continuar a inserção de dados em outro momento			✓	✓			✓		✓		
<i>Dashboard</i> para gerenciamento e visualização dos projetos	✓		✓				✓			✓	
Aba de como utilizar a plataforma						✓			✓		
Tradução para outros idiomas			✓				✓				
CERTIFICAÇÃO											
Acessos específicos para diferentes usuários					✓		✓				
Otimização da inserção de dados (não repetição) - dados de cadastro							✓				

Local para upload de documentos, organizado por medidas/sistemas/variáveis					✓		✓				
Opção de fazer download do formulário enviado para cada medida					✓						
Estocagem automática dos resultados para processo de submissão							✓				
Relatório de inspeção padronizado incluído na plataforma											
Direcionamento direto para um profissional acreditado na aba de resultados		✓	✓				✓				
Apresentação de lista dos prestadores de serviço							✓				
Comunicação com prestadores de serviços e solicitação de orçamentos							✓				

Comunicação com o avaliador/auditor					✓						
Status da submissão (barra de acompanhamento do processo)							✓				
Checklist e status da documentação					✓						
Canais de comunicação (reclamações, sugestões)					✓						
Aba para acesso aos edifícios já etiquetados, panorama nacional							✓				

A partir desse mapeamento de funcionalidades, é possível notar que algumas estão presentes em diversas plataformas. Para as plataformas com simulação, as de maior presença são:

- Apresentação da eficiência do edifício em relação aos diferentes níveis incluídos no sistema de avaliação;
- Menus de fácil entendimento com explicação do que deve ser inserido em cada item;
- Apresentação de parâmetros técnicos e dados climáticos utilizados para linha de base;
- Apresentação de intervalo de valores para o preenchimento dos itens;
- Área para dado de entrada sobre consumo de energia real;
- Opção de imprimir resultado obtido através da simulação realizada;
- Salvar andamento da simulação para continuar a inserção de dados em outro momento;
- *Dashboard* para gerenciamento e visualização dos projetos.

Para as plataformas com processo de submissão à certificação, as funcionalidades mais presentes são:

- Acesso específico para diferentes usuários;
- Local para upload de documentos, organizado por medidas/sistemas/variáveis;
- Direcionamento direto para um profissional acreditado na aba de resultados.

É importante ressaltar que este capítulo visa apenas mapear os principais dados, inclusive com relação ao que é mais recorrente, porém a análise do que pode ser integrado à plataforma proposta será apresentada no próximo capítulo.

Conforme descrito anteriormente, além das principais funcionalidades, também foram mapeados os dados de entrada e saída das plataformas. É importante ressaltar que foi feito um agrupamento por tema, visando simplificar a apresentação das informações neste momento. Desta forma, informações de geometria, por exemplo, correspondem à forma dos edifícios, às dimensões de cômodos e aberturas e aos elementos de sombreamento, enquanto dados de localização remetem ao país, à cidade, à latitude, entre outros. Além disso, são apresentadas as principais unidades de medidas dos dados de saída para alguns parâmetros, visando identificar possibilidades de apresentação dos dados na plataforma proposta. A Tabela 7 apresenta os principais dados de entrada (*inputs*) e dados de saída (*outputs*) para plataformas de simulação, enquanto a Tabela 8 apresenta os principais dados para plataformas de certificação.

Tabela 7 - Principais dados de entrada e saída das plataformas de simulação

Dados de entrada	Dados de saída
Localização	Uso final de energia (kWh/Mês/Construção ou kWh/m ² /ano)

Dados de entrada	Dados de saída
Tipologia	Avaliação do nível de eficiência energética de edificações
Geometria	Intensidade do uso de energia (kBtu/ft ²)
Perfil de uso e ocupação	Uso final da água (m ³ /Mês/Construção)
Características da envoltória	Emissões finais operacionais de CO ₂ (tCO ₂ /mês/construção)
Iluminação	Emissões de GEE (tCO ₂ e)
Ar-condicionado/Aquecimento	Energia incorporada final (MJ/m ²)
Aquecimento de água	Custo final de serviços (R\$/mês/construção)
Renováveis	Economia de energia (MWh/ano)
Outros equipamentos	Economia de água (m ³ /ano)
Consumo real de energia	Economia operacional de CO ₂ (tCO ₂ /ano)
Custos (componentes construtivos, sistema AVAC, sistemas de energia renovável ou total da obra)	Economias de energia incorporadas (GJ)
Data de início e término da construção	Economia nos custos de utilidades em USD (USD/ano)
Padrão do Empreendimento (Popular, Baixo, Médio, Alto ou HIS)	Economia nos custos de utilidades em moeda local (kWh/m ² /ano)

Dados de entrada	Dados de saída
Etapa do projeto	Índice de desempenho energético (EPI) do caso base e melhorado (kWh/m ² /ano)
Posse de certificação	Custo total da construção do edifício (milhões de R\$)
Consumo total de água	Custo incremental (milhões de R\$)
Estimativa do consumo de energia	% Aumento do custo (%)
Matriz energética	Retorno em anos (anos)
	Número de pessoas impactadas
	Caso base - potencial de aquecimento global do refrigerante (tCO ₂ e/ano)
	Caso melhorado - potencial de aquecimento global do refrigerante (tCO ₂ e/ano)
	Conforto térmico segundo diferentes índices
	Risco de crescimento de mofo e de condensação
	Dimensionamento de sistemas de climatização e monitoramento de sistemas centrais de condicionamento de ar
	Influência climática

Tabela 8 - Principais dados de entrada e saída das plataformas de certificação

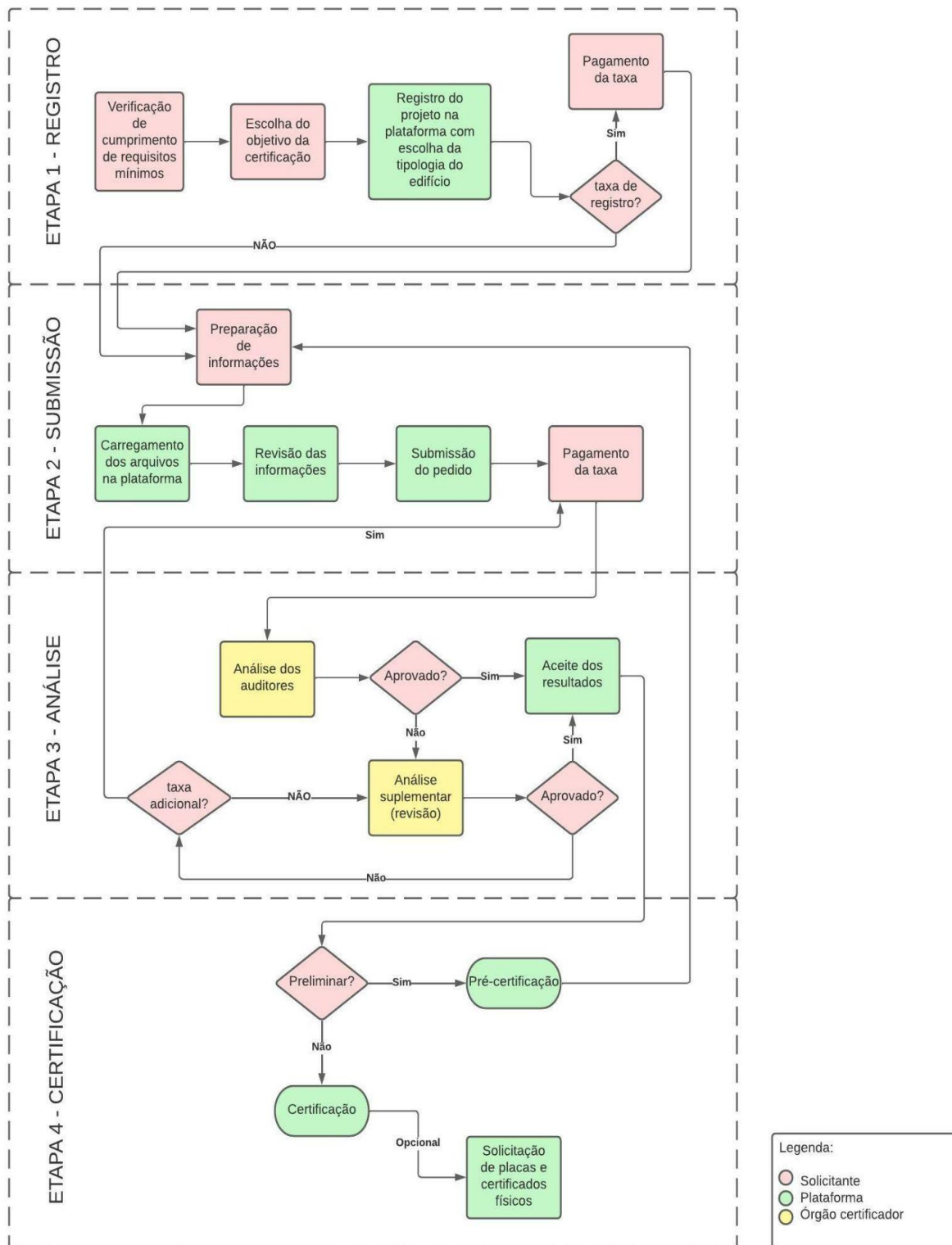
Dados de entrada	Dados de saída
Dados cadastrais	Certificado, etiqueta, selo
Dados de pagamento	Relatório de avaliação
Inserção de documentos comprobatórios sobre a concepção da edificação	Manual de utilização da etiqueta
Acordo de Certificação	
Dados de financiamento do edifício	
Tipo de população que irá residir no edifício	
Categoria que se deseja obter	

Pode-se identificar que dados de entrada referentes à localização, tipologia, geometria, perfil de uso e ocupação do edifício, características da envoltória, usos finais de energia e utilização de renováveis são imprescindíveis para o funcionamento das plataformas de simulação. Com relação aos dados de saída, os principais são consumo de energia, emissões de GEE, economia de energia e avaliação do nível de eficiência energética de edificações.

Para as plataformas de certificação, os dados mínimos necessários são dados cadastrais, os de pagamento, a assinatura de acordo de certificação e a submissão de documentos comprobatórios. Já os principais outputs são a própria certificação e um relatório de avaliação.

Além disso, é possível identificar semelhanças no fluxo de informações das plataformas, havendo responsabilidades comuns aos usuários e certificadores nos diversos casos analisados. Assim, é possível estabelecer um fluxo de informações comum às plataformas, conforme ilustrado na Figura 71:

Figura 71 - Fluxo de informações comum às plataformas analisadas



5. RECOMENDAÇÕES E APLICABILIDADE AO CONTEXTO DA PLATAFORMA PROPOSTA

A partir das funcionalidades mapeadas anteriormente, realizou-se uma tabela com o que se julga desejável na plataforma proposta, também analisando a relação do que existe nos meta-modelos (INIs) (Tabela 9).

Tabela 9 - Classificação das funcionalidades identificadas para aplicação na plataforma proposta

Funcionalidades	Desejável	Não desejável / Não se aplica
SIMULAÇÃO		
Apresentação de um guia de uso que apresenta o impacto de cada variável inserida no cálculo para o resultado final	✓	
Direcionamento a uma biblioteca com informações técnicas disponíveis	✓	
Apresentação de glossário das informações técnicas disponíveis	✓	
Apresentação de relatório de metodologia sobre o funcionamento do aplicativo de simulação	✓	
Opção de modo básico ou avançado, sendo possível utilizar cálculos pré-estabelecidos ou personalizados pelo usuário	✓	
Menus de fácil entendimento com explicação do que deve ser inserido em cada item	✓	
Apresentação das medidas de eficiência presentes no empreendimento		✓

Funcionalidades	Desejável	Não desejável / Não se aplica
Apresentação das medidas de eficiência categorizadas por área (energia, água e materiais)	✓	
Uma página para cada tipologia a ser simulada		✓
Apresentação de parâmetros técnicos e dados climáticos utilizados para linha de base		✓
Apresentação de informações sobre as variáveis e direcionamento aos materiais de referência	✓	
Apresentação dos pré-requisitos para as variáveis	✓	
Possibilidade de optar por não ter o equipamento instalado na edificação	✓	
Possibilidade de optar por não ter conhecimento a respeito do parâmetro		✓
Possibilidade de utilizar calculadora própria		✓
Inserir dados já calculados em outra plataforma/ferramenta	✓	
Apresentar intervalo de valores para o preenchimento dos itens	✓	

Funcionalidades	Desejável	Não desejável / Não se aplica
Área para dado de entrada sobre consumo de energia real		✓
Comparação dinâmica de resultados entre as medidas/variáveis	✓	
Possibilidade de comparação entre diferentes projetos simulados	✓	
Apresentação da eficiência do edifício em relação aos diferentes níveis incluídos no sistema de avaliação	✓	
Apresentação do consumo de energia por uso final (AC, carga de tomada etc.)	✓	
Opção de imprimir resultado obtido através da simulação realizada	✓	
Visualização de resultado (exportar conteúdo em “pdf”) de dois modos: simples ou completo		✓
Relatório emitido está de acordo com padrões internacionais (podem ser usados para gestão interna ou vínculo com programas nacionais e internacionais)		✓
Salvar andamento da simulação para continuar a inserção de dados em outro momento	✓	
<i>Dashboard</i> para gerenciamento e visualização dos projetos	✓	

Funcionalidades	Desejável	Não desejável / Não se aplica
Aba de como utilizar a plataforma	✓	
Aba para notícias, capacitações, avisos	✓	
Tradução para outros idiomas	✓	
CERTIFICAÇÃO		
Acessos específicos para diferentes usuários	✓	
Otimização da inserção de dados (não repetição) - dados de cadastro	✓	
Local para upload de documentos, organizado por sistemas/variáveis	✓	
Opção de fazer download do formulário enviado para cada medida		✓
Estocagem automática dos resultados para processo de submissão	✓	
Relatório de inspeção padronizado incluído na plataforma	✓	
Direcionamento direto para um profissional acreditado na aba de resultados	✓	
Apresentação de lista dos prestadores de serviço	✓	

Funcionalidades	Desejável	Não desejável / Não se aplica
Comunicação com prestadores de serviços e solicitação de orçamentos	✓	
Comunicação com o avaliador/auditor	✓	
Status da submissão (barra de acompanhamento do processo)	✓	
Checklist e status da documentação	✓	
Emissão da etiqueta automatizada (envio por correio)	✓	
Canais de comunicação (reclamações, sugestões)	✓	
Aba para acesso aos edifícios já etiquetados, panorama nacional	✓	

Além do que é apresentado pelas plataformas analisadas, também foram identificadas outras funcionalidades importantes para a plataforma proposta, sendo algumas citadas pelos Organismos de Inspeção Acreditados (OIA) em entrevistas. Uma destas é a disponibilização de um **canal de comunicação para dúvidas, reclamações e informações no geral**. Atualmente é disponibilizado um fórum de dúvidas no site do PBE Edifica²⁵, sendo apenas necessário fazer um cadastro para utilizá-lo. As dúvidas estão divididas em seções seguindo a mesma estrutura dos Regulamentos Técnicos (RTQs) e Instruções Normativas do INMETRO (INIs), ficando registradas junto às respostas na própria plataforma. Pode ser disponibilizado um canal semelhante ou mesmo integrado à plataforma proposta, dependendo da instituição responsável pela sua gestão.

Outra funcionalidade proposta é a **otimização da inserção de dados**, visando evitar o processo de reinserção desnecessária de dados em alguns casos, agilizando os processos. No caso específico da emissão da ENCE, por exemplo, os OIAs devem preencher no relatório de inspeção os mesmos dados cadastrais dos edifícios que são preenchidos pelos usuários no formulário de solicitação de orçamento. Com a otimização da inserção de dados, esse processo pode ser agilizado. Além disso, independente do

²⁵ <http://pbeedifica.com.br/forum/index.php>

responsável pela coordenação da plataforma, entende-se que a **comunicação de resultados automatizada entre emissor da ENCE e Procel e Inmetro** é necessária e que os **relatórios de inspeção podem ser padronizados e construídos no ambiente da plataforma**.

Também é considerada uma funcionalidade interessante a **ligação entre a plataforma proposta e a plataforma do PBE de equipamentos elétricos**. Desta forma é possível obter informações sobre o consumo de determinados equipamentos domésticos de forma mais prática e ágil.

Com relação à possibilidade de **utilizar cálculos pré-estabelecidos ou personalizados pelo usuário**, atualmente, não é possível optar por uma avaliação básica ou avançada no metamodelo. Porém, é interessante manter esta funcionalidade com o propósito de analisar a viabilidade de uma avaliação da edificação que utilize cálculos pré-estabelecidos, para usuários que não possuam muitas informações. De todo modo, utilizar essas configurações padrões não permitiria a continuidade a submissão à certificação, apenas a visualização da avaliação de eficiência, devidamente sinalizada com as ressalvas necessárias.

Com relação aos aspectos não desejáveis, alguns correspondem a funcionalidades que não podem ser aplicadas à plataforma do ponto de vista técnico, isto é, não estão de acordo com as exigências do método de avaliação adotado.

Com relação à **inserção do consumo de energia real**, entende-se que seria interessante uma **ligação com a plataforma de benchmarking DEO**, visando a análise de operação, mas que a inserção desta informação para uma etapa de simulação ou para a certificação não é necessária.

O desenvolvimento e **utilização de uma calculadora própria** para avaliações e emissão do selo não é recomendável dada a complexidade envolvida e a existência de ferramentas que possuem esse fim, como os meta-modelos, e que podem ser integradas ou apontadas pela plataforma. Entretanto, pequenas calculadoras que envolvam cálculos auxiliares ou conversões podem ser integradas para facilitação da inserção de dados nos meta-modelos.

Não se aplica a **apresentação de medidas de eficiência** presentes no edifício, pois no caso da metodologia atual, a inserção dos dados de entrada é realizada por variáveis, de modo diferente de como é feito na plataforma EDGE, por exemplo. Além disso, entende-se que não é viável a presença de informações sobre **o impacto de cada variável no resultado**. Entretanto, é recomendável que na página de inserção de dados existam botões de auxílio e sinalizações gerais daquelas que podem trazer os melhores resultados, se alteradas.

Com relação à **apresentação de uma página para cada tipologia analisada**, seguindo a lógica do fluxograma comum das plataformas, que servirá de base para o da plataforma proposta, a tipologia do edifício analisado é um dos primeiros dados a ser informado e a partir dessa escolha serão apresentadas variáveis diferentes de acordo com as INIs.

Já a **apresentação de parâmetros técnicos e dados climáticos utilizados para linha de base** é considerada uma funcionalidade importante, no entanto não é necessário que ela esteja na visualização principal da plataforma, sendo uma opção o direcionamento a outra página ou a um documento.

No que diz respeito à **emissão do relatório de avaliação**, este deve ser apresentado apenas na forma completa, informando todos os dados inseridos e seus resultados e não é necessário que este esteja **de acordo com padrões internacionais**, já que atualmente a ENCE e o Selo Procel Edificações não possuem mais ligação com certificações internacionais. Também não é aplicável a opção de realização de **download de formulário enviado para cada medida**, já que não existe a separação por medida na emissão da etiqueta.

Além disso, a partir do que foi mapeado como funcionalidades desejáveis para a plataforma, é possível estabelecer aquilo que pode ser integrado ao metamodelo, tendo em vista que esta é atualmente a mais importante ferramenta para a aplicação das INIs. Sendo assim, ainda que a ferramenta apresente explicações para as variáveis utilizadas, a **utilização de imagens**, por exemplo, poderia auxiliar na compreensão do que deve ser informado por parte do usuário.

Além disso, algumas variáveis também podem ser apresentadas de forma mais didática e acessível a maior parte dos usuários, procurando **utilizar termos e exemplos amplamente conhecidos**, mas sem permitir que o usuário **não preencha o parâmetro por desconhecimento**, já que o metamodelo precisa de todos as suas entradas sejam informadas para que ele funcione. Este é o caso por exemplo da disponibilização de uma lista com tipos de parede para a edificação ao invés de informar o valor de transmitância térmica de determinado material, sendo possível utilizar uma calculadora de propriedades para a adição de camadas de materiais diferentes, tal como é feito no site Projeteee²⁶.

Além das funcionalidades supracitadas, nas entrevistas com os OIAs foram abordados alguns pontos relacionados ao *design* da interface da plataforma, os quais podem ser observados nas plataformas analisadas também. É desejável que a ferramenta apresente uma **barra de progresso do processo de avaliação e emissão da ENCE**, indicando a etapa e sinalizando o estado através do uso de símbolos com cores diferentes. Na etapa de análise da documentação submetida pelo usuário, por exemplo, pode ser apresentado um sinal verde caso haja conformidade ou um sinal vermelho no caso contrário. Também pode ser utilizada uma barra de progresso na própria etapa de inserção dos dados, como é feito na plataforma CECarbon, considerando que esses dados possam ser separados de acordo com o sistema (envoltória ou usos finais) avaliado.

Além disso, também é desejável que a plataforma apresente um **dashboard com todos os projetos** já submetidos pelo usuário ou avaliados pelos OIAs, indicando o status de cada caso, isto é, se está concluído, em progresso ou cancelado.

Como recomendações gerais para otimizar a experiência dos usuários, podem ser indicados o **uso de elementos gráficos** como ilustrações, tabelas e gráficos que possam auxiliar na interpretação de informações; a **organização de abas** que facilite a navegação pela plataforma, como, por exemplo, seções bem definidas, de cores diferentes e dinâmica ao preenchimento do usuário (listas suspensas, lista de verificação (*checklist*)); o **direcionamento a documentos e links** que possam auxiliar na inserção dos dados;

²⁶ <http://www.mme.gov.br/projeteee/componentes-construtivos/>

uma **explicação sobre o uso da plataforma** na página principal e a presença de uma **aba de contato/fórum de dúvidas** de fácil acesso.

6. CONCLUSÃO

O objetivo deste relatório foi revisar e analisar algumas das principais plataformas de simulação e certificação nacionais e internacionais relacionadas ao desempenho termo energético das edificações disponíveis (ou desenvolvidas para tanto no âmbito nacional).

A revisão conta com um mapeamento de processos, fluxos, características, funcionalidades e parâmetros de dez plataformas de simulação, dentre as quais quatro também envolvem a gestão de certificação e uma delas é apenas voltada à gestão de certificação sem previsão de resultados de desempenho. A análise de cada plataforma se organiza nas seguintes partes: apresentação geral, aplicação, organização interna e dados de entrada, parâmetros técnicos e recursos utilizados internamente nos cálculos sem necessidade de inserção de dados, e dados de saída/resultados. Estes últimos três pontos são sintetizados em fluxogramas para mostrar claramente as entradas, o processamento interno de dados e as saídas.

Após a revisão de cada plataforma, são apresentadas duas seções de análise. A primeira seção 4, teve o intuito de comparar as funcionalidades, dados de entrada e dados de saída de cada plataforma para identificar quais são mais comuns às plataformas. Em seguida, na seção 5, foi feita uma análise da aplicabilidade dessas funcionalidades ao contexto deste estudo. Isto é, a partir das funcionalidades identificadas nas plataformas revisadas foram avaliadas do ponto de vista de quais seriam desejáveis integrar ou não, incluindo justificativas para cada caso negativo.

Além disso, na seção 5 são apresentadas funcionalidades complementares, que não foram observadas nas plataformas estudadas, mas que são identificados como relevantes para a atingir os objetivos buscados para a plataforma que será desenvolvida. Algumas dessas funcionalidades adicionais foram inclusive sugeridas pelos OIAs nas entrevistas realizadas.

Dessa forma, a análise permitiu a identificação de sugestões aplicáveis a dois macros objetivos da plataforma que será proposta: gerir o processo de certificação/etiquetagem e permitir a estimativa preliminar de desempenho termo energético, que nesse projeto é chamada de simulação.

Com relação à gestão do processo de certificação, atualmente não há uma plataforma disponível para gerir e emitir a ENCE e o Selo Procel Edificações, sendo esta a principal funcionalidade a ser criada. A análise indica que, para isso, os principais aspectos a serem considerados são a proposta de um canal de comunicação entre os entes envolvidos e a possibilidade de acompanhar o processo de forma clara e simples, para que os envolvidos entendam seu *status*, próximos passos e pendências. Como aspectos desejáveis identificou-se que devem ser previstos acessos específicos para diferentes usuários e local para *upload* de documentos organizado por sistemas/variáveis.

Com relação à simulação de desempenho termo energético, identifica-se que a principal ferramenta disponível para as novas metodologias propostas (INIs) são os meta-modelos. No entanto, a análise realizada indica que estes ainda possuem diversos pontos de melhoria e demandam complementações para que o processo como um todo seja abrangido de forma simplificada e acessível à maior parte dos consumidores. As principais sugestões de melhoria se relacionam à inclusão de valores padronizados, automação de um maior número de processos e a simplificação da entrada de dados. A explicação clara

dos processos ao usuário e a garantia de usabilidade são pontos-chave para que ela possa ser utilizada em larga escala, necessitando o menos possível de profissionais altamente especializados.

Para o próximo produto, espera-se que estas sugestões e funcionalidades desejáveis sejam concretizadas em uma proposta, primeiramente relacionadas à parte de estimativa de desempenho (produto 3) e em seguida à gestão da certificação (produto 4).

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. **NORMA BRASILEIRA ABNT NBR 15220-2:2005**. Desempenho térmico de edificações – Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações. 30 mai. 2005.

ADENE. **Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (SCE)**.

Disponível em: <<https://docplayer.com.br/55109017-Sistema-nacional-de-certificacao-energetica-e-da-qualidade-do-ar-interior-nos-edificios-sce.html>>. Acesso em: 4 mar. 2022.

BATTISTINI, V.O.; MATAR, E.S. **Nova emenda da NBR 15575 – Norma de Desempenho para o Desempenho Térmico, entenda o que mudou**. INOVATECH, 6 abr. 2021. Disponível em: <https://inovatech engenharia.com.br/normas-de-desempenho/nova-emenda-da-nbr-15575-desempenho-termico/>. Acesso em: 6 jan. 2022.

BUILD_ME. **Building Energy Performance Tool**. Disponível em: <<https://www.buildings-mena.com/info/building-energy-performance-tool>>. Acesso em: 27 jan. 2022.

CBCS - DEO. **Plataforma de Cálculos - Benchmarking de Consumo de Energia**. Disponível em:

<<https://plataformadeo.cbcs.org.br/>>. Acesso em: 27 jan. 2022.

CECarbon. **Sobre a CECarbon**. Disponível em: <<https://www.cecarbon.com.br/about>>. Acesso em: 30 jan. 2022.

EDGE Buildings. **Aplicativo EDGE**. Disponível em: <<https://app.edgebuildings.com/project/allBuildings>>.

Acesso em: 25 fev. 2022.

ELETOBRAS; PUC-PR. **Programa de simulação higrotermoenergética de edificações - Domus - Procel Edifica**. (s.l.). 2013.

ENERGY STAR. **How to Apply for ENERGY STAR Certification**. Disponível em:

<https://www.energystar.gov/buildings/building_recognition/building_certification/how_apply>. Acesso em: 21 mar. 2022.

ENERGY STAR. **Plataforma Target Finder**. Disponível em:

<<https://portfoliomanager.energystar.gov/pm/targetFinder?execution=e3s1>>. Acesso em: 27 jan. 2022.

FILHO, Mauro Tomaz de Freitas; JÚNIOR, Walteno Martins Parreira. **Analisando o programa de eficiência energética para edificações comerciais usando o software S3E**. Intercursos, Ituiutaba, v. 11, ed. 2, 2012.

GARCIA, Marina da Silva. **Eficiência energética em edifícios [manuscrito]: investigação do S3E como interface de simulação simplificada**. 2017. 144f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017.

GUERRA, Mariana de Rezende. **Projeto E Desenvolvimento De Uma Planta Piloto Com Conceitos De Arquitetura Bioclimática**. 2016. 43f. Monografia (Graduação) - Curso de Engenharia de Energia da Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, 2016.

INMETRO. **PORTARIA Nº 42, DE 24 DE FEVEREIRO DE 2021**. Aprova a Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (INI-C) que aperfeiçoa os Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C), especificando os critérios e os métodos para a classificação de edificações comerciais, de serviços e públicas quanto à sua eficiência energética. 2021. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC002707.pdf>

INMETRO. **CONSULTA PÚBLICA Nº 18, DE 12 DE JULHO DE 2021**. Proposta de alteração da Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Residenciais, aprovada pela Portaria nº 18, de 16 de janeiro de 2012. 2021. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC002807.pdf>

LEED rating system | U.S. Green Building Council. **LEED Online**. Disponível em: <https://www.leedonline.com/projects>. Acesso em: 25 fev. 2022.

MENDES, N. et al. **Simulação energética computacional: metodologia para análise de eficiência energética de edificações utilizando-se o software Domus-Eletrabras**. In: XXIII SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, Foz do Iguaçu, 2015.

NABERS ENERGY. **What is NABERS?** Disponível em: <https://www.nabers.gov.au/about/what-nabers>. Acesso em: 14 fev. 2022.

PBE EDIFICA. **Nova Instrução Normativa Inmetro**. Disponível em: <https://www.pbeedifica.com.br/nova-ini>. Acesso em: 06 jan. 2022.

Portal Casa Mais. **Simulador**. Disponível em: <https://portalcasamais.pt/area-reservada/simulador/habitacao>. Acesso em: 4 mar. 2022.

PROCELINFO. Domus - Eletrabras. Disponível em <http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View=%7BA6340DFB-8A42-41FC-A79D-B43A839B00E9%7D&Team=¶ms=itemID=%7B74729B3F-5A41-466E-8AA2-0CAE452ADB3%7D;&UIPartUID=%7B05734935-6950-4E3F-A182-629352E9EB18%7D>. Acesso em: 14 fev. de 2022.

Sinduscon São Paulo. **Webinar Lançamento curso prático para uso da ferramenta CECarbon**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=nfvEu2RMmFk>. Acesso em: 31 jan. 2022.

Calificación Energética. **Herramientas de Cálculo de la Calificación Energética de Viviendas**. Disponível em: <<https://www.calificacionenergetica.cl/herramientas-de-calculo-de-la-calificacion-energetica-de-viviendas/>>. Acesso em: 4 mar. 2022.

Danish Energy Agency. **Denmark presents a green energy transition calculator at COP 21**. Disponível em: <<https://www.mynewsdesk.com/danish-energy-agency/news/denmark-presents-a-green-energy-transition-calculator-at-cop-21-182001>>. Acesso em: 4 mar. 2022.

Danish Energy Agency. **Energy Labels for Buildings**. Disponível em: <<https://ens.dk/en/our-responsibilities/energy-labels-buildings>>. Acesso em: 28 fev. 2022.

Danish Energy Agency. **Levelized Cost of Energy (LCoE) Calculator**. Disponível em: <<https://ens.dk/en/our-responsibilities/global-cooperation/levelized-cost-energy-calculator>>. Acesso em: 28 fev. 2022.

Danish Energy Agency. **The Danish Energy Agency launches improved LCoE calculator**. Disponível em: <<https://ens.dk/en/press/danish-energy-agency-launches-improved-lcoe-calculator>>. Acesso em: 28 fev. 2022.

Secretaría de Energía Argentina. **Etiquetado de Viviendas**. Disponível em: <<https://etiquetadoviviendas.energia.gob.ar/inicio#>>. Acesso em: 28 fev. 2022

ANEXO I – INFORMAÇÕES REQUERIDAS NAS ABAS DA SEÇÃO DE “ETAPAS CONSTRUTIVAS”

Informações requeridas nas abas da seção de etapas construtivas da ferramenta CECarbon

Abas	Informações requeridas
Serviços Preliminares - “Considera as emissões e a energia embutida associadas ao uso de máquinas e ao transporte do solo até a obra e posterior destinação. Orientação: Identificar o solo transportado, a distância total percorrida (até a obra ou até a destinação final”.	<p>Movimentação do Solo</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Solo transportado (identificação da porção do solo, por exemplo: “solo 1” ou “solo 2”) ● Segmentação em: recebido, destinado e solo total movimentado ● Distância total percorrida (em km) ● Número estimado de percursos ● Segmentação em: fonte própria ou terceirizada <p>Uso de combustíveis em máquinas</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Descrição da máquina (identificação, por exemplo: “gerador central”) ● Tipo de combustão (estacionária ou móvel) ● Combustível utilizado (as possibilidades apresentadas variam a partir do tipo de combustão selecionada) ● Volume ou quantidade utilizada (varia em função do combustível selecionado) ● Seleção sobre fonte (própria ou terceirizada)
Fundações - “Considera emissões e a energia embutida associadas aos materiais utilizados, bem como aqueles referentes ao seu transporte, além do uso de combustíveis fósseis na etapa”	<p>Consumo de Materiais e Frete Associado</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Material (Concreto, Concreto 35MPa, Aço, Areia, Cimento CP II-E, Concreto 25MPa, Cimento CP IV, Manta Asfáltica a Frio, Mastique Asfáltico, Cimento CP I, Brita, Madeira Bruta Serrada, Concreto 30-32 MPa, Manta Asfáltica Quente) ● Quantidade ● Unidade (varia a partir do material) ● Fornecedor ● Distância até o empreendimento (em km) ● Número estimado de percursos <p>Uso de combustíveis em máquinas</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Descrição da máquina (identificação, por exemplo: “gerador central”) ● Tipo de combustão (estacionária ou móvel) ● Combustível utilizado (as possibilidades apresentadas variam a partir do tipo de combustão selecionada) ● Volume ou quantidade utilizada (varia em função do combustível selecionado) ● Seleção sobre fonte (própria ou terceirizada)
Estrutura	<p>Consumo de Materiais e Frete Associado</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Material (Concreto, Concreto 35MPa, Aço, Areia, Cimento CP II-E,

Abas	Informações requeridas
	<p>Concreto 25MPa, Cimento CP IV, Manta Asfáltica a Frio, Mastique Asfáltico, Cimento CP I, Brita, Madeira Bruta Serrada, Concreto 30-32 MPa, Manta Asfáltica Quente)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Quantidade ● Unidade (varia a partir do material) ● Fornecedor ● Distância até o empreendimento (em km) ● Número estimado de percursos <p>Uso de combustíveis em máquinas</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Descrição da máquina (identificação, por exemplo: “gerador central”) ● Tipo de combustão (estacionária ou móvel) ● Combustível utilizado (as possibilidades apresentadas variam a partir do tipo de combustão selecionada) ● Volume ou quantidade utilizada (varia em função do combustível selecionado) ● Seleção sobre fonte (própria ou terceirizada)
Vedações	<p>Consumo de Materiais e Frete Associado</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Material (Concreto, Concreto 35MPa, Aço, Areia, Cimento CP II-E, Concreto 25MPa, Cimento CP IV, Manta Asfáltica a Frio, Mastique Asfáltico, Cimento CP I, Brita, Madeira Bruta Serrada, Concreto 30-32 MPa, Manta Asfáltica Quente) ● Quantidade ● Unidade (varia a partir do material) ● Fornecedor ● Distância até o empreendimento (em km) ● Número estimado de percursos <p>Uso de combustíveis em máquinas</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Descrição da máquina (identificação, por exemplo: “gerador central”) ● Tipo de combustão (estacionária ou móvel) ● Combustível utilizado (as possibilidades apresentadas variam a partir do tipo de combustão selecionada) ● Volume ou quantidade utilizada (varia em função do combustível selecionado) ● Seleção sobre fonte (própria ou terceirizada)
Revestimentos (Interno e Externo)	<p>Consumo de Materiais e Frete Associado</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Material (Concreto, Concreto 35MPa, Aço, Areia, Cimento CP II-E, Concreto 25MPa, Cimento CP IV, Manta Asfáltica a Frio, Mastique Asfáltico, Cimento CP I, Brita, Madeira Bruta Serrada, Concreto 30-32 MPa, Manta Asfáltica Quente) ● Quantidade ● Unidade (varia a partir do material)

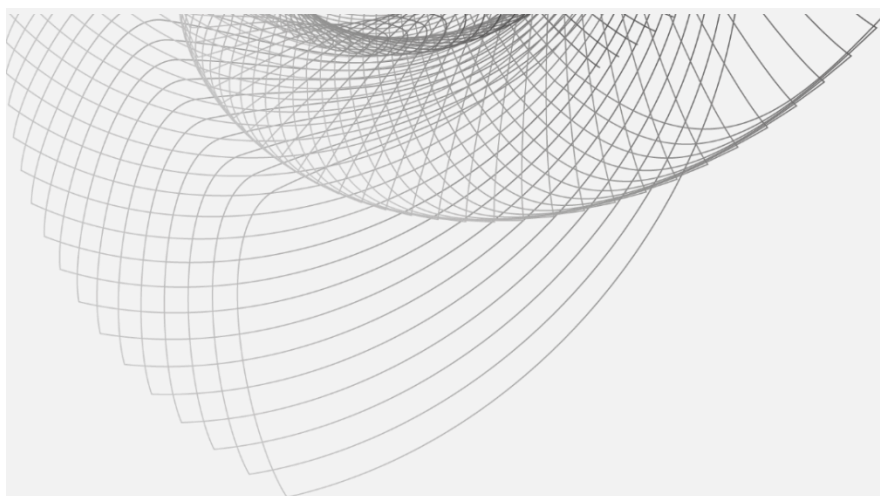
Abas	Informações requeridas
	<ul style="list-style-type: none"> ● Fornecedor ● Distância até o empreendimento (em km) ● Número estimado de percursos <p>Uso de combustíveis em máquinas</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Descrição da máquina (identificação, por exemplo: “gerador central”) ● Tipo de combustão (estacionária ou móvel) ● Combustível utilizado (as possibilidades apresentadas variam a partir do tipo de combustão selecionada) ● Volume ou quantidade utilizada (varia em função do combustível selecionado) ● Seleção sobre fonte (própria ou terceirizada)
Esquadrias e Vidros	<p>Consumo de Materiais e Frete Associado</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Material (Concreto, Concreto 35MPa, Aço, Areia, Cimento CP II-E, Concreto 25MPa, Cimento CP IV, Manta Asfáltica a Frio, Mastique Asfáltico, Cimento CP I, Brita, Madeira Bruta Serrada, Concreto 30-32 MPa, Manta Asfáltica Quente) ● Quantidade ● Unidade (varia a partir do material) ● Fornecedor ● Distância até o empreendimento (em km) ● Número estimado de percursos <p>Uso de combustíveis em máquinas</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Descrição da máquina (identificação, por exemplo: “gerador central”) ● Tipo de combustão (estacionária ou móvel) ● Combustível utilizado (as possibilidades apresentadas variam a partir do tipo de combustão selecionada) ● Volume ou quantidade utilizada (varia em função do combustível selecionado) ● Seleção sobre fonte (própria ou terceirizada)
Pintura	<p>Consumo de Materiais e Frete Associado</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Material (Concreto, Concreto 35MPa, Aço, Areia, Cimento CP II-E, Concreto 25MPa, Cimento CP IV, Manta Asfáltica a Frio, Mastique Asfáltico, Cimento CP I, Brita, Madeira Bruta Serrada, Concreto 30-32 MPa, Manta Asfáltica Quente) ● Quantidade ● Unidade (varia a partir do material) ● Fornecedor ● Distância até o empreendimento (em km) ● Número estimado de percursos <p>Uso de combustíveis em máquinas</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Descrição da máquina (identificação, por exemplo: “gerador

Abas	Informações requeridas
	<p>central”)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Tipo de combustão (estacionária ou móvel) ● Combustível utilizado (as possibilidades apresentadas variam a partir do tipo de combustão selecionada) ● Volume ou quantidade utilizada (varia em função do combustível selecionado) ● Seleção sobre fonte (própria ou terceirizada)
Cobertura	<p>Consumo de Materiais e Frete Associado</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Material (Concreto, Concreto 35MPa, Aço, Areia, Cimento CP II-E, Concreto 25MPa, Cimento CP IV, Manta Asfáltica a Frio, Mastique Asfáltico, Cimento CP I, Brita, Madeira Bruta Serrada, Concreto 30-32 MPa, Manta Asfáltica Quente) ● Quantidade ● Unidade (varia a partir do material) ● Fornecedor ● Distância até o empreendimento (em km) ● Número estimado de percursos <p>Uso de combustíveis em máquinas</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Descrição da máquina (identificação, por exemplo: “gerador central”) ● Tipo de combustão (estacionária ou móvel) ● Combustível utilizado (as possibilidades apresentadas variam a partir do tipo de combustão selecionada) ● Volume ou quantidade utilizada (varia em função do combustível selecionado) ● Seleção sobre fonte (própria ou terceirizada)
Pavimentação e Infraestrutura	<p>Consumo de Materiais e Frete Associado</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Material (Concreto, Concreto 35MPa, Aço, Areia, Cimento CP II-E, Concreto 25MPa, Cimento CP IV, Manta Asfáltica a Frio, Mastique Asfáltico, Cimento CP I, Brita, Madeira Bruta Serrada, Concreto 30-32 MPa, Manta Asfáltica Quente) ● Quantidade ● Unidade (varia a partir do material) ● Fornecedor ● Distância até o empreendimento (em km) ● Número estimado de percursos <p>Uso de combustíveis em máquinas</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Descrição da máquina (identificação, por exemplo: “gerador central”) ● Tipo de combustão (estacionária ou móvel) ● Combustível utilizado (as possibilidades apresentadas variam a partir do tipo de combustão selecionada) ● Volume ou quantidade utilizada (varia em função do combustível

Abas	Informações requeridas
	selecionado) <ul style="list-style-type: none"> ● Seleção sobre fonte (própria ou terceirizada)
Instalações Prediais	Consumo de Materiais e Frete Associado <ul style="list-style-type: none"> ● Material (Concreto, Concreto 35MPa, Aço, Areia, Cimento CP II-E, Concreto 25MPa, Cimento CP IV, Manta Asfáltica a Frio, Mastique Asfáltico, Cimento CP I, Brita, Madeira Bruta Serrada, Concreto 30-32 MPa, Manta Asfáltica Quente) ● Quantidade ● Unidade (varia a partir do material) ● Fornecedor ● Distância até o empreendimento (em km) ● Número estimado de percursos Uso de combustíveis em máquinas <ul style="list-style-type: none"> ● Descrição da máquina (identificação, por exemplo: “gerador central”) ● Tipo de combustão (estacionária ou móvel) ● Combustível utilizado (as possibilidades apresentadas variam a partir do tipo de combustão selecionada) ● Volume ou quantidade utilizada (varia em função do combustível selecionado) ● Seleção sobre fonte (própria ou terceirizada)

Produto 02 - Benchmarking das funcionalidades existentes em ferramentas de simulação de consumo e avaliação e eficiência energética em edificações, considerando sua aplicabilidade para o PBE Edifica e Selo Procel Edificações

mitsidi
PROJETOS



Rua Bela Cintra, 478
Consolação. CEP 01415-000
+55 11 3159 3188
www.mitsidi.com