



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIDADE ACADÊMICA DO CABO DE SANTO AGOSTINHO
BACHARELADO EM ENGENHARIA MECÂNICA

YURGYMANN HANSLEY DA SILVA DE MEDEIROS

Cálculo da eficiência energética do Edifício Vasconcelos Sobrinho (Ceagri II) da UFRPE em condições atuais e propostas de *retrofit* visando aumento da eficiência

Cabo de Santo Agostinho - PE

2023

YURGYMANN HANSLEY DA SILVA DE MEDEIROS

Cálculo da eficiência energética do Edifício Vasconcelos Sobrinho (Ceagri II) da UFRPE em condições atuais e propostas de *retrofit* visando aumento da eficiência

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Engenharia Mecânica da Unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho da Universidade Rural de Pernambuco para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Área de concentração: Sistemas Energéticos

Orientador: Felipe Centeno Gonzalez

Coordenador: Felipe Centeno Gonzalez

Cabo de Santo Agostinho – PE

2023

YURGYMANN HANSLEY DA SILVA DE MEDEIROS

Cálculo da eficiência energética do Edifício Vasconcelos Sobrinho (Ceagri II) da UFRPE em condições atuais e propostas de *retrofit* visando aumento da eficiência

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Engenharia Mecânica da Unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho da Universidade Rural de Pernambuco para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica

Orientador:

Prof. Dr. Eng. Mecânico. Felipe Orlando Centeno González
(UFRPE - Presidente)

Banca Examinadora:

MSc Eng^a Civil. Letícia Gabriela Eli
Membro Externo (Doutoranda/pesquisadora LabEEE/UFSC)

Prof. Dr. Eng. Hídrico. Mateus Henrique Rocha
Membro Interno (UFRPE)

AGRADECIMENTOS

É com imensa gratidão e felicidade que expresso meus sinceros agradecimentos a todos que contribuíram para a conclusão deste trabalho.

Primeiramente Agradeço à minha mãe, Telma Lúcia da Silva, por todo suporte, carinho e amor especialmente nos momentos difíceis. Ao nosso coelhinho de estimação, chamado de ‘Elhinho, e à toda minha família, especialmente meus irmãos Harryson Hansley da Silva de Medeiros e Yorhan Hansley da Silva de Medeiros e minha irmã Khrys Kathyllen da Silva de Medeiros, que foram fontes inestimáveis de apoio emocional e incentivo ao longo dessa jornada acadêmica, meu profundo agradecimento. O apoio destes foi fundamental para superar desafios e manter-me focado nos objetivos.

A todos os amigos que estiveram presentes na minha trajetória, por toda sua amizade, inspiração e momentos especiais. Guardo agradecimentos especiais aos meus colegas Robson Viegas, Maria Eloyse e Matheus Torres, com os quais desfrutei do privilégio de compartilhar experiências pessoais e profissionais que enriqueceram minha trajetória até aqui, o meu sincero obrigado a todos vocês.

Agradeço também aos professores que compartilharam conhecimentos valiosos durante minha trajetória acadêmica, contribuindo para a formação e enriquecimento deste estudo. À MSc Eng^a Civil. Letícia Gabriela Eli e ao Prof. Prof. Dr. Eng. Hídrico. Mateus Henrique Rocha por aceitarem participar da banca de defesa do meu trabalho e por suas contribuições para o aprimoramento do mesmo.

À instituição de ensino, Universidade Federal Rural de Pernambuco (Unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho), que proporcionou o ambiente propício para o aprendizado e desenvolvimento acadêmico, por mais que não possua um estabelecimento físico definitivo, apenas alguns andares alugados de um prédio empresarial, expresso meu reconhecimento pelo esforço coletivo.

Por fim, agradeço a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para este trabalho, assim como à Satanás por mais um dia neste inferno com esta vida de merda. Seu apoio foi essencial para alcançar este marco acadêmico. Que este trabalho possa contribuir para a construção do conhecimento em tal área de estudo.

RESUMO

A evolução tecnológica ao fim dos últimos séculos condicionou uma maior dependência da sociedade ao crescente uso de fontes energéticas o que resultou em um processo de migração interna coletivo entre os países que aderiam aos métodos de maior produção de energia, tendência essa que descrevia o movimento de uma parcela significativa de moradores de regiões rurais para centros urbanos com o intuito de adquirirem melhores condições de vida. Desta forma, o início do terceiro milênio foi marcado pela busca por sistemas cada vez mais energeticamente eficientes em consonância à modernização de técnicas e modos de construção e produção, visando assim reduzir impactos negativos em questões ambientais e se adequando na preservação de recursos naturais. Devido as alterações ao longo dos anos na forma de planejar as construções, estruturas mais antigas dispõem de aspectos datados, porém que muitas vezes oferecem cenários vantajosos no que diz respeito a viabilidade e custos de execução quando relacionada a atualização de seus sistemas energéticos com o planejamento de desenvolvimento de uma edificação inédita. É nessa função em que o procedimento de *retrofit* pode ser implementado, referindo-se, neste caso, a um conjunto de medidas e intervenções realizadas em um edifício existente com o objetivo de melhorar sua eficiência energética, visando-se reduzir o consumo de energia, aumentar o conforto dos ocupantes e diminuir o impacto ambiental da edificação. Com o crescente desafio das demandas energéticas e a necessidade de redução de emissões de gases de efeito estufa, o *retrofit* energético emerge como uma abordagem promissora para otimizar o desempenho energético das edificações existentes. Deste modo, o presente trabalho tem como objetivo investigar a importância e a necessidade de medidas de políticas públicas e incentivos financeiros para viabilizar e promover o *retrofit* em edificações datadas como uma estratégia eficaz para melhorar a sustentabilidade e a eficiência de seus sistemas energéticos. A metodologia adotada inclui uma revisão detalhada da literatura científica e normas técnicas relacionadas a aplicação dos métodos de *retrofit* energético em edificações, baseando-se fortemente na Instrução Normativa INMETRO para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas nº 309/2022 (INI-C nº 309/2022), assim como ferramentas para elaboração e construção do novo modelo a ser proposto para uma edificação selecionada (o Ceagri II, localizado nas imediações do *campus* sede da Universidade Federal Rural de Pernambuco), sendo atribuídos *softwares* e destinados a esquematizar formas de reabilitar tal construção para que esta satisfaça aos critérios atuais.

Palavras-chave: eficiência energética; reabilitação predial; *retrofit* energético; sustentabilidade.

ABSTRACT

The technological evolution at the end of the past centuries has led to a greater dependence of society on the increasing use of energy sources, resulting in a collective internal migration process among countries that adopted methods of higher energy production. This trend described the movement of a significant portion of rural residents to urban centers in search of better living conditions. Thus, the beginning of the third millennium was marked by the pursuit of increasingly energy-efficient systems in line with the modernization of techniques and modes of construction and production, aiming to reduce negative impacts on environmental issues and to preserve natural resources. Due to changes over the years in the way buildings are planned, older structures have dated aspects, but often offer advantageous scenarios in terms of feasibility and execution costs when compared to the updating of their energy systems with the development planning of a new building. It is in this role that the retrofit procedure can be implemented, referring, in this case, to a set of measures and interventions carried out in an existing building with the aim of improving its energy efficiency, aiming to reduce energy consumption, increase occupants' comfort, and decrease the environmental impact of the building. With the growing challenge of energy demands and the need to reduce greenhouse gas emissions, energy retrofit emerges as a promising approach to optimize the energy performance of existing buildings. Therefore, this study aims to investigate the importance and necessity of public policy measures and financial incentives to enable and promote retrofitting in dated buildings as an effective strategy to improve sustainability and the efficiency of their energy systems. The adopted methodology includes a detailed review of scientific literature and technical standards related to the application of energy retrofit methods in buildings, heavily based on the INMETRO Normative Instruction for the Energy Efficiency Classification of Commercial, Service and Public Buildings no. 309/2022, as well as tools for the development and construction of the new model to be proposed for a selected building (Ceagri II, located near the main campus of the Federal Rural University of Pernambuco). Software and resources are assigned to outline ways to rehabilitate such a construction to meet current criteria.

Keywords: building rehabilitation; energy efficiency; energy retrofit; sustainability.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1.** Modelagem tridimensional do edifício do Ceagri II no software SketchUp.
- Figura 2.** Zoneamento Bioclimático Brasileiro definido pela ABNT NBR15220-3:2005.
- Figura 3.** Fotográfica do estabelecimento físico do Edifício Vasconcellos Sobrinho (CEAGRI II).
- Figura 4.** Carta Bioclimático Brasileiro definida pela ABNT NBR15220-3:2005.
- Figura 5.** Faixa de intervalos da etiquetagem energética para o sistema da envoltória atual.
- Figura 6.** Características do modelo de ar condicionado apresentadas pelo fornecedor ArqClima.
- Figura 7.** Intervalo da classe energética do sistema de condicionamento de ar atual.
- Figura 8.** Intervalo da classe energética do sistema de iluminação da edificação na condição atual.
- Figura 9.** Intervalo da classe energética do sistema geral da edificação na condição atual.
- Figura 10.** Exemplo de equipamentos de ar condicionado avariados presentes na edificação.
- Figura 11.** Especificações técnicas do ar condicionado escolhido da empresa STR (ADAPTADO).
- Figura 12.** Sala de aula presente na edificação do Ceagri II com problemas de conforto térmico.
- Figura 13.** Intervalo da classe energética do sistema de condicionamento de ar pós retrofit.
- Figura 14.** Classificação energética do sistema de iluminação da edificação pós retrofit.
- Figura 15.** Intervalo da classe energética do sistema geral da edificação na condição pós retrofit.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AVAC	Aquecimento, Ventilação e Ar-Condicionado
BTU	British Thermal Unit
CEAGRI	Centro de Estudos de Agricultura
CEE	Coefficiente de Eficiência Energética
CgTT	Carga Térmica Total
CRCgTT	Coefficiente de Redução da Carga Térmica Total
DOE	Department of Energy
DPI	Densidade de Potência de Iluminação
EE	Eficiência Energética
FAP	Fator de Ajuste de Potência
FF	Fator de Forma
INIC	Instrução Normativa do Inmetro para Edificações Comerciais, de Serviço e Públicas
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
LED	Light Emitting Diode
MPOG	Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão
NBR	Norma Brasileira
NREL	National Renewable Energy Laboratory
PBE	Programa Brasileiro de Etiquetagem
PI	Potência Instalada
RedC	Percentual de Redução do Consumo
RedCgTT	Redução da Carga Térmica Total
RMR	Região Metropolitana do Recife
UFRPE	Universidade Federal Rural de Pernambuco
Z8	Zoneamento Bioclimático tipo 8

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO
1.1	JUSTIFICATIVA
1.2	OBJETIVOS
1.2.1	Objetivo Geral
1.2.2	Objetivos Específicos
2	DESENVOLVIMENTO
2.1	METODOLOGIA
2.2	MARCO TEÓRICO
2.2.1	Aplicação de <i>softwares</i> no cálculo da eficiência energética
2.2.2	Caracterização do zoneamento bioclimático para a região do edifício estudado
2.2.3	Determinação da classe energética de edificações comerciais, de serviços e públicas
2.3	DESENVOLVIMENTO
2.3.1	Descrição da edificação escolhida para análise
2.3.2	Procedimentos para etiquetagem da edificação
2.3.2.1	Classificação da eficiência energética dos sistemas individuais da edificação
2.3.2.2	Classificação da eficiência energética geral da edificação
3	ANÁLISE DOS RESULTADOS
3.1	CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA DA EDIFICAÇÃO NAS CONDIÇÕES ATUAIS
3.1.1	Classificação energética do sistema da envoltória para as condições atuais
3.1.2	Classificação energética do sistema do condicionamento de ar para as condições atuais
3.1.3	Classificação energética do sistema de iluminação para as condições atuais
3.1.4	Classificação energética do sistema geral para as condições atuais da edificação
3.2	CONSIDERAÇÕES PARA A PROPOSTA DE <i>RETROFIT</i>
3.3	DETERMINAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DA PROPOSTA DE <i>RETROFIT</i>
3.3.1	Classificação do sistema do condicionamento de ar para as condições pós <i>retrofit</i>
3.3.2	Classificação do sistema de iluminação para as condições pós <i>retrofit</i>
3.3.3	Classificação do sistema geral para as condições pós <i>retrofit</i>
4	CONCLUSÃO
4.1	Conclusões
4.2	Recomendações para trabalhos futuros
	REFERÊNCIAS
	APÊNDICES
	ANEXOS

1 INTRODUÇÃO

Desde os primórdios da civilização humana, a sociedade tem passado por transformações significativas, conforme ao que tornava necessário se adaptar, impulsionadas nas décadas mais recentes da história pelo desenvolvimento tecnológico e industrial, acompanhado por uma crescente dependência em migrar de princípios rurais para um estilo de vida mais urbanizado (DATHEIN, 2003). No decorrer dos últimos séculos houveram mudanças relevantes na forma da sociedade operar como um todo, partindo de conglomerados dispersos (majoritariamente campestres) até voltar-se a um foco de regiões centralizadas em polos urbanos de maior atividade social, conhecidos no Brasil pelo termo distrito-sede, que passariam a admitir assentamentos humanos relativamente menores em suas imediações conforme seu avanço financeiro. Esse povoamento concentrado se deve principalmente por conta de fatores de modernização gradativa por meio da implementação do setor de processos industriais na economia (LEITE, 2022). Essa alteração de técnicas, processos e instrumentos aplicados a um espaço geográfico definido implicou em um aumento econômico por conta da formação de centros comerciais acentuados e construção de indústrias e empresas associadas, conceito este que gradualmente se aderiu na cultura e conduta dos demais povos e territórios.

A urbanização é um fenômeno global que reflete a busca por oportunidades econômicas, acesso a serviços e conveniências modernas, porém em contrapartida esse processo é responsável por implicar em uma demanda cada vez maior por energia conforme a progressão do avanço tecnológico e a industrialização, afetando diretamente os aspectos estruturais da sociedade (na forma como as edificações são esquematizadas e desenvolvidas, por exemplo) (BLANCO, 2017). O movimento acelerado desse efeito durante a revolução industrial do século XVIII resultou na necessidade de fornecer infraestrutura adequada para acomodar a população crescente, incluindo habitações, espaços comerciais e sistemas energéticos, o que trouxe um aumento exponencial na dependência por energia à medida que a modernização se tornava mais presente na formação da sociedade (DATHEIN, 2003). Já os avanços tecnológicos permitiram saltos significativos na produtividade e no conforto humano por meio do desenvolvimento de máquinas, equipamentos e sistemas elétricos, mas também agregaram maiores desafios em termos de fornecimento e gestão de energia (LEITE, 2022). Edificações antes construídas para atender às necessidades básicas de abrigo e proteção agora precisavam ser projetadas para suportar uma ampla gama de demandas energéticas, desde iluminação e aquecimento até sistemas de comunicação e equipamentos eletrônicos.

Assim, conforme a sociedade evoluía, as edificações também eram adaptadas por meio da arquitetura e engenharia para atender às novas demandas energéticas, passando a admitir aspectos como eficiência energética, uso de energias renováveis e integração de sistemas inteligentes para gerenciamento e controle de energia (BLANCO, 2017). A busca por soluções sustentáveis e ambientalmente amigáveis tornou uma preocupação central no desenvolvimento de edificações, levando ao conceito de edifícios verdes e à adoção de práticas de construção sustentável onde o real sucesso na projeção dessas estruturas não se dá apenas por fatores ecológicos como também pelo correto planejamento do processo construtivo da obra, visando o mínimo desperdício possível para a mesma (GOMES, 2019).

Nesse cenário práticas de reforma predial se tornam cada vez mais frequentes devido a sua maior viabilidade quando comparadas aos processos de demolição e construção de edificações no que diz respeito a viabilidade econômica e minimização nos impactos socioambientais (AMORIM, 2021). Entre as ferramentas mais usuais nesta área atualmente, as aplicações de métodos por *retrofit* encontram-se em maior destaque por não só oferecerem a possibilidade de atualização parcial das construções como também podem ser implementados onde se deseja uma remodelagem total na estrutura de um edifício, sendo assim um instrumento praticamente indispensável para reabilitação predial às exigências atuais (OLIVEIRA, 2021).

O Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão ressalta, através da Instrução Normativa nº 2 de 2014, que no ramo da construção civil, o termo *retrofit*, do inglês “reabilitação” ou “modernização”, remete às intervenções nos sistemas energéticos e/ou estruturais de uma construção por meio de técnicas e ideias de remodelagem visando assim alcançar melhores condições de desempenho e conforto, ao mesmo tempo que procura reformular os sistemas para produzir ganhos econômicos. Essa reabilitação de estruturas já existentes está muitas vezes intrinsecamente ligada à busca por soluções sustentáveis e eficientes do ponto de vista energético, possibilitando uma redução significativa dos impactos ambientais do edifício, além de promover também a sustentabilidade e contribuir para a construção de um futuro mais resiliente e ecologicamente equilibrado (AMORIM, 2021).

Outro ponto importante a ser concebido na implementação do processo de adaptação de obras é o fator bioclimático referente às condições como temperatura, umidade, ventos e radiação solar, que variam conforme a localização geográfica e podem impactar diretamente no consumo de energia e conforto térmico do edifício, sendo possível adotar medidas específicas para melhorar o seu desempenho, como o uso de isolamento térmico adequado, a seleção de materiais com propriedades térmicas adequadas e a adoção de estratégias de sombreamento e

ventilação natural (PINHEIRO e ROMÉRO, 2023). Portanto, entender as características climáticas e condições ambientais locais é essencial para tomar decisões informadas durante o processo de *retrofit*, considerando-se as características específicas de cada edifício e sua localização. O clima, a disponibilidade de recursos naturais e as regulamentações ambientais são fatores cruciais considerados na implementação de uma análise por *retrofit*, a fim de garantir soluções eficazes e adequadas às condições ambientais de cada região (OLIVEIRA, 2021).

A presença de construções antigas em território brasileiro tem demonstrado um impacto significativo no consumo energético do país, pois muitas vezes essas estruturas datadas não foram projetadas levando em consideração os padrões atuais de eficiência energética, o que é observado pela presença de deficiências em quesitos de isolamento térmico, sistemas de iluminação ineficientes, equipamentos ultrapassados e outros aspectos que podem contribuir para um maior consumo de energia (GOMES, 2019). As perdas significativas de calor durante o inverno e ganho excessivo do mesmo durante o verão devido à ausência de pontos propriamente isolados pode acabar por desenvolver uma maior dependência de sistemas de aquecimento e refrigeração, respectivamente, que consomem uma quantidade considerável de energia. Esse maior consumo de energia e geração de calor em edifícios arcaicos pode também ser ocasionado pela presença de sistemas de iluminação e equipamentos obsoletos presentes que normalmente dispõem de um rendimento expressivamente inferior quando comparado àquele apresentado por modelos recentes de maior eficiência (AMORIM, 2021). Outra consequência evidente da necessidade da reabilitação de antigas edificações é a possível ocorrência de sobrecarga das instalações elétricas, pois essas estruturas, muitas vezes, não foram projetadas para suportar a carga elétrica exigida por dispositivos modernos, assim modelos prediais ultrapassados tendem cada vez mais a demonstrar baixas em questões de segurança devido também ao uso crescente de equipamentos eletroeletrônicos nos últimos anos (FUMAGALLI, 2015).

Com base na contextualização exposta do tema inerente as modernizações nos sistemas energéticos e sua evidente importância no cenário em que se apresenta os setores de arquitetura e construção civil no Brasil e ao redor do mundo atualmente, este projeto tem como foco principal o melhoramento na eficiência dos sistemas de energia presentes em uma dada edificação localizada no *campus* sede da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) por meio de medidas e intervenções utilizando *retrofit* com o intuito de adaptar o complexo estrutural em observação para os padrões definidos pelas normas nacionais mais recentes, recorrendo-se a critérios e programas de remodelagem e análise energética.

No âmbito educacional, as instruções normativas brasileiras muitas vezes categorizam prédios educacionais como comerciais devido à sua estrutura de gestão financeira e operacional, alinhando-se com aspectos de utilização, como a presença de espaços comerciais, restaurantes e/ou livrarias, além de critérios de desempenho energético semelhantes aos de edificações comerciais (REIS,). Por mais que estes últimos pontos não estejam presentes nas fronteiras que delimitam o espaço da construção do edifício determinado para a análise neste projeto, o Edifício Vasconcelos Sobrinho, a Instrução Normativa brasileira vigente que atua como diretriz para caracterização estrutural de construção implica que prédios com finalidades educacionais se enquadram no setor de edifícios comerciais (Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas nº 309/2022).

Esse contexto, embora se apresente como uma abordagem de grande importância para a sociedade uma vez que influencia diretamente na qualidade de vida da população, expõe uma lacuna significativa nas políticas específicas para essa categoria de construções, onde as normativas vigentes, tais como a ABNT NBR 5674 e a ABNT NBR 15220-3, oferecem diretrizes gerais para a manutenção de edificações, porém carecem de detalhamento específico para a sua reabilitação, abrangendo tanto edificações públicas quanto comerciais e residenciais. A Norma Brasileira NBR 5674:1999 se destina aos critérios para o planejamento da manutenção de edificações com o intuito de prolongar seu desempenho atuando de forma a inspecionar e manter um padrão da qualidade predial de modo geral (NBR 5674:1999), já a Norma Brasileira NBR 15220-3:2005 refere-se às condições de zoneamento bioclimático apresentando breves descrições relacionadas aos aspectos gerais de ventilação natural dos edifícios para cada divisão presente em território brasileiro (NBR 15220-3:2005). Portanto, a INI-C Inmetro nº 309/2022 se apresenta como alternativa mais apropriada para ser tomada como base no desenvolvimento de projetos de *retrofit*, o que não impede o uso das outras normativas antes apresentadas no papel de auxiliares na definição dos parâmetros das aplicações de reforma na edificação.

Com base no que foi apresentado, a escolha dessa edificação está relacionada à instituição onde se localiza a edificação não só dispõe de pontos positivos, sendo de significativa importância para moradores da região por exemplo, como também possui algumas qualidades negativas, a presença de instalações e prédios com aspectos datados em relação aos padrões atuais. Assim, o método que será utilizado para analisar a eficiência energética da edificação será centrado em análises e testes por meio de simulações das condições reais presentes no local.

1.1 JUSTIFICATIVA

Conforme observado por *Global Mapping* (2007), espera-se que até meados do ano de 2030 aproximadamente 50% do conjunto total de complexos residenciais presentes no mundo ainda seja formado por obras já construídas. Por outro lado, um dos maiores destaques do consumo de energia elétrica que ainda perdura em território brasileiro se dá pelas edificações (excluindo gastos remetentes a projeção e construção dos mesmos), correspondendo a cerca de metade do uso total de eletricidade no país, dos quais podem ainda ser divididos em subcategorias conforme o propósito de cada edifício, sendo esses os setores residencial, público e comercial. Ainda nesta temática, ressalta-se que no Brasil a categoria de obras residenciais detém pouco mais da metade da demanda energética referente às edificações (EPE, 2018).

No cenário dos últimos anos, a nação brasileira enfrentou crises especialmente no que diz respeito aos aspectos econômicos, financeiros e energéticos do país, que proporcionaram aumentos significantes em tarifas e contas de energia elétrica que ainda demonstram crescimentos contínuos (INVERNIZZI, 2022). Os complexos de usinas hidroelétricas ainda se destacam no Brasil como o principal meio de produção e disponibilidade de eletricidade para a distribuição na rede pública de energia, sendo as matrizes termelétricas evidenciadas como segunda maior fonte energética do país (INVERNIZZI, 2022). Contudo, o método alternativo apresentado ainda dispõe de custos elevados para seu funcionamento e, juntamente aos impactos de diversos fenômenos climatológicos recorrentes que afetam negativamente o potencial de produção de centros termelétricos, gera-se uma necessidade eminente na mudança de hábitos, buscando formas de produção energética mais sustentáveis e eficientes. Por consequência, tal *deficit* energético afeta drasticamente o setor da construção civil, originando altos custos para o financiamento de projetos em eficiência predial (MACHADO, 2018).

Outro fator que reforça a necessidade do investimento em reformas e medidas de *retrofit* em sistemas energéticos nos estados brasileiros é a prevalência majoritária de edifícios antigos que ainda representam grande parte das construções do país (GOMES, 2019). Esses edifícios, muitas vezes, geram grandes desperdícios de energia devido à falta de atualização ou adaptação dos sistemas que possuem equipamentos obsoletos, além da ausência da aplicação de medidas ou soluções arquitetônicas e tecnológicas com o intuito de minimizar o uso da energia elétrica, o que resulta em uma realidade que demanda atenção e intervenção devido alto consumo energético que, em grande parte dos casos, poderia ser evitado por meio da disposição prévia dos meios necessários para a consecução de reduções energéticas aplicáveis (AMORIM, 2021).

Esse tipo de situação é especialmente preocupante nas diversas regiões do país onde há uma concentração significativa de edifícios culturais antigos, em centros históricos de grandes cidades ou localidades históricas de algumas capitais por exemplo, onde é comum encontrar edificações que possuem décadas, ou até mesmo séculos de existência. Esses prédios históricos e culturais são valiosos para a identidade e memória da sociedade, porém enfrentam desafios em termos de eficiência energética cuja solução não depende apenas das suas limitações arquitetônicas e estruturais, como também devem ser consideradas normas específicas referentes as restrições de modificação e conservação dos atributos socioculturais originais da devida obra (OLIVEIRA, 2021).

Para manter as edificações em concordância aos padrões dos aspectos energéticos e estruturais mais recentes, fóruns de normalização, como a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) por exemplo, implementam recomendações quanto ao desempenho energético de habitações unifamiliares de interesse social. Entre as normas aplicáveis às construções, a ABNT NBR 15220 e suas variantes sugerem, por meio do estudo de cartas bioclimáticas, diretrizes construtivas para a avaliação estrutural de obras com base em sua localização no zoneamento bioclimático do território brasileiro, detalhando estratégias de condicionamento térmico através de parâmetros e condições de contorno fixados. Já as regulamentações dispostas pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) ressaltam a necessidade de critérios para a classificação de edifícios, em projeto ou finalizados, dos mais diversos propósitos, conforme à sua eficiência energética, respeitando o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE). A Instrução Normativa do Inmetro para Edificações Comerciais, de Serviço e Públicas (ou apenas INI-C) é um dos critérios responsáveis por tal caracterização e etiquetagem de construções, utilizando-se de parâmetros para a composição da condição de referência das diferentes tipologias de obras civis.

O Edifício Vasconcelos Sobrinho, mais conhecido como Ceagri II, localizado no *campus* sede da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), é um exemplo de estrutura projetada levando em consideração as necessidades específicas dos departamentos e laboratórios que seriam alocados nas instalações do edifício durante o processo de expansão da instituição ao longo dos anos. Contudo, por mais que já tenha passado por reformas parciais, essa edificação acometida pelos impactos temporais e padrões datados requer uma abordagem de adaptação mais delicada, visando otimizar o ambiente de aprendizado e pesquisa, adequando o edifício às demandas e aos padrões energéticos atuais, reduzindo-se assim o consumo de energia e as emissões de carbono do mesmo, além de preservar seu valor patrimonial.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Calcular da eficiência energética do Edifício Vasconcelos Sobrinho (Ceagri II) da UFRPE em condições atuais e propor retrofit visando aumento da eficiência.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Fazer revisão bibliográfica sobre cálculo de eficiência energética em edificações mediante análise simplificada e de simulação;
- Avaliar energeticamente a edificação nas condições atuais pelo método de simulação com base em modelagem computacional para seus aspectos térmicos e estruturais;
- Propor medidas de *retrofit* visando aumentar a eficiência energética da edificação;
- Avaliar energeticamente a edificação nas condições propostas no *retrofit*.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 METODOLOGIA

A proposta do presente trabalho se destina ao levantamento bibliográfico e análise do que se refere à temática da atualização tecnológica de sistemas prediais para demonstrar as vantagens da aplicação de processos de *retrofit* em edificações datadas, relacionadas a menor faixa de custos e gastos em comparação ao ato de projetar, desenvolver e executar a construção de um edifício a partir do zero. Desse modo, o objetivo deste trabalho é avaliar as questões que dizem respeito à eficiência energética em uma determinada edificação localizada no *campus* sede da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e, com base nas avaliações a serem realizadas para cada sistema energético da mesma em sua condição atual, definindo-se assim as melhores estratégias de intervenção por meio de *retrofit* através de cálculos e simulações visando atingir a máxima eficiência energética na edificação por meio de modificações estruturais e redistribuição de seus sistemas, de modo a contribuir para obtenção de melhores resultados em termos de eficiência como também quesitos de sustentabilidade, assim prolongando sua vida útil além de cumprir as exigências atuais de qualidade ambiental.

Entre as possíveis opções de análise computacional para cálculo de gasto e eficiência energética em construções, os programas de simulação denominados *OpenStudio* e *EnergyPlus* se destacam como mais apropriados para o levantamento de estratégias de distribuição energética, uma vez que dispõem de recursos e aplicativos voltados para projeção do consumo de energia especialmente em edifícios, podendo se abranger também aos aspectos de aquecimento, resfriamento, ventilação, iluminação, cargas de processos e manejo de água da estrutura. O *OpenStudio* é uma plataforma de modelagem de edificações de código aberto, desenvolvida para auxílio no manuseio do *EnergyPlus*, dispondo de uma interface intuitiva e poderosa para a criação e análise de modelos energéticos detalhados, sendo possível por meio dela representar com precisão as características de uma edificação existente, permitindo a simulação de diferentes cenários de *retrofit* e a avaliação do desempenho energético de um sistema a ser observado. Já o *EnergyPlus* é uma interface gráfica desenvolvida em uma multiplataforma gratuita sendo capaz de analisar o consumo de energia, o conforto térmico e outras variáveis relacionadas ao desempenho de edificações através de uma abordagem de simulação baseada em detalhes, admitindo a modelagem precisa de sistemas de climatização, iluminação, ventilação e outros elementos relevantes para a eficiência energética de uma

edificação. Ambas ferramentas computacionais apresentam uma ampla gama de recursos e funcionalidades que podem contribuir significativamente na análise e seleção de estratégias de *retrofit* energético, possibilitando avaliar o desempenho energético de diferentes cenários e ambientes de modelagem, comparar o impacto de diferentes medidas de eficiência energética e tomar decisões embasadas em dados e resultados precisos.

Assim, a aplicação dos *softwares* citados é de extrema importância na classificação da eficiência energética geral dos sistemas presentes no Edifício Vasconcelos Sobrinho (Ceagri II), pois por meio deles é possível realizar uma modelagem virtual da estrutura física e, através desta, realizar análises de acordo com as normas atuais da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) e as regulamentações vigentes do INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia). Por outro lado, para classificar a eficiência energética dos sistemas de forma abrangente, devem ser considerados diferentes aspectos e parâmetros relevantes, tais como: o levantamento de consumo de energia, a análise de indicadores de desempenho, a pesquisa e certificações ou selos de eficiência energética, além da própria conformidade com normas e regulamentações. Ao acrescentar essas informações na maneira de classificação é possível tomar decisões informadas e desenvolver estratégias eficientes de *retrofit* energético, visando a melhoria e otimização do desempenho energético juntamente ao aumento da sustentabilidade da edificação estudada.

Ainda em relação ao estudo dos quesitos referentes aos sistemas energéticos prediais, a avaliação energética de um edifício se trata de uma prática fundamental para construções mais sustentáveis e eficientes no que se refere ao consumo de energia pois é essencial para melhorar a eficiência, reduzir custos, promover a sustentabilidade, garantir o conforto dos ocupantes além de atualizar os aspectos energéticos e estruturais cumprindo conforme as normas mais recentes. No caso apresentado, avaliar energeticamente os sistemas energéticos nas condições atuais da edificação do Ceagri II pode ocorrer através de métodos de simulação ou por uma abordagem mais simplificada, como também por ambas de forma simultânea, sendo de importância ressaltar que a escolha entre os métodos de simulação ou simplificados dependerá dos recursos disponíveis, do nível de detalhamento a se desejar além da complexidade do edifício em análise. Na avaliação por meio de simulação computacional, com o auxílio de algum *software* específico para esta função como o *EnergyPlus* por exemplo, é possível criar um modelo virtual do edifício, considerando variáveis como características estruturais, climatização, iluminação, ocupação e uso do edifício, permitindo obter resultados precisos sobre o consumo de energia e o desempenho dos sistemas energéticos. Além desta vertente, também é possível realizar esta

análise de forma simplificada, utilizando métodos que consideram parâmetros mais genéricos e simplificados envolvendo o levantamento de dados de consumo e gastos no edifício, assim possibilitando calcular indicadores de desempenho energético. Contudo, ambas abordagens permitem analisar o desempenho energético do edifício observado em suas condições atuais, identificando possíveis oportunidades de melhoria em áreas de maior consumo e ineficiências, podendo fornecer informações valiosas para embasar a tomada de decisões relacionadas ao *retrofit* energético a ser desenvolvido.

Nesse sentido, determinar a classificação de eficiência energética para cada sistema analisado individualmente é um passo fundamental na avaliação do desempenho de energia no Edifício Vasconcelos Sobrinho a ser estudado, sendo relevante para identificar oportunidades de melhoria e otimização dos sistemas presentes. O INMETRO estabelece critérios e regulamentos que visam garantir a qualidade e o desempenho dos sistemas energéticos, proporcionando uma referência confiável para a classificação de eficiência (INMETRO, 2022). Dessa forma, para realizar tal determinação, torna-se fundamental seguir as leis vigentes no país onde, com base nos resultados obtidos, os sistemas serão classificados de acordo com sua eficiência, permitindo identificar aqueles que apresentam maior desempenho e menor consumo. No caso da envoltória presente na edificação, a eficiência energética pode ser determinada levando em consideração parâmetros como isolamento térmico, resistência à passagem de calor e vedação, que devem ser analisados em conformidade com as normas estabelecidas pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia que regem a classificação energética da envoltória de edificações semelhantes ao Ceagri II. Já para os sistemas de condicionamento de ar, iluminação e aquecimento de água, serão avaliados critérios específicos relacionados ao consumo de energia, desempenho e eficiência dos equipamentos, podendo-se envolver testes e medições de consumo, como também comparação com os padrões estabelecidos pelo INMETRO.

Com base na análise detalhada dos resultados obtidos por meio dos métodos de classificação e determinação dos sistemas energéticos apresentados anteriormente é possível calcular os projetos por *retrofit* que mais bem se adequam às estruturas física e energética do Ceagri II, visando atingir a máxima eficiência energética na edificação. Os programas computacionais mencionados permitem modelar e analisar a construção em seu estado atual, considerando-se parâmetros relevantes para redução de gastos de energia e simular diferentes cenários de *retrofit*. Dessa forma, é possível avaliar o impacto das modificações propostas nos sistemas, assim como identificar aquelas que resultam em uma maior eficiência energética.

2.2 MARCO TEÓRICO

O primeiro passo para propor um processo de *retrofit* na estrutura analisada é calcular e comparar a eficiência energética do edifício observado em suas condições atuais com aqueles obtidos para condição de referência, onde há a necessidade da representação gráfica da obra física por meio da modelagem computacional com o intuito de realizar simulações visando o melhoramento energético da mesma. O *SketchUp*, um software privativo para criação de modelos 3D em mídias digitais, demonstrou-se de grande utilidade para esta finalidade pois, além de se tratar de uma ferramenta específica para a apresentação de modelos tridimensionais, dispõe também de diversos *plugins* destinados a funções variadas, onde pode-se destacar a importação e exportação de dados na formatação IDF, reconhecida pelo próprio *EnergyPlus* por meio do módulo denominado Euclid (ENERGYPLUS). Em relação a sua usabilidade, o programa *SketchUp* é prático e versátil no setor de Arquitetura, combinando-se a qualquer atividade profissional relacionada a produção de rascunhos de modelos tridimensionais com a finalidade de criar estudos e esboços durante a fase inicial de trabalhos, permitindo manipular as características do modelo em desenvolvimento de modo rápido e simples.

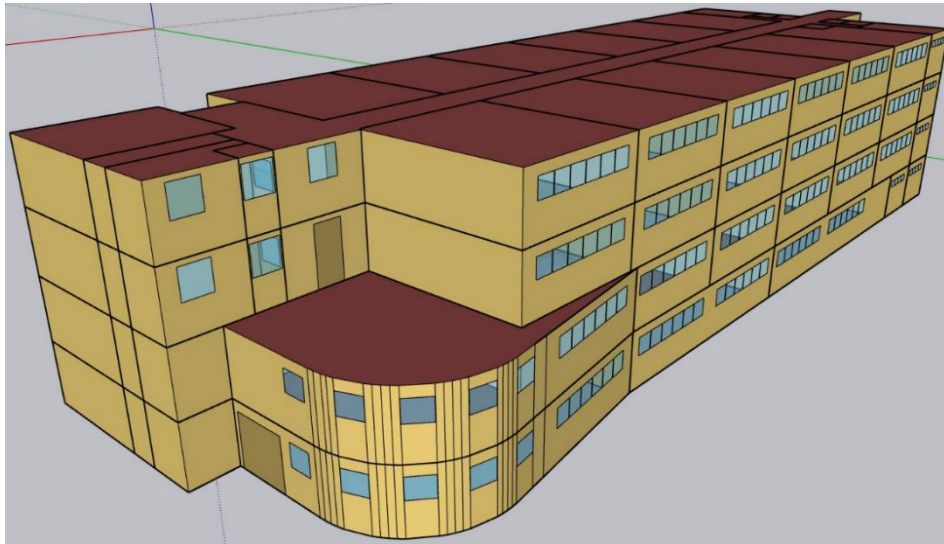
2.2.1 Aplicação de *softwares* no cálculo da eficiência energética

Entre os programas destinados a fins de melhoramento predial em quesitos energéticos, o *EnergyPlus*, desenvolvido pelo Departamento de Energia dos Estados Unidos (*U.S. Department of Energy - DOE*), apresenta grande destaque em tal área por ser um software de simulação energética amplamente utilizado para análise de eficiência energética em edificações com a finalidade principal de simular o desempenho energético de edifícios e/ou sistemas de HVAC (Aquecimento, Ventilação e Ar-Condicionado) em ambientes diversos, desde residências até edifícios comerciais e industriais (ENERGYPLUS).

Já o motor gráfico denominado *OpenStudio*, desenvolvido pelo *National Renewable Energy Laboratory* (NREL) dos Estados Unidos, possui a finalidade principal de facilitar a modelagem e a análise detalhada do desempenho energético de edificações, sendo frequentemente utilizado em conjunto com outros *softwares* de simulação energética sendo uma ferramenta poderosa que desempenha um papel essencial para aperfeiçoar aplicações voltadas ao estudo e no cálculo de qualidade e sustentabilidade em edificações, como também fornece auxílio em processos de etiquetagem na área em questão (OPENSTUDIO).

Visto isso, por meio do uso da extensão do Euclid, associada ao *SketchUp* (um programa de modelagem predial com compatibilidade à simuladores térmicos), é possível delimitar as diferentes regiões energéticas apresentadas na estrutura estudada de forma individual onde, numa visão geral, estas seriam os diferentes cômodos presentes no edifício delimitados por suas respectivas paredes, chãos e cobertas (OPENSTUDIO). A Figura 1, a seguir, descreve o modelo criado para os estudos deste trabalho, sendo possível observar as diferentes cores atribuídas para definição das portas, janelas e paredes, assim como para o teto do edifício. Já os Apêndices 1-4 apresentam a relação das outras vistas para tal modelagem.

Figura 1. Modelagem tridimensional do edifício do Ceagri II no software SketchUp.



(Fonte: O Autor, 2023.)

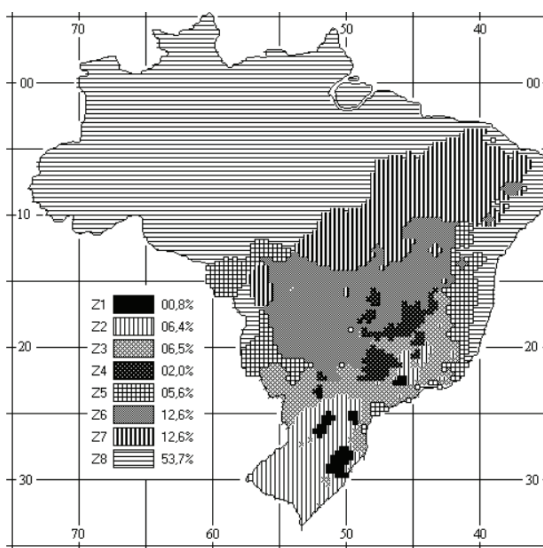
É importante ressaltar que a escolha da ferramenta computacional para este tipo de estudo depende das necessidades e da complexidade do projeto. Para análises detalhadas, o uso de software de simulação energética como o *EnergyPlus* ou o *OpenStudio* é geralmente preferível, enquanto ferramentas como o *Floorspace* podem ser úteis para avaliações preliminares de eficiência energética em estágios iniciais do projeto. Além destes, outras ferramentas comumente usadas são: o *RETScreen*, sendo gratuita amplamente utilizada para análise de eficiência energética e avaliação de projetos de energia renovável (Government of Canada, 2023); o *DesignBuilder*, também integrável ao *EnergyPlus* (DESIGNBUILDER); e o *Autodesk Revit* do qual apresenta um papel semelhante a *SketchUp*, porém com foco maior na área da arquitetura (AUTODESK).

2.2.2 Caracterização do zoneamento bioclimático para a região do edifício estudado

Após a construção do modelo, são definidas as características da região onde se localiza a edificação em análise, necessárias não apenas nas simulações como também para determinar os materiais que compõem a envoltória da mesma. Segundo Machado, 2018, variáveis climáticas podem afetar significativamente no desempenho energético de uma construção, podendo variar seu consumo de energia total em mais de 2/3 uma vez que este resultado depende diretamente dos parâmetros condicionados pelo ambiente externo. Em adição a isso, a sessão *Weather*, no próprio *site* do *EnergyPlus*, oferece um banco de dados compactado com acesso livre que apresenta as condições climáticas de diversas cidades, entre elas a cidade do Recife, em Pernambuco, onde se encontra o Edifício Vasconcelos Sobrinho.

Com relação às características naturais da região do Recife, a parte 3 da ABNT NBR 15220, retrata as diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social delimitado as regiões do Brasil a parte de suas condições bioclimáticas. O resultado deste zoneamento para ser observado na Figura 2, compreendendo oito padrões distintos classificados pelas nomenclaturas de Z1 à Z8 que se associam, de forma crescente, a elevação de temperatura do país, assim quanto maior a temperatura de uma dada região maior será o valor da sua termologia. Essa listagem permite classificar diretrizes construtivas relativas as aberturas, paredes e coberturas de forma adequada e específica para cada zona bioclimática apresentada.

Figura 2. Zoneamento Bioclimático Brasileiro definido pela ABNT NBR15220-3:2005.



(Fonte: NORMA BRASILEIRA ABNT NBR15220-3:2005.)

Por meio de uma cautelosa observação da distribuição climática apresentada na Figura 2 é possível concluir que a Região Metropolitana do Recife (RMR), comumente referida por Grande Recife, se enquadra na categoria Z8 integrando, portanto, o conjunto de regiões com temperaturas mais elevadas no território brasileiro. A NBR 15220:3 ainda ressalta estratégias bioclimáticas recomendadas para os diferentes estados do país conforme sua devida classificação onde, para as imediações da cidade do Recife, são atribuídas as metodologias FIJ (em que F descreve uma zona de desumidificação, havendo a necessidade de renovação do ar do ambiente interno da edificação, e o termo composto IJ associado a uma zona de ventilação). Já com relação às diretrizes aplicáveis à zona bioclimática 8, é sugerido pela norma que as aberturas para ventilação sejam sombreadas e de grandes dimensões, o tipo de vedação externa para paredes e coberturas seja leve refletora, e é aconselhado também que a estratégia de condicionamento térmico passivo para ambientes nesta zona (na estação do verão) seja por meio da desumidificação e ventilação cruzada permanente, onde esta última pode ser alcançada através da renovação do ar interno por ar externo da própria ventilação dos ambientes, estimulando-se a circulação de ar pelos ambientes da edificação.

Essas diretrizes e parâmetros bioclimáticos da região onde se encontra o edifício são cruciais para determinação da composição estrutural de sua envoltória. Visto isso, foi-se realizada uma observação na construção real onde se constatou que as paredes de sustentação são padronizadas e formadas por tijolos de 9 cm preenchidos em suas laterais por um arranjo formado por 3 camadas: a interna nomeada chapisco (com a função de aderência), a intermediária sendo o emboço (utilizada para regular o nível da parede), e a camada externa conhecida popularmente como reboco (cujo intuito de seu uso é realizar o acabamento final). Assim, sendo presente aproximadamente 2,5 a 3 cm desse revestimento de argamassa formado por essas camadas em cada lado dos pilares constituídos por tijolos enfileirados, tem-se uma espessura padrão entorno de 14-15 cm para as paredes da edificação em análise (Anexo 1-8).

Com relação aos aspectos construtivos do Ceagri II, a Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas nº 309/2022 dispõe das opções de inspeção das condições da envoltória do prédio através dos métodos simplificado e por simulação, desde que este esteja enquadrado adequadamente nos parâmetros apresentados. Para o caso de um edifício educacional, assim como o aqui estudado, admite-se o título de edifício comercial para fins educacionais, conforme a própria INI-C apresentada, onde ainda é inferido que para a sua condição real devem ser atendidas as características pré-fixadas conforme sua tipologia, apresentadas a seguir na Quadro 1.

Quadro 1. Características de referência para elementos construtivos em edificações educacionais.

(continua)

Uso típico	Edificações educacionais			
	Condição real	Condição de referência		
		Educação infantil	Ensino fundamental e médio	Ensino superior
Geometria				
Área (m ²)	Condição real			
Orientação solar	Condição real			
Pé-direito (piso a teto) (m)	Condição real			
Aberturas				
PAF - Percentual de área de abertura da fachada (%)	Condição real	40 (0,40)		
Componentes construtivos				
Parede	Condição real	Argamassa interna (2,5 cm), bloco cerâmico furado (9 cm), argamassa externa (2,5 cm)		
Upar - Transmitância da parede externa (W/(m ² .K))	Condição real	2,39		
αPAR - Absortância da parede (adimensional)	Condição real	0,5		
CTpar - Capacidade térmica da parede externa (kJ/(m ² .K))	Condição real	150		
Cobertura	Condição real	Telha de fibrocimento, câmara de ar (>5 cm) e laje maciça de concreto (10 cm)		
Ucob - Transmitância da cobertura (W/(m ² .K))	Condição real	2,06		
αCOB - Absortância da cobertura (adimensional)	Condição real	0,8		
CTcob - Capacidade térmica da cobertura (kJ/(m ² .K))	Condição real	233		
Vidro	Condição real	Vidro simples incolor 6mm		
FS – Fator solar do vidro (adimensional)	Condição real	0,82		
Uvid - Transmitância do vidro (W/(m ² .K))	Condição real	5,7		
AHS - Ângulo horizontal de sombreamento (°)	Condição real	0		
AVS - Ângulo vertical de sombreamento (°)	Condição real	0		
AOV - Ângulo de obstrução vizinha (°)*	Condição real			
Iluminação e ganhos internos				
DPI - Densidade de potência de iluminação (W/m ²)	Condição real	15,5**		
Ocupação (m ² /pessoa)	Condição de referência	2,5	1,5	1,5
DPE - Densidade de potência de equipamentos (W/m ²)***	Condição de referência	15,0		
Horas de ocupação (horas)	8			
Dias de ocupação (N _{ano})****	200			
Situação do piso	Condição real			
Situação da cobertura	Condição real			
Isolamento do piso	Condição real	Sem isolamento		
Condicionamento de ar (refrigeração)				
COP - Coeficiente de performance (W/W)	Condição real	2,60		
Temperatura setpoint (°C)*****	24,0			

Quadro 1. Características de referência para elementos construtivos em edificações educacionais.

(conclusão)

Aquecimento de água*****		
Eficiência do sistema de aquecimento de água sem acumulação ^a	Condição real	0,95
Eficiência do sistema de aquecimento de água com acumulação ^b	Condição real	0,85
Temperatura de armazenamento	Mínimo 50 °C	
Temperatura de uso de água quente	38 °C (norte e nordeste) 40 °C (demais regiões)	
Temperatura de uso de água fria (°C)	Condição real	
Perdas na tubulação – sistema de aquecimento de água sem acumulação	Condição real	0
Perdas de recirculação – sistema de aquecimento de água sem acumulação	Condição real	0
Perdas de armazenamento – sistema de aquecimento de água sem acumulação	Condição real	0
Perdas na tubulação – sistema de aquecimento de água com acumulação	Condição real	Isolamento de 5 mm, $\lambda=0,03 \text{ W}/(\text{m.K})$
Perdas da recirculação – sistema de aquecimento de água com acumulação	Condição real	Isolamento de 5 mm, $\lambda=0,03 \text{ W}/(\text{m.K})$
Perdas de armazenamento – sistema de aquecimento de água com acumulação	Condição real	
<p>* A utilização do ângulo de obstrução por vizinhança (AOV) é opcional.</p> <p>** Adotar este valor para a avaliação parcial da envoltória no caso da utilização do método do edifício completo (Subitem B.III.4.1). Para o método da atividade dos edifícios e potência ajustada, devem ser adotados os valores de potência de iluminação limite (DPI_L) para a classificação D.</p> <p>*** Em casos em que se deseje utilizar os valores reais ou levantados por meio de projeto, a DPE para a condição real e de referência devem ser iguais. Caso sejam adotados valores não tabelados, deve ser entregue memorial de cálculo e declaração de responsabilidade técnica (ART/RRT).</p> <p>**** Os dias de ocupação desta tipologia foram calculados com base na média de dias úteis por ano, excluindo-se os meses de férias, feriados nacionais e fins de semana.</p> <p>***** Caso exista a necessidade da edificação operar com um setpoint diferente, deverá ser entregue uma carta de justificativa ao OIA, seguindo-se então com o método de simulação; nestes casos, deve-se utilizar o mesmo setpoint para a edificação real e sua condição de referência.</p> <p>***** Válido para edificações educacionais com alojamento/internatos.</p> <p>^a Sistema de referência: chuveiro elétrico</p> <p>^b Sistema de referência: boiler elétrico.</p>		

(Fonte: Portaria INMETRO n° 309/2022.)

Os parâmetros dispostos na tabela apresentada, tendo em vista que o edifício observado se trata de um prédio destinado ao ensino superior, são essenciais para certificar que o processo de verificação de eficiência a ser aplicado se enquadra nos parâmetros considerados pela Instrução Normativa Comercial mencionada. Dessa forma, com base nos resultados das simulações e no levantamento de dados por meio de verificações presenciais é então possível realizar a classificação das condições energéticas para os diferentes sistemas presentes na construção estudada e, subsequentemente, etiquetar a eficiência energética geral da edificação.

2.2.3 Determinação da classe energética de edificações comerciais, de serviços e públicas

A INI-C nº 309/2022 acrescenta que mesmo em situações onde um edifício observado apresente classe energética descrita como “A” em algum de seus subsistemas através dos procedimentos para etiquetagem, este não necessariamente será de classificação A. Para tal essa Instrução Normativa apresenta critérios a serem seguidos como base nas características únicas de cada subsistema presente na edificação (adaptados nos Apêndices 5-8), de modo a validar as suas respectivas classificações ou rebaixá-las conforme a ausência de requisitos importantes, não cumprimento de critérios ou até presença de aspectos negativos.

Mesmo se um sistema de iluminação tiver uma classificação de eficiência energética alta, tal INI-C afirma que seu consumo real de energia pode variar com base em fatores como o tipo de tecnologia de iluminação utilizada (por exemplo, LED, fluorescente, incandescente), os sistemas de controle empregados (por exemplo, sensores de movimento, temporizadores) e o design do espaço (assim como mostrado no Apêndice 7). Por exemplo, se um edifício tiver pouca iluminação natural e depender muito da iluminação artificial, ou caso haja uma quantidade desnecessária de equipamentos para iluminar o ambiente, ele ainda pode ter um alto consumo de energia para iluminação, apesar de usar luminárias eficientes.

Já a eficiência energética de um sistema de ar condicionado pode ser influenciada por fatores como o tamanho do sistema em relação à carga térmica, a qualidade do isolamento no edifício e a eficácia do envelope do edifício. Conforme mencionado pela Instrução Normativa INMETRO nº 309/2022, um sistema de ar condicionado classificado como "A" pode não ser eficiente se for dimensionado excessivamente para o espaço ou se houver vazamentos de ar no envelope do edifício, tornando-se assim necessário uma análise energética mais refinada considerando fatores como o tipo de equipamento, número de unidades por cômodo e faixa de eficiência do mesmo (Apêndices 5 e 6).

Da mesma forma, a classificação de eficiência energética de um sistema de aquecimento de água pode não refletir seu consumo real de energia se fatores como o volume de demanda por água quente, a temperatura de ajuste e o isolamento das tubulações de água quente não forem considerados. Mesmo se um aquecedor de água tiver uma classificação "A", ele ainda pode consumir energia excessiva se estiver fornecendo mais água quente do que o necessário ou se houver perda de calor por meio de tubulações não isoladas. Esses critérios são considerados pela Instrução Normativa apresentada através do esquema visto no Apêndice 7.

2.3 DESENVOLVIMENTO

2.3.1 Descrição da edificação escolhida para análise

Renomeada no ano de 2012 pela própria Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) em homenagem a um de seus fundadores, João de Vasconcellos Sobrinho (1908-1989) por seu esforço em desenvolver atividades voltadas ao ensino e pesquisa ambiental, o Edifício Vasconcelos Sobrinho, apresentado na Figura 3 (antes conhecido como CEAGRI II), se trata de um Centro de Ensino de Ciências Agrárias para formação nos cursos de graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental, Engenharia Florestal e Gastronomia, assim como Bacharelado em Ciência da Computação além de incluir setores destinados à Licenciatura em Computação e Sistema de Informação (PIMENTEL, 2022).

Figura 3. Fotográfica do estabelecimento físico do Edifício Vasconcellos Sobrinho (CEAGRI II).



(Fonte: BRAGA, 2015.)

A estrutura do Ceagri II está localizada no bairro de Dois Irmãos do Recife, capital de Pernambuco, Brasil. Apresentando um posicionamento de 119° com relação ao norte, sua estrutura dispõe de características únicas, com podem ser observadas nos Anexos 1-8 e transcritas nas modelagens presentes nos Apêndices 1-4, situa-se em uma zona aberta da Instituição onde há sombreamento insignificante proporcionado por prédios nas imediações, exceto em relação ao edifício do CEAGRI I, como visto nos Apêndices 1-3.

2.3.2 Procedimentos para etiquetagem da edificação

A classificação de eficiência energética global do sistema, apresentado como o edifício em observação nesse caso, somente é obtida por meio da avaliação de todos os sistemas parciais relevantes para o edifício, assim para que haja uma classificação geral é primeiramente necessário definir a classe de cada conjunto individual presente na estrutura (INI-C nº 309/2022). Esse processo de etiquetagem visa informar os potenciais usuários e partes interessadas sobre o desempenho energético do prédio, permitindo que tomem decisões informadas relacionadas à eficiência energética e sustentabilidade.

No que diz respeito à transparência de dados, os programas de etiquetagem influenciam de forma positiva na divulgação aberta e acessível de informações relevantes, precisas e atualizadas sobre os aspectos do produto relacionados a um determinado setor, sendo uma prática baseada em fornecer informações claras e completas aos consumidores, investidores e outras partes interessadas para que possam tomar decisões informadas de investimento ou participação (EPE, 2018).

De modo geral, a INI-C nº 309/2022 define a etiquetagem de um edifício através de um processo onde há a comparação entre a edificação em seu estado real com a edificação em sua condição de referência, onde se é possível extrair por meio desta operação o seu percentual de redução do consumo estimado de energia primária ($RedC_{EP}$). Assim, a partir das informações coletadas são realizadas as classificações de eficiência dos sistemas individuais presentes, seguidos de seu sistema global, propondo-se assim um possível processo de *retrofit*.

2.3.2.1 Classificação da eficiência energética dos sistemas individuais da edificação

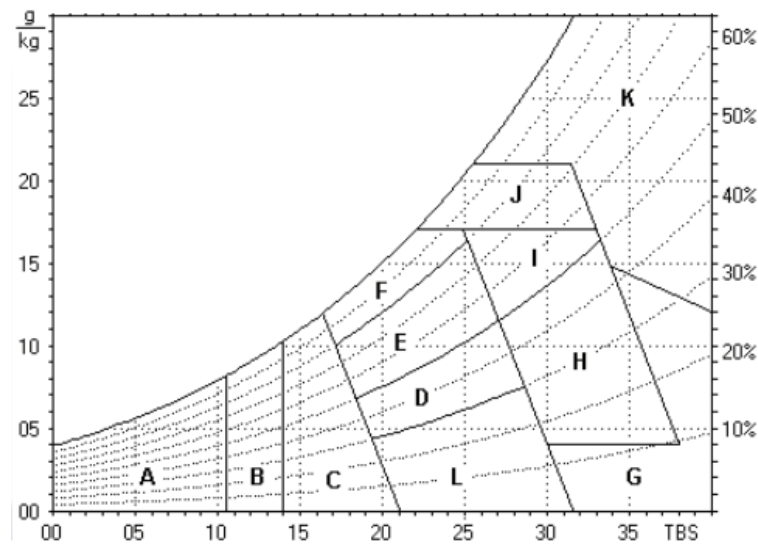
O primeiro passo para definir a classificação energética de uma construção é observar e categorizar os diversos sistemas independentes presentes na mesma. A Instrução Normativa nº 309/2022 destaca três conjuntos energéticos dos quais a análise se torna essencial, são estes os sistemas de iluminação, de condicionamento de ar, e a envoltória presente.

Em adição a isso, a INI-C mencionada ainda atribui alguns cálculos e padrões a serem seguidos por cada subcategoria, e a suas devidas condições de elegibilidade para as classes de etiquetagem, para que seja viável um enquadramento adequado de cada sistema.

Análise de eficiência energética da envoltória

Para determinação da classe da envoltória da estrutura, primeiramente é necessário verificar o Grupo Climático (GC) onde a edificação está presente. Essa identificação deve ser realizada, principalmente, por meio da classificação da zona bioclimática da região onde se encontra o edifício analisado e, como mencionado anteriormente, a ABNT NBR 15220:3 define região do Recife como categoria Z8 FIJ. A Figura 4 apresenta a carta bioclimática adaptada por tal norma para as categorias apresentadas pela mesma.

Figura 4. Carta Bioclimático Brasileiro definida pela ABNT NBR15220-3:2005.



(Fonte: NORMA BRASILEIRA ABNT NBR15220-3:2005.)

O percentual de redução da carga térmica total anual da edificação real em relação a sua condição de referência ($RedCgTT$), dada em porcentagem, descreve um dos critérios para a avaliação da eficiência energética da envoltória de edificações condicionadas, ou seja, essa equação é utilizada para medir a eficácia das medidas de eficiência energética em reduzir a quantidade de energia necessária para climatizar o edifício. A INI-C nº 309/2022 estabelece que este cálculo depende da carga térmica total anual da edificação em sua condição real ($CgTT_{realD}$) e da condição de referência ($CgTT_{refD}$), ambas em kWh/ano, conforme a relação apresentada a seguir na Equação 1.

$$RedCgTT = \left(\frac{CgTT_{refD} - CgTT_{real}}{CgTT_{refD}} \right) \cdot 100 \quad (1)$$

Para a Equação 1 ainda é possível definir os parâmetros $CgTT_{realD}$ e $CgTT_{refD}$ quando estes não estão preestabelecidos, por meio das recomendações do anexo do Inmetro já citado. No caso da condição $CgTT_{refD}$, este corresponde à carga térmica de refrigeração anual ($CgTR_{refD}$) da edificação na situação de referência. Já para a situação real, $CgTT_{realD}$ pode ser encontrado ao considerar as zonas condicionadas artificialmente e realizar a soma das cargas térmicas de refrigeração anual ($CgTR_{real}$, dado em kWh/ano), porém caso seja pertinente a influência do aproveitamento da ventilação natural como forma de regular a sensação térmica do ambiente analisado, multiplica-se o último termo citado pela fração de horas de desconforto por calor em relação às horas de ocupação (FH_{desc}), conforme a Equação 2.

$$CgTT_{real} = (CgTR_{real}) \cdot (FH_{desc}) \quad (2)$$

Outra condição importante se trata da definição da escala que representa a faixa entre as classes de etiquetagem. Para tal, a Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas nº 309/2022 estabelece uma relação entre esse intervalo (dado em porcentagem) e o coeficiente de redução da carga térmica total anual da classificação energética D para a A ($CRCgTT_{D-A}$), assim como demonstrado abaixo na Equação 3.

$$i = \left(\frac{CRCgTT_{D-A} \cdot 100}{3} \right) \quad (3)$$

Uma observação importante a se considerar é que o termo $CRCgTT_{D-A}$ possui uma identificação que difere conforme a tipologia, sendo dependente das condições preestabelecidas para o tipo de zoneamento bioclimático onde o prédio está inserido e o fator de forma da edificação (FF). Com relação a este último, a INI-C mencionada anteriormente o descreve com um índice que representa as proporções da edificação, sendo calculado por meio da razão entre a área da envoltória (A_{env}), em m², e o volume total construído da edificação (V_{tot}), em m³, sem levar em consideração aspectos estruturais como os ambientes acima da laje de cobertura, quaisquer reservatórios de água, pavimentos de garagem (sem hall), e nem mesmo subsolos. O cálculo do fator de forma pode ser visto adiante na Equação 4. Assim por meio da comparação entre as condições de referência com as reais obtidas é possível classificar a envoltória.

$$FF = \left(\frac{A_{env}}{V_{tot}} \right) \quad (4)$$

De modo geral, o coeficiente $CRCgTT_{D-A}$ representa uma medida da capacidade de um sistema de climatização em reduzir a carga térmica total. Em outras palavras, quanto mais eficiente for o sistema em resfriar ou aquecer um espaço, menor será a carga térmica total que ele precisa atender. Visto isso e considerando as equações estabelecidas, a Tabela 1 a seguir retrata a dependência do coeficiente de redução da carga térmica total anual da classificação energética D à A com o valor a ser obtido para o fator de forma por meio da relação dos dimensionamentos da estrutura em análise, juntamente as condições presentes na classificação referente a zona em que o edifício está localizado.

Tabela 1. Relação de $CRCgTT$ (D-A) com a classificação climática e o fator de forma (FF) para edificações educacionais em concordância à INI-C INMETRO n° 309/2022 (ADAPTADO).

Classificação Climática	Coeficiente de redução da carga térmica anual da classificação D para a classificação A ($CRCgTT_{D-A}$)				
	$FF \leq 0,20$	$0,20 < FF \leq 0,30$	$0,30 < FF \leq 0,40$	$0,40 < FF \leq 0,50$	$FF > 0,50$
ZB 8	0,08	0,09	0,10	0,10	0,10

(Fonte: Portaria INMETRO n° 309/2022.)

Já o percentual de redução da carga térmica total anual pode ser descrito como uma métrica que está diretamente relacionada à eficiência energética de uma edificação e, portanto, influencia sua classificação de etiqueta energética, sendo o critério de etiquetagem para o sistema de envoltória. Quanto maior a redução em relação à condição de referência, mais eficiente é a edificação e mais provável é que ela obtenha uma classificação energética mais alta o que, por sua vez, pode trazer benefícios financeiros e ambientais para os proprietários e ocupantes da edificação. Assim, conforme o Quadro 2, as margens para os limites das classes energéticas para a envoltória estão intrinsecamente ligadas ao valor obtido para o intervalo i .

Quadro 2. Faixa de intervalos da etiquetagem energética para o sistema da envoltória.

Classificação de Eficiência	RedCgTT (%)				
	A	B	C	D	E
	$RedCgTT > 3i$	$3i \geq RedCgTT > 2i$	$2i \geq RedCgTT > i$	$i \geq RedCgTT \geq 0$	$RedCgTT < 0$

(Fonte: Portaria INMETRO n° 309/2022.)

Análise de eficiência energética do sistema de condicionamento de ar

No que diz respeito as condições inerentes no sistema de condicionamento de ar da construção analisada, os sistemas de climatização referentes ao Aquecimento, Ventilação e Ar-Condicionado (AVAC), ou do inglês “*Heating, Ventilating and Air-Conditioning*” (HVAC), são uma combinação intrincada de aparelhos, tecnologias e dispositivos que trabalham em conjunto para regular a temperatura, a qualidade do ar e o conforto térmico em edificações, sendo essenciais na reprodução de ambientes internos que se adaptem às necessidades das pessoas, proporcionando condições ideais para habitar, trabalhar ou realizar atividades diversas (OLIVEIRA, 2021).

A Instrução Normativa INMETRO 309/2022 estabelece uma abordagem rigorosa e precisa para avaliar e classificar a eficiência energética dos sistemas de condicionamento de ar, levando em consideração fatores como o percentual de redução de consumo para refrigeração ($RedC_R$), as características climáticas e os limites de classificação. Isso contribui para promover a adoção de sistemas mais eficientes e sustentáveis, visando a redução do consumo de energia e os impactos ambientais. A Portaria nº 309 versão Dezembro/2022 ainda ressalva outra observação importante da qual descreve que em situações onde há um valor negativo para $RedC_R$ referente a edificação real, esta será definida como classe energética E. $RedC_R$ (dado em porcentagem) pode ser definido através da dependência da condição real e de referência do consumo de refrigeração do sistema de ar condicionado da edificação ($C_{R,real}$ e $C_{R,ref}$, respectivamente), por meio da relação apresentada na Equação 5.

$$RedC_R = \left(\frac{C_{R,ref} - C_{R,real}}{C_{R,ref}} \right) \cdot 100 \quad (5)$$

Já com relação aos consumos de refrigeração da edificação real e ideal, estes dependem de uma relação entre suas respectivas cargas térmicas totais anuais ($CgTT$, em kWh/ano) da edificação, porém A Equação 6 descreve $C_{R,ref}$ por meio da dependência de fatores como o número de horas de uso da edificação (h), N que caracteriza a ocupação anual em quantidade de dias e a potência do equipamento destinado a renovação do ar (dado em W), multiplicados pela condição de referência ($CgTT_{refD}$).

$$C_{R,ref} = \left(\frac{CgTT_{refD}}{2.6} \right) + \left(\frac{W_{vent} \cdot h \cdot N}{100} \right) \quad (6)$$

Por outro lado, para a equação do ambiente real, insere-se apenas um fator multiplicativo correspondente à inversa do coeficiente de eficiência energética do sistema de condicionamento de ar para refrigeração (ou CEE, adimensional) ao valor da condição de real ($CgTT_{real}$), como observado na Equação 7 (INI-C 309/2022).

$$C_{R,real} = (CgTT_{real}) \cdot \left(\frac{1}{CEE_R} \right) \quad (7)$$

Onde o coeficiente de eficiência citado depende de aspectos isolados conforme a capacidade e o tipo do sistema de condicionamento de ar e, além disso, deve-se haver um nível adequado da qualidade do ar interior correspondente a capacidade de refrigeração e aplicação do sistema presente, conforme estipulado pela Norma Brasileira de 2008, ABNT NBR 16401 Parte 3. Com base nisto, diversos métodos listados pela INI-C 309/2022 para o cálculo do CEE_R , relacionados à capacidade das máquinas presentes na instalação, podem ser aplicados, separando-se essas maneiras por umas condições: as equações destinadas a ambientes que dispõem de equipamentos com capacidade térmica igual ou inferior a 17,6 kW (60.000 BTU/h), e aquelas referentes a instalações cuja capacidade seja superior a 60.000 BTU/h. Entre as possibilidades apresentadas por esta INI-C, a Equação 8 se mostra mais proveitosa para este trabalho, aproximando-se das condições reais do projeto em questão caso este se enquadre em uma capacidade menor ou equivalente a 17,6 kW (60.000 BTU/h).

$$CEE_R = \frac{(CgTT_{real})}{\frac{(CgTT_{real})}{(1,062 \cdot COP)} + \frac{W_{vent} \cdot h \cdot N}{1000}} \quad (8)$$

Onde, como mencionado anteriormente, o termo $CgTT_{real}$ se trata da condição real já definida, W_{vent} é a potência do equipamento instalado, h corresponderia a usabilidade da construção em horas e a variável N condiz com a ocupação anual. Já para a situação onde a capacidade térmica dos instrumentos presentes no condicionamento de ar do sistema se mantém em uma faixa superior a 17,6 kW, se torna plausível a definição do termo CEE_R por meio do produto eficiência do resfriador de líquido multiplicada por fator de ponderação (K) que é definido com base no zoneamento climático da região em que se encontra a fundação (Equação 9). Conforme a INI-C nº 309/2022, para as zonas bioclimáticas 7 e 8, no que diz respeito a condensação à ar e à água, o fator K corresponde, respectivamente, a 0,64 e 0,58.

$$CEE_R = EE_R \cdot K \quad (9)$$

Para o caso da determinação energética do sistema de condicionamento de ar de uma edificação, a INI-C INMETRO n° 309 predefine uma margem de classificação para as possíveis classes apresentadas, diferente do processo de etiquetagem da envoltória por exemplo, onde neste caso os intervalos são estabelecidos de acordo com o zoneamento bioclimático da região em que se encontra o edifício (Z8 neste caso), conforme o Quadro 3 a seguir.

Quadro 3. Intervalos das classes energética do sistema de condicionamento de ar (ADAPTADO).

Classificação climática	RedC _R (%)				
	Classif. A	Classif. B	Classif. C	Classif. D	Classif. E
Zonas bioclimáticas 7 e 8	RedC _R > 43	43 ≥ RedC _R > 29	29 ≥ RedC _R > 14	14 ≥ RedC _R ≥ 0	RedC _R < 0

(Fonte: Portaria INMETRO n° 309/2022.)

Análise de eficiência energética do sistema de iluminação

A combinação de métodos para iluminação (artificial e/ou natural, por exemplo) desempenha um papel crucial na redução de gastos energéticos e na melhoria da eficiência em sistemas de iluminação. Essa abordagem integrada permite otimizar o uso da luz, aproveitando a luz natural sempre que possível e complementando-a com iluminação artificial quando necessário (PINHEIRO e ROMÉRO, 2023). Conforme Fumagalli, 2015, a determinação da classificação de etiquetagem da eficiência energética de sistemas de iluminação em construções datadas é fundamental para promover a modernização e a otimização dos sistemas de iluminação, tornando-os mais eficientes, econômicos e sustentáveis, ao mesmo tempo em que se cumprem as regulamentações e metas de eficiência energética estabelecidas.

Entre os critérios utilizados para a avaliação da eficiência energética do sistema de iluminação de construções, a Instrução Normativa do Inmetro n° 309/2022 ressalta que a etiquetagem desta categoria deriva do percentual de redução do consumo do sistema de iluminação da edificação real, ou simplesmente RedC_{IL} descrevendo que, de modo semelhante a definição de RedC_R, esta outra redução percentual é atribuída a parte de uma relação entre a situação real (C_{IL,real}) e referencial (C_{IL,ref}) para o consumo de iluminação da edificação (dadas em kWh/ano), conforme a Equação 10.

$$RedC_{IL} = \left(\frac{C_{IL,ref} - C_{IL,real}}{C_{IL,ref}} \right) \cdot 100 \quad (10)$$

A equação para o consumo de energia elétrica do sistema de iluminação da edificação para ambos os casos, real e referência, apresenta a estrutura base idêntica com a exceção de um termo da condição de potência para cada situação, PI. A seguir, a Equação 11 discorre esse consumo por meio de um produto da potência de iluminação PI aplicada para a situação e o tempo de uso, referindo-se à quantidade de horas diárias (h) e o número de dias no ano (N).

$$C_{IL} = \left(\frac{PI \cdot h \cdot N}{1000} \right) \quad (11)$$

É necessário ressaltar que são utilizadas diferentes abordagens para a obtenção do valor da potência de iluminação total, no caso de real, e a potência de iluminação em sua condição de referência, pois o critério para a obtenção destas ocorre de maneiras distintas.

Enquanto a INI-C nº 309/2022 apresenta a potência de iluminação total instalada (PI_T , em W), a mesma descreve que para condição de referência devem ser considerados nos cálculos e a potência de iluminação limite para a classificação D e A (PI_{LD} e PI_{LA} , ambas também dadas em W). Para o caso da condição real, é descrito pela Instrução Normativa citada o seguinte cálculo para a Equação 12.

$$PI_{Treal} = \sum PI_U + \sum PI + P_{ASP} \quad (12)$$

Onde PI_T pode ser obtida através da soma dos somatórios das potências de iluminação em uso, PI_U , e potência de iluminação sem controle automatizado, PI, em adição a potência de iluminação de ambientes da edificação onde não há sistemas luminotécnicos, P_{ASP} , no momento da inspeção em campo da edificação (quando haver algum). Para PI_U , segue-se a Equação 13 onde é possível notar sua dependência da potência de iluminação controlada por sensores (PI_C , dada em W) multiplicada por um fator de ajuste de potência conforme o tipo de controle (FAP). Esse fator, quando aplicável, é definido conforme a Tabela 2, que estabelece a relação de ajuste com base nos conjuntos de luminárias automatizados destinados à iluminação geral da edificação, quando for o caso.

$$PI_U = \sum [(PI_C \cdot FAP)] \quad (13)$$

Tabela 2. FAP conforme o controle das luminárias definido pela INI-C INMETRO n° 309/2022.

Tipo de controle	Fator de ajuste de potência (FAP)
Controle sensível à luz natural - por passos ou dimerizável	0,9
Controle com sensor de ocupação de desligamento automático	0,8
Controle com programação e desligamento automático	0,95

(Fonte: Portaria INMETRO n° 309/2022.)

Já o termo P_{ASP} se refere à "Potência de Iluminação de Ambientes sem Projeto Luminotécnico", quantificando a potência de iluminação de ambientes que não possuem sistema de iluminação instalado ou projeto luminotécnico específico, apresentada pela INI-C INMETRO n° 309/2022 por meio da Equação 14, sendo $3/2$ da potência de iluminação limite para a classificação D.

$$P_{ASP} = \left(PI_{LD} \cdot \frac{3}{2} \right) = 1,5 \cdot PI_{LD} \quad (14)$$

Agora, com relação a determinação da potência de iluminação limite para a classificação D à A para os cálculos anteriores, quando seja pertinente seu uso, a Instrução Normativa do Inmetro n° 309/2022 oferece dois possíveis métodos para sua determinação: o método do edifício completo e o método das atividades do edifício. Esses métodos distinguem, em essência, pelo número de atividades principais distintas presentes no edifício analisado onde a primeira maneira considera no máximo três práticas diferentes entre si, enquanto o outro modo é recomendável no estudo de edificações com múltiplos proprietários.

Para a situação presente neste trabalho, onde é apresentado um prédio cujas finalidades principais são educacionais, a potência de iluminação limite conforme a etiquetagem tende a ser mais adequada a ser obtida através método do edifício completo, do qual descreve tal potência por meio de uma função de somatório da multiplicação da área iluminada (A_I , em m^2) para cada atividade presente com sua respectiva densidade de potência de iluminação limite (DPI_L). A INI-C n° 309/2022 fornece a Equação 15 como meio para obtenção desta potência.

$$PI_L = \sum_{i=1}^n (A_I \cdot DPI_L) \quad (15)$$

Tal Instrução Normativa ainda ressalta que os valores limites máximo aceitáveis da densidade de potência de iluminação para as classificações A e D são, respectivamente, $DPI_{LA} = 8,7 \text{ W/m}^2$ e $DPI_{LD} = 15,5 \text{ W/m}^2$.

O último fator a ser considerado para etiquetagem do sistema de edificação presente na construção seria a faixa de intervalo (i) presente entre as classes energética, descrito em porcentagem e apresentado pela INI-C por meio dos percentuais de redução do consumo do sistema de iluminação da classificação ($C_{IL,refA}$) e ($C_{IL,refD}$), dados em kWh/ano, apresentados anteriormente, cuja relação é perceptível na Equação 16.

$$i = \left(\frac{\left(\frac{C_{IL,refD} - C_{IL,refA}}{C_{IL,refD}} \right) \cdot 100}{3} \right) \quad (16)$$

Já a Quadro 4 a seguir retrata a elaboração da distribuição das classes (incluindo as escalas intermediárias) para a classificação por etiquetagem, da qual realizada com base no percentual de redução do consumo do sistema de iluminação da edificação real ($RedC_{IL}$).

Quadro 4. Intervalos de classificação energética para o sistema de iluminação conforme o intervalo.

	RedC _{IL} (%)				
	A	B	C	D	E
Classificação de Eficiência	RedC _{IL} > 3i	3i ≥ RedC _{IL} > 2i	2i ≥ RedC _{IL} > i	i ≥ RedC _{IL} ≥ 0	RedC _{IL} < 0

(Fonte: Portaria INMETRO n° 309/2022.)

2.3.2.2 Classificação da eficiência energética geral da edificação

A classificação de eficiência energética de edificações desatualizadas é uma maneira importante de avaliar e melhorar o desempenho energético dessas estruturas, assim possuindo um papel significativo na melhoria da eficiência energética e na adaptação de construções já antigas às necessidades e padrões atuais, o que não apenas beneficia os proprietários e ocupantes como se torna essencial na redução do custos energéticos e operacionais, além de minimizar o seu impacto ambiental (BARRIENTOS, 2004).

Para a análise de eficiência em termos de energia geral de uma edificação é caracterizada, conforme a Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas nº 309/2022, como sendo o percentual de redução do consumo de energia primária entre a edificação real e a condição de referência ($RedC_{EP}$, representado em termos de porcentagem), havendo a possibilidade de este ser definido através da dependência apresentada na Equação 17, mantendo-o em função dos valores dados, kWh/ano, ao consumo de energia primária da edificação em sua condição real e referencial ($C_{EP,real}$ e $C_{EP,ref}$, respectivamente).

$$RedC_{EP} = \left(\frac{C_{EP,ref} - C_{EP,real}}{C_{EP,ref}} \right) \cdot 100 \quad (17)$$

O consumo de energia primária de uma edificação se refere à quantidade total de energia que a edificação consome diretamente, bem como a energia que é consumida na geração, transmissão e distribuição de energia para alimentar todos os sistemas e equipamentos da edificação. Essa variável engloba todas as formas de energia usadas na edificação, divergindo-se de acordo com o tipo de condição observada, além de apresentar medição e o controle essenciais para os quesitos de eficiência energética e custos operacionais da edificação.

Visto isso, a Instrução Normativa do Inmetro nº 309/2022 expõe diferentes cálculos para cada tipo de condição, real e de referência, no que diz respeito ao consumo de energia primária. Para o estudo da situação real, $C_{EP,real}$, tal INI-C sugere que sejam considerados os consumos dos tipos de fontes de energia presentes na instalação multiplicados pelos respectivos fatores de conversão, menos um termo correspondente à geração local de energia renovável, caso presente. Para o cenário estudado neste projeto de *retrofit*, não há quaisquer fontes correspondentes à parcela de energia primária para geração local de energia renovável e o único consumo energético atuante é por meio da energia elétrica, $C_{EE,real}$, cujo fator de conversão descrito pela INI-C é de $f_{CE} = 1,6$. Assim, baseando-se na Instrução Normativa nº 309/2022, a Equação 18 representa o cálculo para obtenção do valor de $C_{EP,real}$. Já para o consumo de energia primária na condição de referência, a própria INI-C mencionada fornece a Equação 19 atribuindo $C_{EP,ref}$ como resultante do produto do consumo total de energia elétrica da condição de referência (em kWh/ano) por seu respectivo fator de conversão.

$$C_{EP,real} = C_{EE,real} \cdot 1,6 \quad (18)$$

$$C_{EP,ref} = C_{EE,ref} \cdot f_{CE} = C_{EE,ref} \cdot 1,6 \quad (19)$$

Por fim, o $C_{EE,real\ ou\ ref}$ se define como o somatório dos consumos (em kWh/ano) de cada subsistema definido anteriormente, com a adição do consumo de equipamentos (C_{EQ}). É relevante ressaltar que essa INI-C ainda atribui a tal cálculo o consumo do sistema de aquecimento de água em energia elétrica da edificação, porém como o prédio analisado não dispõe de qualquer sistema de aquecimento de água este fator foi desconsiderado. Assim, para este caso, $C_{EE,real\ ou\ ref}$ pode ser expresso pela Equação 20.

$$C_{EE} = C_R + C_{IL} + C_{EQ} \quad (20)$$

Onde o equacionamento do consumo de equipamentos para a edificação pode ser realizado por meio da milésima parte da multiplicação entre o tempo de uso da edificação ($h.N$, já mencionados) e a potência instalada do equipamento (P_i , em W), conforme a Equação 21.

$$C_{EQ} = \left(\frac{P_i \cdot h \cdot N}{1000} \right) \quad (21)$$

Por fim, estabelece-se a faixa dos intervalos de classificação de maneira análoga a situação da envoltória, como observável no Quadro 5, apenas substituindo o coeficiente $CRCgTT_{D-A}$ pelo fator referente ao $CRC_{EP,D-A}$, a partir da Tabela 3, para as mesmas condições.

Tabela 3. CRC (EP, D-A) definido para o FF e Z8 de acordo com a INI-C n° 309/2022 (ADAPTADO).

Classificação Climática	Coeficiente de redução do consumo de energia primária da classificação D para a classificação A ($CRC_{EP,D-A}$)			
	$FF \leq 0,20$	$0,20 < FF \leq 0,30$	$0,30 < FF \leq 0,40$	$0,40 < FF \leq 0,50$
ZB 8	0,28	0,30	0,28	0,27

(Fonte: Portaria INMETRO n° 309/2022)

Quadro 5. Intervalos das classes energética do sistema geral da edificação.

Classificação de Eficiência	Red C_{EP} (%)				
	A	B	C	D	E
	Red C_{EP} > 3i%	3i% ≥ Red C_{EP} > 2i%	2i% ≥ Red C_{EP} > i%	1% ≥ Red C_{EP} ≥ 0%	Red C_{EP} < 0%

(Fonte: Portaria INMETRO n° 309/2022.)

3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para desenvolver a proposta de *retrofit*, primeiramente, foi necessário esclarecer o nível de classificação energética do Edifício Vasconcelos Sobrinho (Ceagri II) para a condição de referência (sendo esta atribuída com classe D, conforme apresentado na INI-C 309/2022) com o intuito de conhecer a etiquetagem atual do prédio e, deste modo, realizar as devidas alterações no sistema de forma a otimizar sua eficiência em quesitos energéticos.

Entre as informações obtidas por meio do processo de simulação utilizando o *software EnergyPlus*, com o auxílio da interface gráfica do programa computacional *OpenStudio*, encontram-se dispostos a seguir, no Quadro 6, os valores referentes as condições de entrada dos equacionamentos necessários para classificação energética da edificação anteriormente abordados, onde é importante ressaltar que os valores das potências instaladas de iluminação e de equipamentos são compostas pela soma de suas respectivas componentes internas e externas, porém o próprio *software* mencionado calcula o consumo de Watts (em horas) por ano para os sistemas de resfriamento e eletricidade agilizando o processo de etiquetagem. Outras variáveis importantes, como as estruturais, Área e Volume, também são obtidas a partir da simulação (Apêndice 13), correspondendo, respectivamente, a 4436,4 m² e 13974,66 m³. Já a Fração de Horas de Desconforto por Calor da estrutura pode ser encontrada nos resultados da própria simulação onde, nesse caso, possui o valor de 0,779 (adimensional).

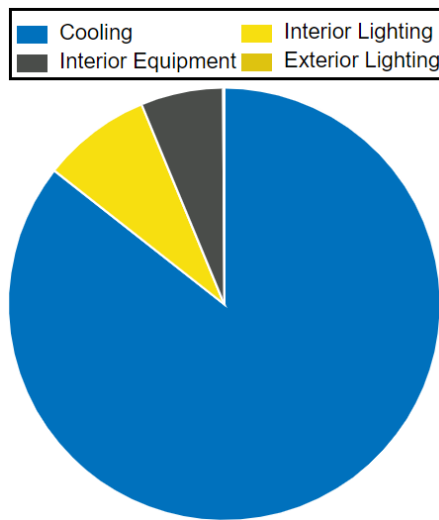
Quadro 6. Valores característicos para condição real obtidos por meio de simulações.

End Use	Consumption (kWh)
Heating	0
Cooling	808,247
Interior Lighting	76,964
Exterior Lighting	875
Interior Equipment	58,144
Exterior Equipment	0

(Fonte: O Autor, 2023.)

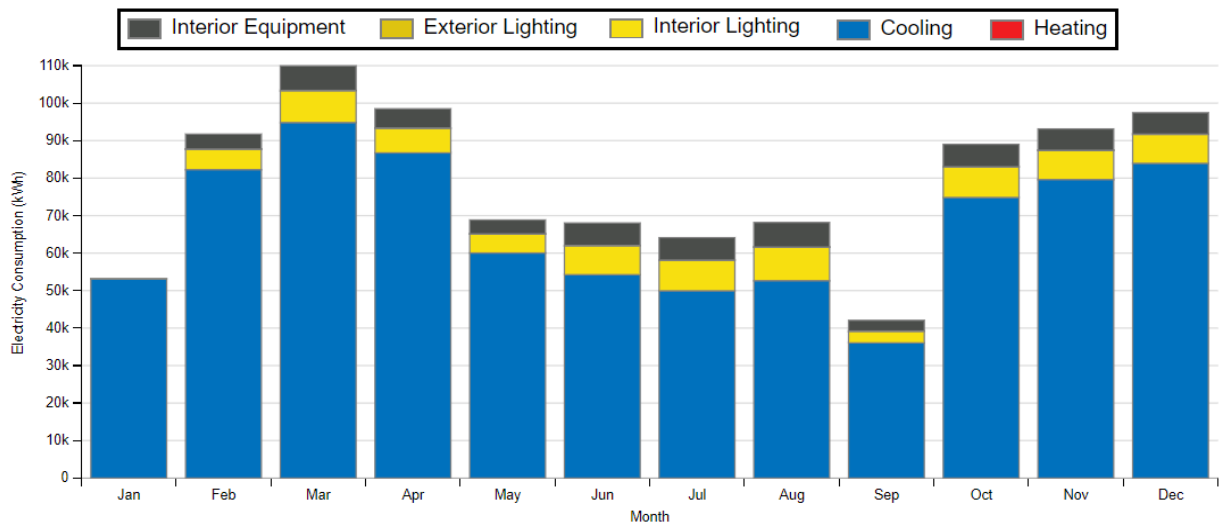
Além das considerações anteriores, a Intensidade de Uso de Energia, do inglês *Energy Use Intensity* (EUI), que expressa a quantidade de energia consumida por unidade de área durante um período específico, é observado no Gráfico 1 onde sua relação em percentual se distribui nos setores de consumo de energia referentes aos conjuntos dos equipamentos interiores (8%) e as parcelas correspondentes a iluminação interna (6%) e externa (0,01%), já os demais (86%) são referentes ao uso por ar condicionados. Já o Gráfico 2 expressa tal relação do uso de eletricidade conforme o decorrer dos meses.

Gráfico 1. Relação entre as parcelas da EUI de acordo com os resultados da simulação.



(Fonte: O Autor, 2023.)

Gráfico 2. Variação do consumo de eletricidade mensal referente a simulação para condição atual.



(Fonte: O Autor, 2023.)

3.1 CLASSIFICAÇÃO ENERGÉTICA DA EDIFICAÇÃO NAS CONDIÇÕES ATUAIS

Com base nas informações disponibilizadas por meio das simulações produzidas no decorrer deste projeto é então possível determinar a classificação de eficiência energética do estabelecimento estudado por meio da reprodução dos cálculos apresentados nos tópicos anteriores, considerando as condições mais recentes da edificação vigente neste trabalho.

3.1.1 Classificação energética do sistema da envoltória para as condições atuais

No que diz respeito à especificação da classe da envoltória da construção, o percentual de redução da carga térmica total anual da edificação real em relação a sua condição de referência ($RedCgTT$) é o termo que definirá em que faixa a situação atual da edificação se encontra, porém este depende intrinsecamente dos parâmetros de carga térmica total anual da edificação em sua condição real e referencial, $CgTT_{real}$ e $CgTT_{ref}$, respectivamente, conforme a Equação 1, e cada um desses valores são ligados a um correspondente de carga térmica de refrigeração anual ($CgTR$). Para cumprir com o dever de encontrar o valor de $CgTR$ para essas duas condições, a própria Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas nº 309/2022 fornece um endereço eletrônico na sua estrutura textual do qual se destina a tal finalidade, sendo este um modelo de interface desenvolvido em parceria com a PBE Edifica para o estudo da envoltória de edificações condicionadas artificialmente por meio do método simplificado. Nesta abordagem, torna-se necessário preencher os campos requisitado de tal *site* conforme as informações fornecidas para os elementos de construções relativos à tipologia do edifício em questão (sendo educacional, nesse caso, conforme o Quadro 1).

Assim, após o preenchimento dos dados estruturais na plataforma, foram obtidos os valores para $CgTR_{real}$ e $CgTR_{ref}$ de, respectivamente, 2839952,78 e 2384780,25 (em kWh/ano). Uma vez que $CgTT_{ref} = CgTR_{ref}$, assim como mencionado anteriormente, então carga térmica total anual da edificação em sua condição de referência também será 2384780,25 kWh/ano. Já para o caso da contraparte real, existe um fator multiplicativo dado pela fração de horas de desconforto por calor em relação às horas de ocupação (FH_{desc}), conforme a Equação 2, que está definido por meio das simulações no Quadro 6, equivalendo-se a 0,779. Dessa forma, é possível encontrar $CgTT_{real}$ através do seguinte cálculo:

$$CgTT_{real} = (CgTR_{real}) \cdot (FH_{desc})$$

$$\Rightarrow CgTT_{real} = (2839952,78) \cdot (0,779) = 2212331,01 \text{ kWh/ano} \quad (22)$$

Deste modo, seguindo o método descrito na Equação 1, obtém-se um valor de RedCgTT igual à 0,072 ou 7,2% conforme disposto a seguir.

$$RedCgTT_{atual} = \left(\frac{2384780,25 - 2212331,01}{2384780,25} \right) \cdot 100 = 7,2\% \quad (23)$$

Agora para identificar em que classe essa redução da carga térmica total está presente é necessário antes definir a escala relativa à classificação de eficiência energética da envoltória, compreendida pela Equação 3, dependendo do coeficiente de redução da carga térmica total anual da classificação energética correspondente para as características do zoneamento bioclimático e o fator de forma da edificação. Conforme a Equação 4, o fator de forma (FF) pode ser definido pela divisão da área e do volume calculados através de simulação (Quadro 6), possuindo assim o seguinte valor numérico.

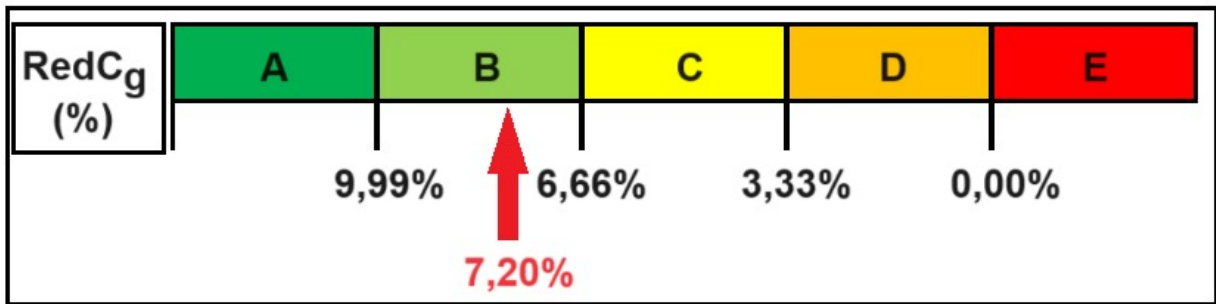
$$FF = \left(\frac{A_{env}}{V_{tot}} \right) = \frac{4436,4 \text{ m}^2}{13974,66 \text{ m}^3} = 0,3175 \quad (24)$$

Deste modo, para o fator de forma valendo 0,3175 considerando a região climática Z8 para localidade analisada, CRCgTT_{D-A} equivale a 0,10, conforme a Tabela 1 que disponibiliza a sua relação com FF e o zoneamento apresentado, o que permite a realização do cálculo referente ao intervalo *i* presente entre as faixas de classificação conforme a Equação 4.

$$i = \left(\frac{CRCgTT_{D-A} \cdot 100}{3} \right) = \frac{0,10 \cdot (100)}{3} = 3,3 \quad (25)$$

Assim, por meio da aplicação dos coeficientes na equação disponibilizada para a margem das faixas relativas à etiquetagem energética (*i*) do componente do sistema referente à envoltória do edifício analisado, obteve-se que *i* = 3,33 e, conforme o Quadro 2 que define os respectivos limites para os diferentes intervalos de eficiência, o sistema de envoltória discutido se enquadra na classe “B”, resultado este que é apresentado na esquematização da Figura 5.

Figura 5. Faixa de intervalos da etiquetagem energética para o sistema da envoltória atual.



(Fonte: O Autor, 2023.)

3.1.2 Classificação energética do sistema do condicionamento de ar para as condições atuais

Para o caso do subsistema que compreende as atividades de condicionamento de ar da construção, a Equação 5 delimita o procedimento para encontrar a porcentagem da faixa de classificação energética na qual se identifica a devida construção por meio do cálculo para o percentual de redução de consumo para refrigeração ($RedC_R$), definindo-o em função dos consumos de refrigeração do sistema de ar condicionado da edificação para as condições real e de referência, respectivamente atribuídos como $C_{R,real}$ e $C_{R,ref}$.

No intuito de estabelecer esses consumos, torna-se essencial realizar o levantamento das características técnicas relacionadas aos diferentes aspectos conforme a capacidade e o tipo de cada equipamento incluso no sistema de condicionamento de ar da instalação onde, para situação atual do edifício Ceagri II, foi observado que está implantado a mesma categoria do aparelho de condicionamento de ar para todos os cômodos que há a necessidade de sua atuação, sendo este o modelo de ar condicionado split piso teto (frio) LG com 36000 BTUs e 220V de código TV-C362KLA0, fornecido pela empresa especializada em processos de refrigeração ArqClima. A Figura 6 mostra as características técnicas correspondentes ao modelo de condicionamento de ar disponibilizado por tal empresa.

A empresa destinada a questões de refrigeração ArqClima Ar Condicionado possui especialização na área sendo um sinônimo de alta qualidade no que diz respeito a qualificação da equipe de engenheiros e funcionários atuantes no gerenciamento da infraestrutura e conforto térmico (ARQCLIMA). A escolha pelos produtos de tal empresa se deve por quanta da sua versatilidade de atuação e instalação em grandes corporações e residências domésticas, juntamente a oferta de uma gama de serviços para implementação desses equipamentos.

Figura 6. Características do modelo de ar condicionado apresentadas pelo fornecedor ArqClima.

Características Técnicas:

Ciclo: Frio
 Tensão, Frequencia, Fases (V, HZ, 0): 220/60/1
 Potência (Refrig.) (W): 4.050
 Corrente (Refrig.) (A): 20,0
 EER (Btu/h.W): 8,9
 COP (W/W): 2,60
 Dimensões
 Dimensões (L*A*P) (mm) Unidade Interna: 1350*220*650
 Dimensões (L*A*P) (mm) Unidade Externa: 870*1060*320
 Peso Liquido (kg) Unidade Interna: 35
 Peso Liquido (kg) Unidade Externa: 80
 Linha de Líquido (diâmetro) " (mm): 1/43(6,35mm)
 Linha de Gás (diâmetro) " (mm): 5/83(15,88mm)
 Garantia
 Produto: 2 anos
 Compressor: 5 anos
 Capacidade
 Refrigeração (Btu/h): 36.000

(Fonte: ARQCLIMA AR CONDICIONADO.)

A partir da listagem de dados fornecidos acima, fatores como a potência de refrigeração ($P = 4050 \text{ W}$), o coeficiente de desempenho ($\text{COP} = 2,6$) e a capacidade de refrigeração são de suma importância no processo de definição da classe energética da edificação vigente.

Assim, por meio da Equação 6 é agora possível encontrar o valor de referência para o consumo de refrigeração do sistema de ar condicionado da edificação em sua condição de referência, considerando-se a potência para renovação do ar conforme apresentado na Figura 6 e as condições referentes ao fator de tempo de acordo com aquelas prescritas no Quadro 1.

$$C_{R,ref} = \left(\frac{2384780,25}{2,6} \right) + \left(\frac{4050 \cdot 8 \cdot 200}{100} \right) = 982023,173 \text{ kWh/ano} \quad (26)$$

Com o dado para o consumo de refrigeração de referência obtido, segue-se para definição de sua contraparte real utilizando dos mesmos atributos de potência e condições de tempo, porém como o equipamento de renovação do ar apresenta uma capacidade de refrigeração inferior a 60000 BTU/h, torna-se necessária a dependência deste cálculo com relação ao seu respectivo coeficiente de desempenho. Deste modo, mesclando-se as Equações 7 e 8 é possível obter o valor para $C_{R,real}$ na condição real do sistema.

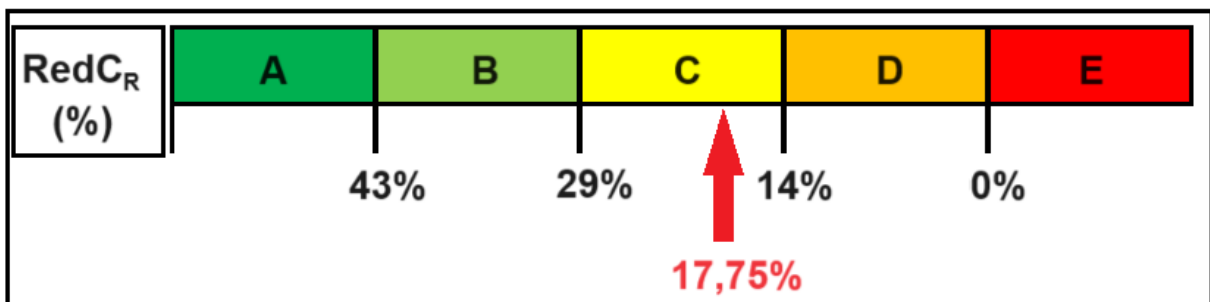
$$C_{R,real} = \frac{(2212331,01)}{(1,062 \cdot 2,6)} + \frac{4050 \cdot 8 \cdot 200}{1000} = 808247,00 \text{ kWh/ano} \quad (27)$$

Assim, respeitando-se a relação entre $C_{R,real}$ e $C_{R,ref}$ descrita na Equação 5, o valor para o percentual de redução de consumo para refrigeração com base nos itens calculados irá corresponder a, aproximadamente, $RedC_R = 0,1775$ ou 17,75%.

$$RedC_R = \left(\frac{C_{R,ref} - C_{R,real}}{C_{R,ref}} \right) \cdot 100 = \left(\frac{982023,173 - 808247,00}{982023,173} \right) \cdot 100 = 17,75\% \quad (28)$$

Conforme já mencionado, a determinação energética para o sistema de condicionamento de ar de uma edificação é definida relacionando o valor percentual encontrado para $RedC_R$ com os parâmetros dos intervalos preestabelecidos para o zoneamento bioclimático atuante na região estudada, conforme enunciado pela Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas nº 309/2022. Deste modo, como expresso na Figura 7, o sistema de condicionamento de ar discutido para a condição atual da edificação se enquadra na classe energética “C”.

Figura 7. Intervalo da classe energética do sistema de condicionamento de ar atual.



(Fonte: O Autor, 2023.)

3.1.3 Classificação energética do sistema de iluminação para as condições atuais

Agora, para o sistema de iluminação há a necessidade, assim como no caso visto para os sistemas abordados anteriormente, em encontrar o respectivo valor percentual de redução do consumo do sistema para a iluminação da edificação real ($RedC_{IL}$), por meio da Equação 10, considerando os consumos de iluminação correspondentes para a condição real, $C_{IL,real}$, e de referência, $C_{IL,ref}$, descritas conforme a Equação 11. Cada um desses consumos pode ser definido de acordo com estabelecidos para as suas respectivas dependências equacionais, contudo os consumos reais para tal edificação foram simulados e organizados no Quadro 6.

Para a situação de referência, é preciso definir para ambas as classes energéticas A e D, pois estes serão relevantes posteriormente para definir a faixa em que se encontrar os intervalos de etiquetagem para este caso. Deste modo, utilizando-se a Equação 15 (sabendo que o prédio em questão dispõe apenas da atividade educacional) por meio do método do edifício completo e a área total $4436,4 \text{ m}^2$ (de acordo com os resultados da simulação apresentados no Quadro 6), tem-se que a potência de iluminação limite na classificação A e na classificação D, com respectivamente $DPI_{LA} = 8,7 \text{ W/m}^2$ e $DPI_{LD} = 15,5 \text{ W/m}^2$, serão dadas por:

$$PI_{LA} = \sum_{i=1}^n (A_i \cdot DPI_{LA}) = (4436,4 \text{ m}^2)(8,70 \text{ W/m}^2) = PI_{LA} = 38596,68 \text{ W} \quad (29)$$

$$PI_{LD} = \sum_{i=1}^n (A_i \cdot DPI_{LD}) = (4436,4 \text{ m}^2)(15,5 \text{ W/m}^2) = PI_{LD} = 68764,20 \text{ W} \quad (30)$$

Com as potências de iluminação limite de referência definidas, obtêm-se os respectivos valores para os consumos de iluminação correspondentes às condições de referência nas classes A e D, baseando-se em 8 horas diárias de usabilidade da edificação e uma atuação de 200 dias.

$$C_{IL,refA} = \left(\frac{PI_{LA} \cdot h \cdot N}{1000} \right) = \frac{(38596,68 \text{ W}) \cdot (8) \cdot (200)}{1000} = C_{IL,refA} = 61754,688 \text{ W} \quad (30)$$

$$C_{IL,refD} = \left(\frac{PI_{LD} \cdot h \cdot N}{1000} \right) = \frac{(68764,20 \text{ W}) \cdot (8) \cdot (200)}{1000} = C_{IL,refD} = 110022,720 \text{ W} \quad (31)$$

A determinação desses consumos por meio da aplicação da Equação 11 é de grande importância por disponibilizar uma ideia da margem entre as classes onde, por mais que haja a classe “E”, é apenas considerado para o cálculo o limite entre A e D pois a classificação energética E é determinada abaixo de zero. Assim, a partir consumos obtidos existe a possibilidade de extrair a variação entre os intervalos presentes no Quadro 4, utilizando-se a Equação 16, que, assim como na aplicação da análise para a envoltória, possui uma faixa de intervalos dependentes de um percentual que relaciona, nesse caso, os consumos obtidos.

$$i = \left(\frac{\left(\frac{110022,72 \text{ W} - 61754,688 \text{ W}}{110022,720 \text{ W}} \right) \cdot 100}{3} \right) = 14,62\% \quad (32)$$

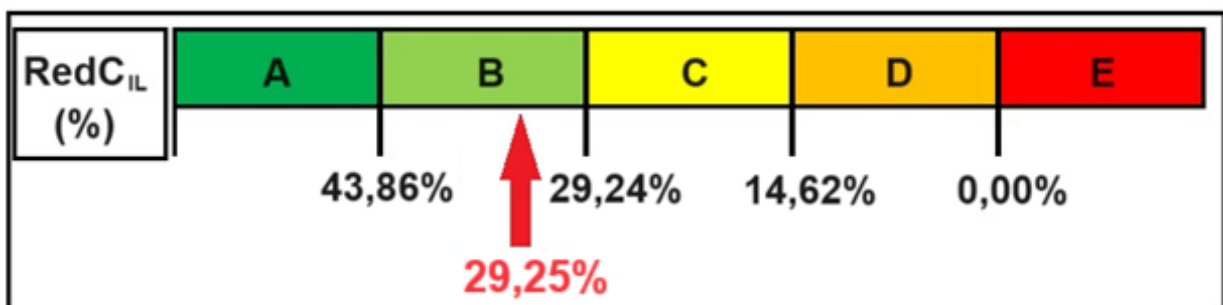
Assim, com a faixa de cada classe energética conhecida, parte-se para definição do percentual de redução do consumo do sistema para a iluminação da edificação real sendo este dependente do consumo de iluminação para situação real e este, por sua vez, deve ser definido com base na potência de iluminação total instalada, PI_T . Para tal, deveriam ser realizados o somatório dos equacionamentos presentes nas Equações 12 e 13, porém também é possível obter $C_{IL,real}$ por meio da soma dos consumos do sistema para a iluminação da edificação real referentes a iluminação interna e externa, conforme os dados apresentados no Quadro 6, sendo esta opção ainda mais proveitosa por estar diretamente de acordo com as simulações realizadas. Visto isso, tem-se que o consumo de iluminação para a condição atual é $C_{IL,real} = 77839$ kWh/ano, conforme a Equação 33.

$$C_{IL,real} = C_{IL,ext} + C_{IL,int} = 875,00 + 76964,00 = C_{IL,real} = 77839,00 \text{ kWh/ano} \quad (33)$$

A adoção destes dados à Equação 10 proporciona o percentual de redução do consumo de iluminação visto na Equação 34. A INI-C considera $C_{IL,refD}$ para o cálculo de $RedC_{IL}$ pois é de maior relevância para o cálculo atribuir a condição mais desfavorável do sistema. Assim, por meio da análise do Quadro 4 com os valores aqui obtidos é possível classificar o sistema de iluminação atual na etiquetagem energética “B”, como apresentado na Figura 8. Isso demonstra que o sistema atual referente a iluminação artificial dos ambientes interno da estrutura analisada se apresente com uma baixa qualidade pois, por mais que esteja na classe “B”, sua classificação está muito próxima de uma determinação energética na classe “C”.

$$RedC_{IL,atual} = \left(\frac{110022,720 \text{ kWh/ano} - 77839,00 \text{ kWh/ano}}{110022,720 \text{ kWh/ano}} \right) \cdot (100) = 29,25\% \quad (34)$$

Figura 8. Intervalo da classe energética do sistema de iluminação da edificação na condição atual.



(Fonte: O Autor, 2023.)

3.1.4 Classificação energética do sistema geral para as condições atuais da edificação

A partir da determinação das classes energéticas para os subsistemas apresentados, é então possível especificar a classe energética do sistema geral do edifício. Para tal, segue-se com a mesma ideia redigida nos subsistemas apresentados, necessitando-se encontrar, neste caso, o percentual de redução do consumo de energia primária para edificação em relação a condições real e de referência $RedC_{EP}$, onde este depende dos seus respectivos consumos de energia primária da edificação, $C_{EP,real}$ e $C_{EP,ref}$. Esses consumos são definidos por meio da Equação 18 e 19, com base no consumo total de energia elétrica da edificação para os dois casos. Assim, com o consumo de equipamentos (C_{EQ}) sendo relativo à soma das potências instaladas totais dos equipamentos presentes, correspondendo a 58144,00 kWh/ano por meio do Quadro 6.

Daí, considerando-se a Equação 19 para cada caso, os valores dos consumos de energia primária da edificação para a condição real e de referência são dados, respectivamente, pelas Equações 35 e 36 apresentadas a seguir.

$$C_{EP,real} = (808247,00 + 77839,00 + 58144,00)(1,6) = 1510768,00 \text{ kWh/ano} \quad (35)$$

$$C_{EP,ref} = (982023,173 + 110022,72 + 58144,00)(1,6) = 1840303,82 \text{ kWh/ano} \quad (36)$$

Assim, com os valores de consumos de energia primária para cada uma das condições e, por meio da Equação 17, tem-se que o $RedC_{EP}$ pode ser observado conforme a Equação 37 a seguir.

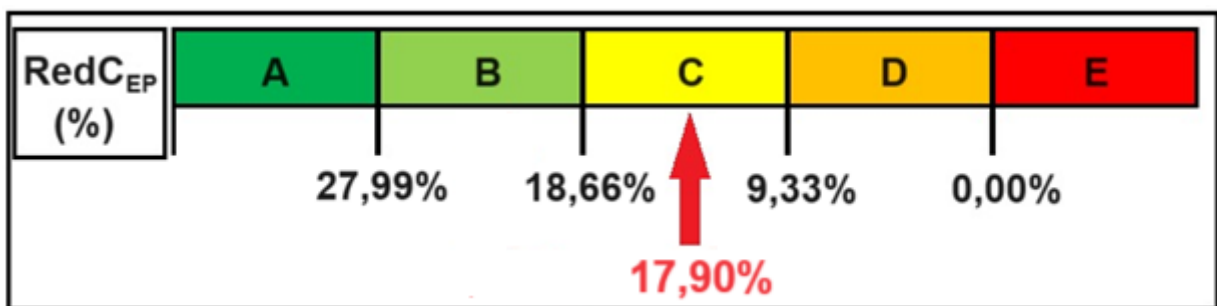
$$RedC_{EP} = \left(\frac{1840303,82 \text{ kWh/ano} - 1510768,00 \text{ kWh/ano}}{1840303,82 \text{ kWh/ano}} \right) \cdot 100 = 17,90\% \quad (37)$$

O último passo para que seja realizada a classificação geral é estabelecer a faixa dos intervalos para a etiquetagem utilizando o coeficiente de redução do consumo de energia primária de maneira análoga a situação da envoltória, apenas substituindo o coeficiente $CRCgTT_{D-A}$ pelo fator referente ao $CRC_{EP,D-A}$, a partir da Tabela 3, obtendo-se a Equação 38.

$$i = \left(\frac{CRCgTT_{D-A} \cdot 100}{3} \right) = \frac{(0,28)(100)}{3} = 9,33\% \quad (38)$$

Conforme mencionado a Equação 38 se baseia na Equação 3, apenas substituindo o valor considerado de $CRC_{gTT_{D-A}}$ para o equivalente a $CRC_{EP,D-A}$, atribuído em concordância aos requisitos estabelecidos na Tabela 3 onde, com base nas condições geométricas presentes no Apêndice 11 e no zoneamento Z8 estipulado, $CRC_{EP,D-A} = 0,28$, obtive-se nesta avaliação $i = 9,33$ e, por meio do Quadro 5, uma classificação “C” para o sistema geral (Figura 9). Esse índice medíocre apresentado pela edificação em suas condições atuais demonstra a evidente necessidade de uma reformulação dos sistemas presentes na mesma.

Figura 9. Intervalo da classe energética do sistema geral da edificação na condição atual.



(Fonte: O Autor, 2023.)

Uma consideração importante a ser tomada é que a Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas nº 309/2022 estabelece critérios de elegibilidade da classificação A para os diferentes sistemas energéticos presentes na edificação, então mesmo em caso de algum dos sistemas definidos se encaixasse na etiquetagem “A” este poderia não fazer de fato parte de tal categoria se não cumprisse com as restrições, enquadrando-se assim no máximo em uma classificação “B”.

O processo de elegibilidade de cada um dos subsistemas presentes em uma edificação pode ser observado nos Apêndices 5-8, que apresentam, respectivamente, as condições de classificação para os sistemas de condicionamento de ar, iluminação e aquecimento de água em conformidade com os requisitos e critério abordados pela INI-C nº 309/2022, apresentando a esquematização conforme os requisitos presentes em tal Instrução Normativa. Ainda é possível construir um modelo de etiquetagem para o edifício estudado (Apêndice 20) seguindo o padrão para a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) em conformidade com a aplicação do manual RTQ-C versão 4.1 para edifícios comerciais, de serviços e públicos.

3.2 CONSIDERAÇÕES PARA A PROPOSTA DE *RETROFIT*

Com base nos resultados das classificações energéticas obtidas para as condições reais da edificação do Ceagri II em sua situação atual, foram-se idealizadas ideias para a reformulação dos aspectos condizentes a iluminação e o condicionamento de ar visando reabilitar tais setores aos critérios estipulados nas normas mais recentes.

A INI-C nº 309/2022 enfatiza que para a redução em consumo referente ao aspecto de iluminação do ambiente é possível realizar o aproveitamento da iluminação natural por meio da instalação de fotossensores considerando as zonas primárias de iluminação natural dos cômodos influenciada através das aberturas zenitais, sendo referentes a área sob a abertura zenital (localizada na parte superior, apontando para o zênite, que é o ponto no céu diretamente acima de um observador para permitir a entrada de luz natural e, às vezes, ventilação no espaço interno) correspondendo à projeção translúcida da abertura zenital com a adição de 0,7 vezes a altura ao teto do andar.

Assim, sabendo-se que as janelas presentes nos cômodos do edifício em questão têm área de 1m^2 (com exceção das janelas dos banheiros) e se distribuem com 0,5m abaixo do topo de cada andar, considerando que cada andar possui 3m de altura (conforme os Anexos 2 e 3), para uma sala de aula do Ceagri II com $63,21\text{m}^2$ de área e sabendo que a sua respectiva parede voltada para o exterior tem cerca de 7,3m apresentando 6 janelas igualmente espaçadas entre si (igual a 6m^2 de janela na sala) e a área influenciada da parede será o comprimento da mesma vezes a altura do piso até as janelas ($7,3\text{m} \times 1,5\text{m} = 10,95\text{m}^2$), tem-se que a dimensão da zona primária de iluminação natural em cada direção é dada pela Equação 39.

$$\text{Dimensão da Zona Primária} = (10,95\text{m}^2 + 6,00\text{m}^2) + (0,70 * 3,00\text{m}) = 19,05\text{m}^2 \quad (39)$$

Assim, é possível reservar uma área de aproximadamente 19m^2 para a iluminação natural das regiões em cada sala, onde o restante deve ser preenchido corretamente com iluminação artificial. Assim, sabendo-se que salas para fins educacionais devem apresentar uma iluminância de, no mínimo, 500lux (NBR 8995:2013) e conforme PINTO e JÚNIOR (2018), é possível utilizar de 6 à 12 lâmpadas tubulares de LED para iluminar uma região de até 70m^2 . Já com relação ao sistema de condicionamento de ar presente na instalação, que dispões de condições atuais mais precárias, houve proposta de reformulá-lo consideração a atribuição de um sistema mais potente com capacidade acima dos 60000 BTU/h.

3.3 DETERMINAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DA PROPOSTA DE *RETROFIT*

A classificação de etiquetagem ajuda a identificar sistemas de iluminação ineficientes em edifícios, sendo um ponto crítico para identificar áreas onde melhorias podem ser feitas para reduzir o consumo de energia e os custos associados. Por meio das análises dos sistemas individuais na situação atual se apresentou evidente que o sistema de condicionamento existente no esquema da estrutura do Ceagri II é notavelmente precário para as condições atuais do edifício. Isso ainda se torna mais agravante ao observar a situação dos aparelhos de condicionamento do ar presentes na instalação, como visto na Figura 10 em que mostrado um exemplo do cenário que se manteve muito recorrente na edificação durante as vistorias, sendo uma das muitas salas de aula em que os antigos equipamentos de ar condicionado presentes no cômodo estão desativados por apresentarem avarias ou nem mesmo funcionarem.

Figura 10. Exemplo de equipamentos de ar condicionado avariados presentes na edificação.



(Fonte: O Autor, 2023.)

A substituição dos equipamentos de ar condicionado quebrados existentes por modelos mais eficientes e adequadamente dimensionados pode contribuir significativamente para a melhoria da eficiência energética do edifício e, conseqüentemente, para a etiquetagem energética. Visto isso, a primeira alteração inerente à proposta de *retrofit* energético para o Edifício Vasconcelos Sobrinho (Ceagri II) se refere a implementação de um sistema de condicionamento mais efetivo ao dimensionamento da edificação, sendo assim idealizado a troca do sistema ineficiente presente por um grupo de aparelhos condicionadores de ar com

capacidade térmica superior a 17,6 kW (60.000 BTU/h). O modelo escolhido, baseado na margem estabelecida pela Tabela 11, foi o ar condicionado tipo split teto de 70.000 BTU/h Frio 220V trifásico com código PT80FRCAV2POW da marca CARRIER cujas especificações técnicas mais relevantes para este projeto foram disponíveis na Figura 11 a seguir.

Figura 11. Especificações técnicas do ar condicionado escolhido da empresa STR (ADAPTADO).

Capacidade (BTU/H)	70.000 BTU/h		
Ciclo	Frio	Modelo Evaporadora	42ZQA80C5
Estilo	Split Teto	Modelo Condensadora	38CCL090535MC
Tipo	Refrigeração	Peso Líquido Evaporadora (kg)	43
Tecnologia	Convencional	Peso Líquido Condensadora (Kg)	78
Alimentação	220V	Dimensões Evaporadora (LxAxP)mm	1650 x 230 x 700
Frequência (Hz)	60	Dimensões Condensadora (LxAxP)mm	623 x 962 x 623
Consumo (W)	7.200	Vazão de Ar (m ³ /h)	2380
Tensão/Fase	220V/Trifásico	EAN Condensadora	7898626575674
Gás Refrigerante	R-410A	Serpentina	Cobre

(Fonte: STR AR CONDICIONADO.)

Além desta prática, outra vertente a ser inclusa na proposta de *retrofit* para este projeto se refere a adaptação do subsistema de iluminação predial da construção, uma vez que foi observado nas sessões de monitoramento uma quantidade desnecessariamente excessiva de lâmpadas nas salas de aula de tal edifício, assim foi idealizado um reformulação do posicionamento desses instrumentos para certificar que a instalação e/ou alteração relacionada aos aparelhos dos sistemas de iluminação e condicionamento de ar esteja em conformidade com as normas e regulamentações locais, incluindo requisitos de eficiência energética e segurança.

O desconforto térmico gerado pelo mal funcionamento do sistema de HVAC (Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado) durante o período de coleta de dados se mostrou tão elevado a ponto de os usuários da edificação improvisarem métodos utilizando equipamentos temporários, ventiladores por exemplo, como ilustrado na Figura 12, com o intuito de suavizar condições insalubres. Além disso, tal figura ainda apresenta outro fator considerável já mencionado para a remodelagem predial, a presença em excesso de lâmpadas tubulares com 1200mm de 40W tipo LED (*Light Emitting Diode*) que, por mais eficientes que possam ser, apresentam um desperdício significativo quando utilizadas de forma incorreta.

Figura 12. Sala de aula presente na edificação do Ceagri II com problemas de conforto térmico.



(Fonte: O Autor, 2023.)

Como foi idealizado uma modernização dos sistemas energéticos mais necessitados de forma discreta, a ideia da proposta do processo de *retrofit* se volta a tentar conservar ao máximo as características pertinentes a cada subsistema reformado, com o intuito de preservar a essência da edificação. Dessa forma, manteve-se as características da envoltória intactas para a simulação da remodelagem, alterando-se apenas ambos os sistemas de iluminação e condicionamento de ar onde, para os equipamentos inclusos na categoria HVAC, foi-se aplicada a mesma proporção presente no modelo real para as salas destinadas às aulas, em que havia a disposição de aparelhos de ar condicionado em pares, porém em trios para os ambientes onde são destinadas as atividades que possuem uma frequência de uso reduzida, em tal construção estes cômodos apresentam aproximadamente o dobro da área de uma sala de aula da estrutura.

Já no caso do sistema de iluminação foram consideradas reduções no desperdício de energia através do reposicionamento dos instrumentos utilizados para iluminar os ambientes, de modo que em cada ambiente estes se mantenham proporcionalmente e igualmente distanciados entre os demais com o intuito de otimizar a distribuição deste subsistema na estrutura. Através das vistorias foi observado que os cômodos destinados às aulas possuem em média 60,00 m² e dispõem de 9 lâmpadas LED tipo tubular, já os salões utilizados para ocasiões casuais apresentam cerca de 120,00 m² e 18 lâmpadas do mesmo modelo, sendo a mesma quantidade distribuída no conjunto corredor mais entrada principal em cada andar. Assim, houve uma alteração nos cômodos referentes às salas, de 9 para 6 dispositivos de iluminação, e

as salas multiuso e os corredores mais entradas principais, de 18 para 12 desses dispositivos, mantendo-se a relação atual para os demais ambientes presentes no edifício. Deste modo, a quantidade de lâmpadas LED presentes em cada andar agregará a seguinte redução: de 132 para 93 lâmpadas no térreo; de 148 para 103 lâmpadas presentes no primeiro andar; de 139 para 94 lâmpadas no segundo andar; e de 142 para 100 lâmpadas presentes no terceiro andar.

Através das simulações no programa computacional utilizado, realizando-se as devidas alterações apresentadas para as condições da proposta do *retrofit*, foram obtidos novos valores de potência instalada referentes a iluminação e equipamentos, conforme o Quadro 7, considerando-se que não houveram alterações nos demais itens do Quadro 6.

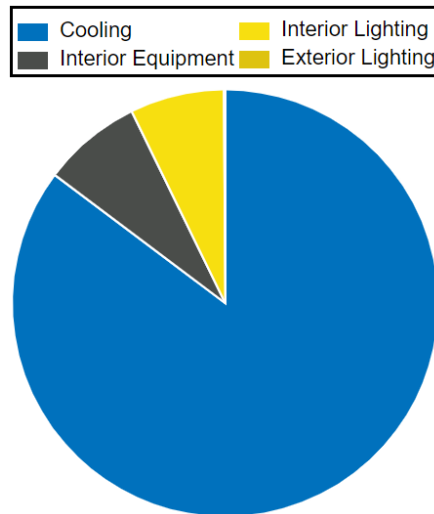
Quadro 7. Valores característicos para condição de *retrofit* obtidos por meio de simulações.

End Use	Consumption (kWh)
Heating	0
Cooling	688,022
Interior Lighting	57,567
Exterior Lighting	875
Interior Equipment	60,603
Exterior Equipment	0

(Fonte: O Autor, 2023.)

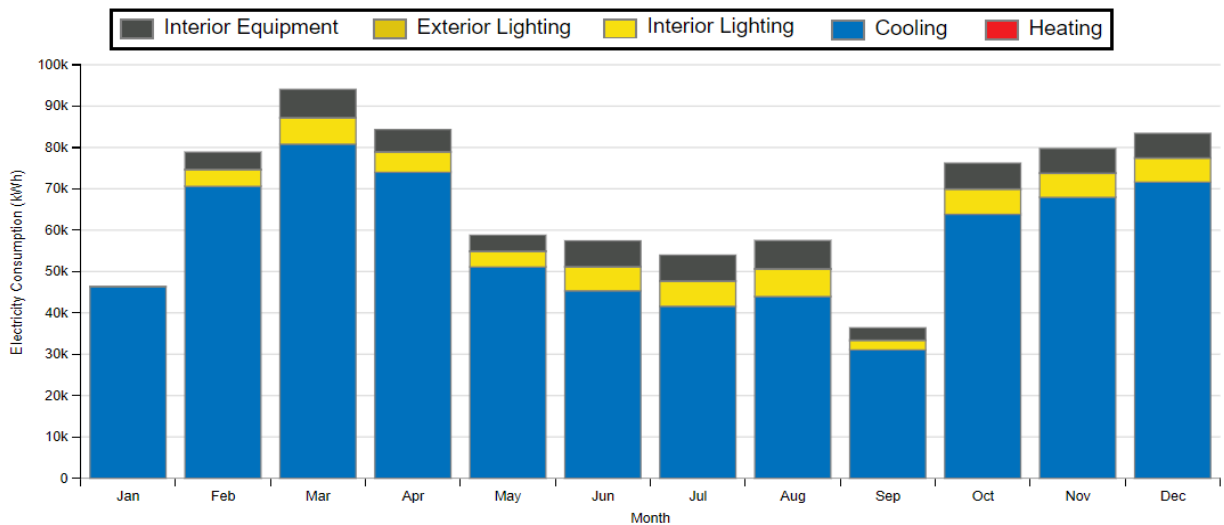
A relação percentual para a Intensidade de Uso de Energia (EUI), Gráfico 3, dispõe de uma distribuição mais balanceada para os cálculos da simulação do processo de *retrofit* em comparação aos calculados para o caso real. Desta vez a divisão entre os equipamentos interiores e as iluminações interna e externa junto aos ar condicionados é de, respectivamente, 7,00%, 8,00%, 0,01% e 85%, como também é observável, no Gráfico 4, uma redução significativa do consumo de eletricidade associado aos meses quando em comparação aos dados obtidos por simulações para o Gráfico 2.

Gráfico 3. Relação entre as parcelas da EUI de acordo com os resultados da simulação do *retrofit*.



(Fonte: O Autor, 2023.)

Gráfico 4. Variação do consumo de eletricidade mensal referente a simulação para o *retrofit*.



(Fonte: O Autor, 2023.)

As relações de uso e consumo de energia para a condição atual e pós *retrofit* estão agrupadas nos Apêndices 14-19. Seguindo a orientação das informações, a proposta do sistema de condicionamento de ar manteve as características presentes no atual modelo com relação a distribuição e quantidade dos equipamentos, conforme observado nos Anexos 9-12. Já com relação ao sistema de iluminação dos ambientes internos, a sua relação de distribuição de equipamentos luminosos para os casos antes e depois do *retrofit* é vista no Apêndice 9, que dispõe as configurações de distribuição das lâmpadas para cada condição analisada.

Para realizar a etiquetagem da condição proposta pelo processo de *retrofit* à edificação vigente foi admitida a classificação “B” para o sistema energético da envoltória e considerados todos os valores e variáveis obtidas através de tal resultado que foram encontrados durante o processo de determinação da classe para a envoltória na condição atual, pois no *retrofit* idealizado foi considerado que tal subsistema mantenha as condições reais observadas durante as visitas realizadas para os cálculos das simulações da remodelagem energética já que foi observado que a densidade de potência de iluminação na carga térmica da envoltória não afetou significativamente os resultados. Portanto, para o cálculo do sistema geral pós *retrofit* serão consideradas as condições da envoltória real e os valores obtidos para as classificações dos sistemas de condicionamento de ar e iluminação após a proposta de remodelagem apresentada.

3.3.1 Classificação do sistema do condicionamento de ar para as condições pós *retrofit*

No que se refere ao novo sistema de renovação de ar presente na instalação, por meio da adoção das informações apresentadas na Figura 11, sabendo-se que a capacidade dos novos aparelhos de condicionamento de ar não deve ultrapassar 688022 kWh/ano (Quadro 7) conforme as simulações os equipamentos a serem aderidos ao sistema se enquadram na faixa superior a 60000 BTU/h, pois os cálculos para faixas inferiores se mostraram ineficientes, sendo-se assim necessário aplicar a outra vertente mencionada para a definição do consumo de refrigeração do sistema de ar condicionado da edificação em sua condição proposta. Nesse caso, será interpretado como quociente do termo $CgTT_{real}$ (cujo valor está preservado para os cálculos da condição atual, apresenta na Equação 22) pelo valor (CEE_R), sendo este último obtido pelo produto da eficiência do resfriador de líquido pelo fator de ponderação (K). No que diz respeito ao zoneamento bioclimático em que o edifício em análise está localizado (Z8), a Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas nº 309/2022 estabelece que o valor desta constante K é dada por 0,64 para a condensação à ar. No que diz respeito a determinação da Eficiência Energética do refrigerador (EE_R), calcula-se este termo por meio da seguinte forma: $EE_R = \text{Capacidade de Resfriamento (em BTU/h)} / \text{Consumo de Energia (em Watts)}$. Assim, para um ar condicionado com capacidade de 70000 BTU/h e 7200 W de consumo, tem-se um $EE_R = 9,72$, conforme a Equação 40 a seguir.

$$EE_R = \frac{70000,00 \text{ BTU/h}}{7200,00 \text{ W}} = EE_R = 9,72 \quad (40)$$

Agora com base na determinação de EE_R para condensação à ar, encontra-se um consumo de energia elétrica do equipamento a ser instalado dado por meio da aplicação Equação 9 e, com isso em mente, $C_{R,retro}$ será fornecido através da relação $CgTT_{real}/CEE_R$ observada na Equação 42, baseando-se no valor obtido por meio da Equação 41.

$$CEE_R = EE_R * K = 6,2208 \quad (41)$$

$$C_{R,retro} = \frac{CgTT_{real}}{CEE_R} = \frac{2212331,01 \text{ kWh/ano}}{6,2208} = 355634,486 \text{ kWh/ano} \quad (42)$$

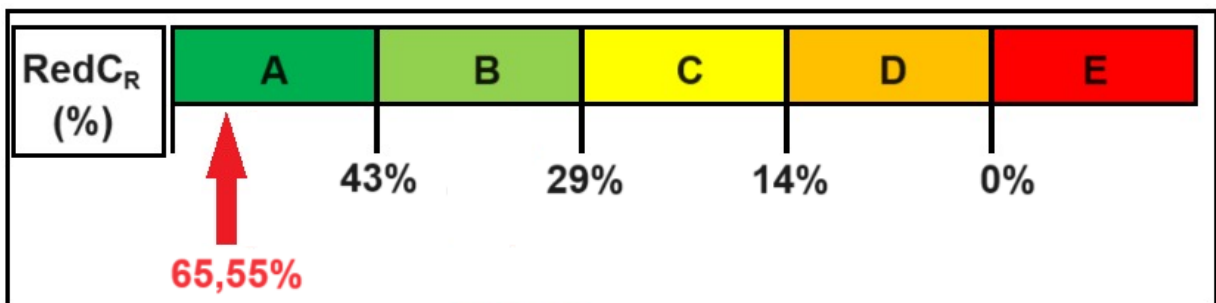
Já o cálculo para o consumo de refrigeração do sistema de ar condicionado da edificação em sua condição de referência se mantém igual ao do anterior, utilizando a Equação 6 como pilar, alterando-se apenas o valor da potência de refrigeração para sua correspondente do equipamento aplicado na substituição (passando de 4050 W para 7200 W), resultando-se em seu novo valor de $C_{R,ref}$ assim como notado na Equação 44. Dessa forma com $C_{R,ref}$ e $C_{R,retro}$ de acordo com as novas condições estabelecida, encontra-se (por meio da Equação 5) que $RedC_{R,retro} = 65,55\%$ para tal proposta de *retrofit*, conforme apresentado na Equação 45.

$$C_{R,ref} = \left(\frac{2384780,25}{2.6} \right) + \left(\frac{7200.8.200}{100} \right) = 1032423,170 \text{ kWh/ano} \quad (44)$$

$$RedC_{R,retro} = \left(\frac{1032423,170 - 355634,486}{1032423,170} \right) \cdot 100 = 65,55\% \quad (45)$$

O $RedC_{R,retro}$ enquadra o novo sistema na classificação energética “A” conforme os limites estabelecidos na sua respectiva resolução INI-C Inmetro nº 309/2022 para os intervalos descritos na Figura 13 a seguir, demonstrando um salto significativo em relação a situação atual.

Figura 13. Intervalo da classe energética do sistema de condicionamento de ar pós *retrofit*.



(Fonte: O Autor, 2023.)

3.3.2 Classificação do sistema de iluminação para as condições pós *retrofit*

Por outro lado, no tocante relacionado a vistoria dos aspectos energéticos para o sistema de iluminação pós remodelagem, a potência de iluminação total para o processo de *retrofit* apresentado se baseou, assim como realizado na condição atual, nas informações obtidas por meio das simulações desenvolvidas no *OpenStudio*, dispostas desta vez na Quadro 7. Com isso, o consumo de iluminação com base na potência instalada total para a condição proposta se deve por meio do somatório das potências correspondentes aos sistemas internos e externos como a Equação 46.

$$C_{IL,retro} = C_{IL,ext} + C_{IL,int} = 875,00 + 57567,00 = C_{IL,real} = 58442,00 \text{ kWh/ano} \quad (46)$$

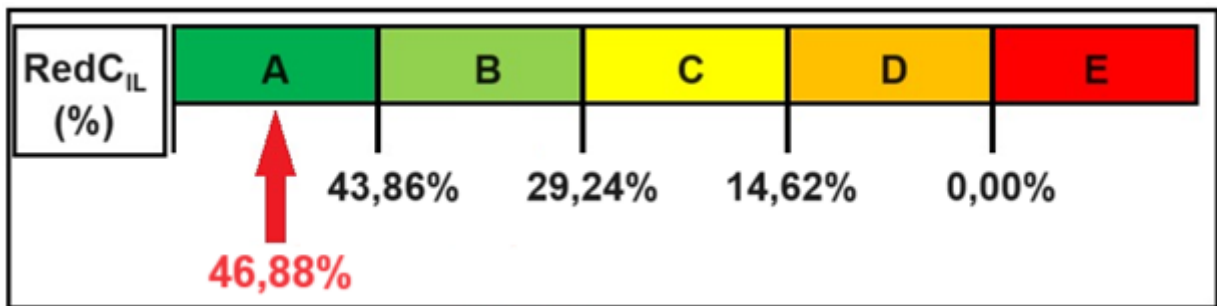
Dessa forma, como visto na equação acima (baseada na Equação 33), o consumo de iluminação pós *retrofit* será de 58442,00 kWh/ano. Já os consumos de iluminação para cada condição de referência se mantiveram os mesmos, assim como a iluminação externa, $C_{IL,refA} = 61754,688 \text{ W}$ e $C_{IL,refD} = 110022,720 \text{ W}$, o que implicou no mesmo valor de margem i (14,62%) para os intervalos de classificação apresentados no Quadro 4, do mesmo modo que as Equações 30, 31 e 32. Daí, com os valores já estabelecidos para a definição da redução do consumo de iluminação, segue-se com o cálculo do percentual do mesmo por meio da Equação 47.

$$RedC_{IL,retro} = \left(\frac{110022,720 \text{ kWh/ano} - 58442,00 \text{ kWh/ano}}{110022,720 \text{ kWh/ano}} \right) \cdot (100) = 46,88\% \quad (47)$$

A porcentagem para $RedC_{IL,retro}$ é de certo modo superior àquela encontrada para as condições atuais da construção, porém quando realizada a implementação deste valor na tabela mencionada referente a margem das classes energética para o sistema de iluminação baseado o fator percentual (i) obtido para os intervalos, o novo modelo para esta categoria se enquadra na classificação de etiquetagem “A” (Figura 14).

Entre as possíveis causas que resultaram no salto considerável da determinação energética “B” para a “A” neste subsistema podem ser caracterizados, de acordo com a INI-C nº 309/2022, aspectos como a necessidade da determinação do potencial de integração entre sistemas de iluminação e a luz natural disponível para otimizar a economia de energia, e a ausência de controles de iluminação instalados na condição atual da instalação.

Figura 14. Classificação energética do sistema de iluminação da edificação pós *retrofit*.



(Fonte: O Autor, 2023.)

3.3.3 Classificação do sistema geral para as condições pós *retrofit*

Por fim, definidas as das classes energéticas para os subsistemas apresentados relacionados a proposta de *retrofit*, torna-se possível obter o correspondente da classe energética do sistema geral do edifício. Um ponto importante a ser observado é que tal proposta considera que os novos sistemas a serem idealizados (relacionados aos sistemas modificados de iluminação e condicionamento de ar) se enquadrem nos critérios mínimos para as condições de elegibilidade do processo de etiquetagem dos subsistemas estabelecidos pela INI-C Inmetro nº 309/2022. Visto isso, o Apêndice 20 mostra o modelo energético para tal proposta de *retrofit*.

Conforme os métodos atribuídos na metodologia deste trabalho, para o conjunto completo dos sistemas energéticos presentes na construção analisada, deve-se determinar o percentual de redução do consumo de energia primária para edificação em relação as novas condições propostas $RedC_{EP,retro}$ (Equação 17), sendo-se necessário primeiramente encontrar os valores dos consumos de energia primária da edificação na situação real e de referência, através do produto do somatório dos consumos dos subsistemas de condicionamento de ar e iluminação definidos respectivamente para cada condição, multiplicados por um fator de razão 8/5, transcrito pelas Equações 18 e 19. Tendo em vista que o consumo de equipamentos (C_{EQ}) é dado pela potência instalada total dos equipamentos presentes, multiplicado pela razão presente na Equação 21, porém neste o valor deste consumo específico é visível no Quadro 7, correspondendo a 60603,00 kWh/ano. Essa leve diferença entre os consumos de energia para os equipamentos presentes na construção observada pode condizer as mudanças adotadas entre os casos das condições apresentadas no processo atual e aqueles estipulados para a reformulação estrutural dos respectivos subsistemas na proposta de *retrofit* presente.

Assim, com base no valor definido através das simulações no *OpenStudio* para $C_{EQ,retro}$ os valores de $C_{EP,real}$ e $C_{EP,ref}$ para a proposta de *retrofit* serão, respectivamente, dados pela Equação 48 e 49, inspirados nas Equações 18 e 19.

$$C_{EP,real} = (355634,49 + 58442,00 + 60603,00)(1,6) = 759487,18 \frac{kWh}{ano} \quad (48)$$

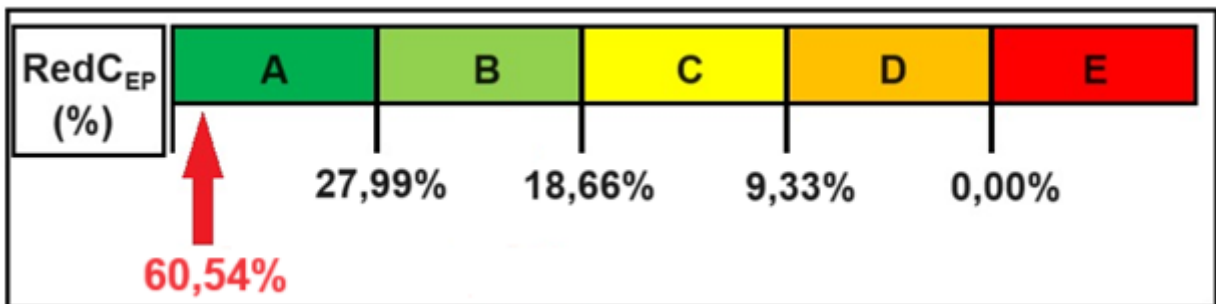
$$C_{EP,ref} = (1032423,170 + 110022,720 + 60603,000)(1,6) = 1924878,22 \frac{kWh}{ano} \quad (49)$$

Agora, por meio da Equação 17, utilizando-se os valores obtidos acima para os consumos de energia primária na condição proposta é possível identificar o novo percentual de redução do consumo de energia primária entre a edificação $RedC_{EP}$ para tal situação:

$$RedC_{EP,retro} = \left(\frac{1894847,22 \text{ kWh/ano} - 759487,18 \text{ kWh/ano}}{1894847,22 \text{ kWh/ano}} \right) \cdot 100 = 60,54\% \quad (50)$$

Para esta situação em questão são aplicadas as mesmas condições de definição dos intervalos de classificação do caso apresentado para a situação atual do edifício. Assim, admitindo-se as margens presentes nas Figura 9 para as margens de etiquetagem da remodelagem (Figura 15), obteve-se uma classificação energética “A” para o sistema geral da edificação presente, o que torna plausível a aplicação da proposta de *retrofit* apresentada. Tal resultado demonstra a capacidade revolucionária da aplicação de processos de reabilitação estrutural de edificações em adaptar as mesmas para condições atuais, obedecendo normais vigentes e critérios mais sofisticados, enquanto preserva as características da estrutura e satisfaz aspectos de sustentabilidade.

Figura 15. Intervalo da classe energética do sistema geral da edificação na condição pós *retrofit*.



(Fonte: O Autor, 2023.)

4 CONCLUSÃO

4.1 Conclusões

No decorrer do trabalho apresentado foi identificado, por meio de simulações e cálculos estabelecidos pela Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas nº 309/2022, que a edificação analisada apresentava classificações de etiquetagem que refletiam seu estado atual, sendo estas a classe "B" para os sistemas de iluminação e de envoltória e a classe "C" para o sistema de condicionamento de ar o que, conforme os critérios estabelecidos pelo INMETRO, resultou em uma classificação geral "C", evidenciando a necessidade de intervenção nas características que compõem tal estrutura para atingir níveis mais elevados de eficiência energética.

Assim, por meio do estudo e aplicação de melhorias idealizadas para os sistemas de iluminação e condicionamento de ar presentes na construção analisada, alcançou-se uma notável classificação "A" para a iluminação (apresentando um leve aumento em quesitos de eficiência) e para o sistema de condicionamento de ar, sem a necessidade de alterações significativas na envoltória do edifício, por se tratar de um sistema mais complexo em consonância à preservação dos aspectos socioculturais da edificação destinada a fins educacionais. O resultado final foi uma classificação geral "A" para o sistema como um todo, um testemunho do potencial transformador do *retrofit* energético, assim provando que a proposta de *retrofit* desenvolvida para o Edifício Vasconcelos Sobrinho da UFRPE demonstrou que a reabilitação de estruturas datadas pode elevar efetivamente o seu desempenho energético.

Para melhorar ainda mais os resultados obtidos, é indispensável considerar métodos complementares, como a possível implementação de fontes de energia renovável nas imediações do prédio em questão, a adoção de sistemas de automação e controle avançados para uma regulação mais refinada do acionamento e desligamento de equipamentos para iluminação artificial, a reformulação dos espaços da envoltória de modo a acrescentar uma maior influência da ventilação e luminosidade naturais além da conscientização dos ocupantes sobre práticas sustentáveis.

4.2 Recomendações para trabalhos futuros

O presente estudo proporcionou uma visão abrangente sobre a importância das intervenções de retrofit no setor da construção civil, destacando seu impacto positivo na eficiência energética e na sustentabilidade ambiental. No entanto, como em qualquer pesquisa, há espaço para trabalhos futuros que podem expandir o entendimento e aprimorar as práticas existentes no tocante à eficiência energética em edificações.

Uma recomendação chave para pesquisas futuras é a realização de estudos de caso mais abrangentes e aprofundados, abrangendo uma variedade de tipos de edifícios e regiões geográficas, que permitirá uma compreensão mais completa dos diferentes desafios e oportunidades que surgem em contextos diversos, contribuindo para a criação de diretrizes mais precisas para intervenções de *retrofit*. Além disso, a monitorização e avaliação contínuas de edifícios reabilitados devem ser enfatizadas em pesquisas futuras, garantindo-se que os benefícios alcançados através de propostas de reabilitação predial sejam sustentados ao longo do tempo, fornecendo dados empíricos para embasar políticas e práticas de *retrofit* eficazes.

Outro ponto crítico a ser explorado em trabalhos futuros é o avanço na pesquisa e desenvolvimento de equipamentos e materiais utilizados em propostas de processos de *retrofit*. Novas tecnologias e inovações podem tornar essas intervenções mais eficientes e acessíveis, beneficiando tanto os proprietários de edifícios quanto o meio ambiente. Visto isso, uma ótima oportunidade de aplicação para tal temática é a abordagem de procedimentos para etiquetagem e reabilitação de estruturas com fins educacionais localizadas em instituições de ensino, uma vez que a união entre estudantes em formação juntamente a pesquisadores pode agregar positivamente em uma melhor preservação e adaptação do centro educativo aos aspectos energéticos e estruturais vigentes na atualidade. Assim, para avançar na promoção da eficiência energética e da sustentabilidade ambiental por meio de intervenções de *retrofit*, é fundamental que os esforços de pesquisa e desenvolvimento continuem a ser uma prioridade.

Desta forma o presente trabalho enfatiza a relevância das intervenções de *retrofit* para o setor da construção civil e suas implicações na promoção da eficiência energética e da sustentabilidade ambiental, destacando a importância do monitoramento e avaliação contínuos para garantir que os benefícios da reabilitação predial sejam mantidos ao longo do tempo. Além disso, é importante ressaltar que a pesquisa e desenvolvimento contínuos são essenciais para aprimorar a eficiência de equipamentos e materiais utilizados em processos de *retrofit*.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, C. N. D.; SÁNCHEZ, J. M. M.; CRONEMBERGER, J.; COSTA, J. F. W. Retrofit e preservação de edifícios não residenciais modernos em Brasília: uma abordagem para eficiência energética e iluminação natural. *In*: SOUSA, B. A. A.; CASTRO, A. C.; SALES, R. S.; SALES, R. E. S. **A construção civil em uma perspectiva econômica, ambiental e social**. 1. ed. Guarujá: Editora Científica Digital, 2021. p. 339-357. Disponível em: <https://downloads.editoracientifica.com.br/articles/210303862.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2023.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-3:2005**. Desempenho térmico de edificações Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16401-3:2008**. Instalações de ar-condicionado - Sistemas centrais e unitários. Parte 3: Qualidade do ar interior. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674:1999**. Norma Brasileira de Iluminação de Ambientes de Trabalho. Manutenção de edificações - Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1999.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8995:2013**. Norma Brasileira de Iluminação de Ambientes de Trabalho. Iluminação em ambientes de trabalho. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.
- BARRIENTOS, M. I. G. G. **Retrofit de edificações**: estudo de reabilitação e adaptação das edificações antigas às necessidades atuais. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <https://pantheon.ufrj.br/handle/11422/1652>. Acesso em: 07 jun. 2023.
- BLANCO, J. L.; MULLIN, A.; PANDYA, K; SRIDHAR, M. The new age of engineering and construction technology. **McKinsey & Company**, jul. 2017. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/the-new-age-of-engineering-and-construction-technology>. Acesso em: 11 set. 2023.
- BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Instrução Normativa N°02 de 4 de junho de 2014**. Brasília, DF: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 4 jun. 2014. Disponível em: <https://www.gov.br/compras/pt-br/aceso-a-informacao/legislacao/instrucoes-normativas/instrucao-normativa-no-2-de-04-de-junho-de-2014>. Acesso em: 30 de ago. 2023.
- DATHEIN, Ricardo. **Inovação e Revoluções Industriais**: uma apresentação das mudanças tecnológicas dominantes nos séculos XVIII e XIX. Porto Alegre: Ricardo Dathein, 2003. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/ufrgs/results?q=Ricardo+Dathein&domains=www.ufrgs.br&siteearch=www.ufrgs.br>. Acesso em: 11 set. 2023.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Uso de Ar Condicionado no Setor Residencial Brasileiro: Perspectivas e contribuições para o avanço em eficiência energética.** Rio de Janeiro: EPE, 2018. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-341/NT%20EPE%20030_2018_18Dez2018.pdf. Acesso em: 7 set. 2023.

FUMAGALLI, João P. **Estudo de caso para eficiência energética em edifícios antigos.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015. Disponível em: https://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/10014/3/CT_COELE_2015_1_10.pdf. Acesso em: 24 de jul. 2023.

GOMES, Michel M. **Modelagem, análise e proposta de retrofit do laboratório de planejamento de sistemas de energia elétrica.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica), Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/197819>. Acesso em: 19 jul. 2023.

GOVERNMENT OF CANADA. **RETSscreen.** Canadá, 30 maio 2023. Disponível em: <https://natural-resources.canada.ca/maps-tools-and-publications/tools/modelling-tools/retscreen/7465>. Acesso: 10 set. 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. **INI comercial – Instrução normativa do Inmetro para edificações comerciais, de serviços e públicas.** Anexo da portaria INMETRO n° 309/2022. Disponível em: https://pbeedifica.com.br/sites/default/files/INI-C_Portaria_309_de_2022_COM%20CAPA.pdf. Acesso em 10 jun. 2023.

INVERNIZZI, Matteo; NASCIMENTO, Pedro Augusto Cavalcanti do. **Gestão energética de edificações autossuficientes: estudo de caso no Campus Recife da UFPE.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/48904>. Acesso em: 15 jun. 2023.

LAMBERTS, R; CARLO, JOYCE; MIZGIER, M. O.; FOSSATI, M.; SCALCO, V. A. **Manual para Aplicação do RTQ-C.** 1. ed. Santa Catarina: Procel Edifica, 2017.

LEITE, Gabriela E. V. **Estudo do impacto da quarta revolução industrial na cadeia produtiva da indústria da construção civil no Agreste Pernambucano.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/44982>. Acesso em: 13 jun. 2023.

MACHADO, Diego F. C. **Análise comparativa entre estratégias de retrofit e impactos na eficiência energética no edifício acadêmico II - UNIFESP, Baixada Santista - SP.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Petróleo e Recursos Renováveis), Universidade Federal de São Paulo, Santos, 2018. Disponível em: <https://repositorio.unifesp.br/handle/11600/50960>. Acesso em: 17 jun. 2023.

NATIONAL LABORATORY OF THE U.S. DEPARTMENT OF ENERGY, OFFICE OF ENERGY EFFICIENCY AND RENEWABLE ENERGY. **Current Features**. Colorado, 2023. Disponível em: https://nrel.github.io/OpenStudio-user-documentation/getting_started/features/. Acesso: 10 set. 2023.

OLIVEIRA, Candi C. **Uma Revisão sobre estratégias de retrofit em edificações para melhoria da eficiência e da sustentabilidade**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/223069>. Acesso em: 19 de ago. 2023.

PIMENTEL, R. M. M. Cientistas de PE falando para o mundo: João de Vasconcellos Sobrinho. **Revista Inovação e Desenvolvimento**. Pernambuco, v. 1, n. 8, p. 27-31, 2022. Disponível em: <https://revistainovacao.facepe.br/index.php/revistaFacepe/article/view/84/98>. Acesso em: 3 de set. 2023.

PINHEIRO, A. M.; ROMÉRO, M. D. Retrofit energético e percepção do usuário: estudo de caso em um complexo corporativo em Belém-PA. **Cadernos de Arquitetura e Urbanismo**. Paranoá, v. 1, n. 30, p. 3-13, 2021. DOI: <http://doi.org/10.18830/issn.1679-0944.n30.2021.05>. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/paranoa/article/view/34830>. Acesso em: 17 jun. 2023.

PINTO, T. R. & JÚNIOR, G. M. A. Comparativo entre lâmpadas fluorescentes e lâmpadas de led sob a visão do superdimensionamento em sua substituição. **Revista Projectus**. v. 3, p. 140-160, 2020. DOI: 10.15202/25254146.2018v3n1p140. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/343128084_COMPARATIVO_ENTRE_LAMPADAS_FLUORESCENTES_E_LAMPADAS_DE_LED_SOB_A_VISAO_DO_SUPERDIMENSIONAMENTO_EM_SUA_SUBSTITUICAO. Acesso em: 13 ago. 2023.

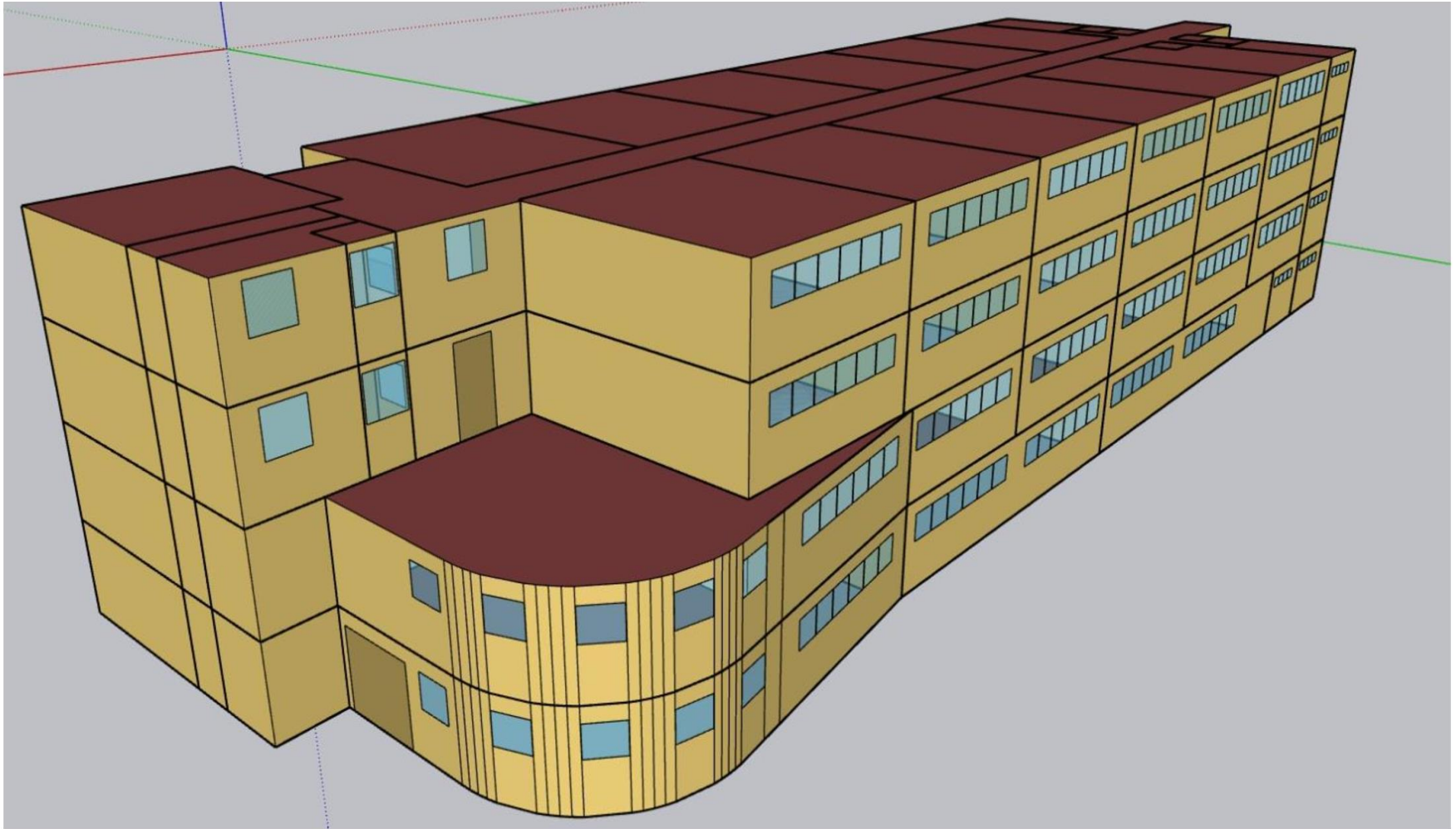
QUICKSTART. 2023. Disponível em: <https://energyplus.net/quick-start>. Acesso em: 10 set. 2023.

REIS, T. Potencial de eficiência energética nas edificações ainda está inexplorado. 2023. **Procel**, Brasília, mar. 2022. Disponível em: <http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View=%7B8D1AC2E8-F790-4B7E-8DDD-CAF4CDD2BC34%7D&Team=¶ms=itemID=%7BDAC287BE-13F8-4C6E-AB38-02A21E1AA408%7D;&UIPartUID=%7BD90F22DB-05D4-4644-A8F2-FAD4803C8898%7D>. Acesso em: 11 jun. 2023.

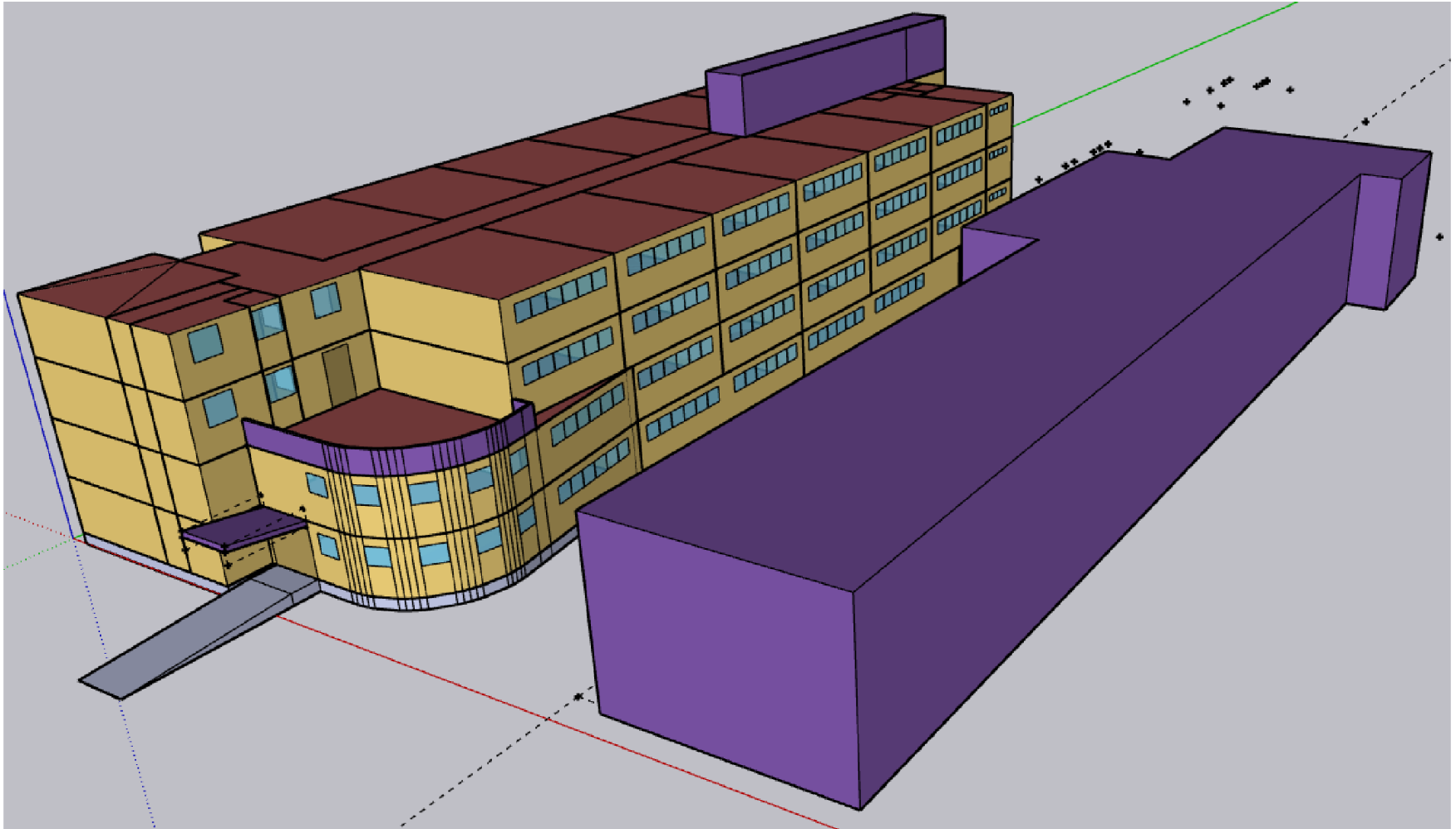
REVIT para arquitetura - ferramentas de BIM para arquitetos. **Revit**, 2023. Disponível em: <https://www.autodesk.com.br/products/revit/architecture>. Acesso em: 10 set. 2023.

VATTENFALL. **Global mapping of greenhouse gas abatement opportunities up to 2030**. Solna, jan. 2007. Disponível em: <https://www.yumpu.com/en/document/read/6709694/global-mapping-of-greenhouse-gas-abatement-opportunities-up-to->. Acesso em: 16 ago. 2023.

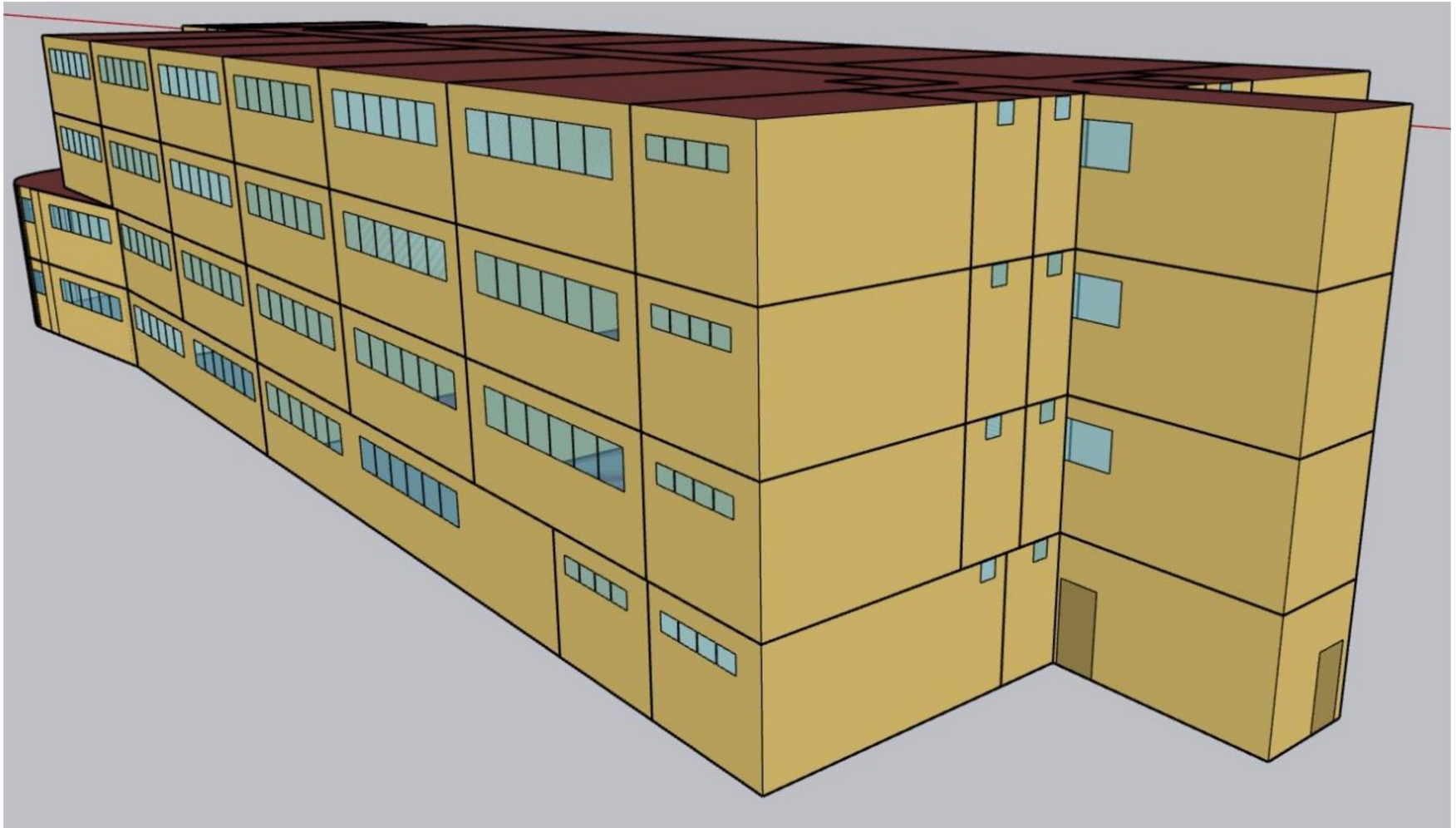
APÊNDICE 1: VISTA LATERAL/FRONTAL DA MODELAGEM 3D PARA A EDIFICAÇÃO DO CEAGRI II NO SKETCHUP (PARTE 1): ZONAS TÉRMICAS



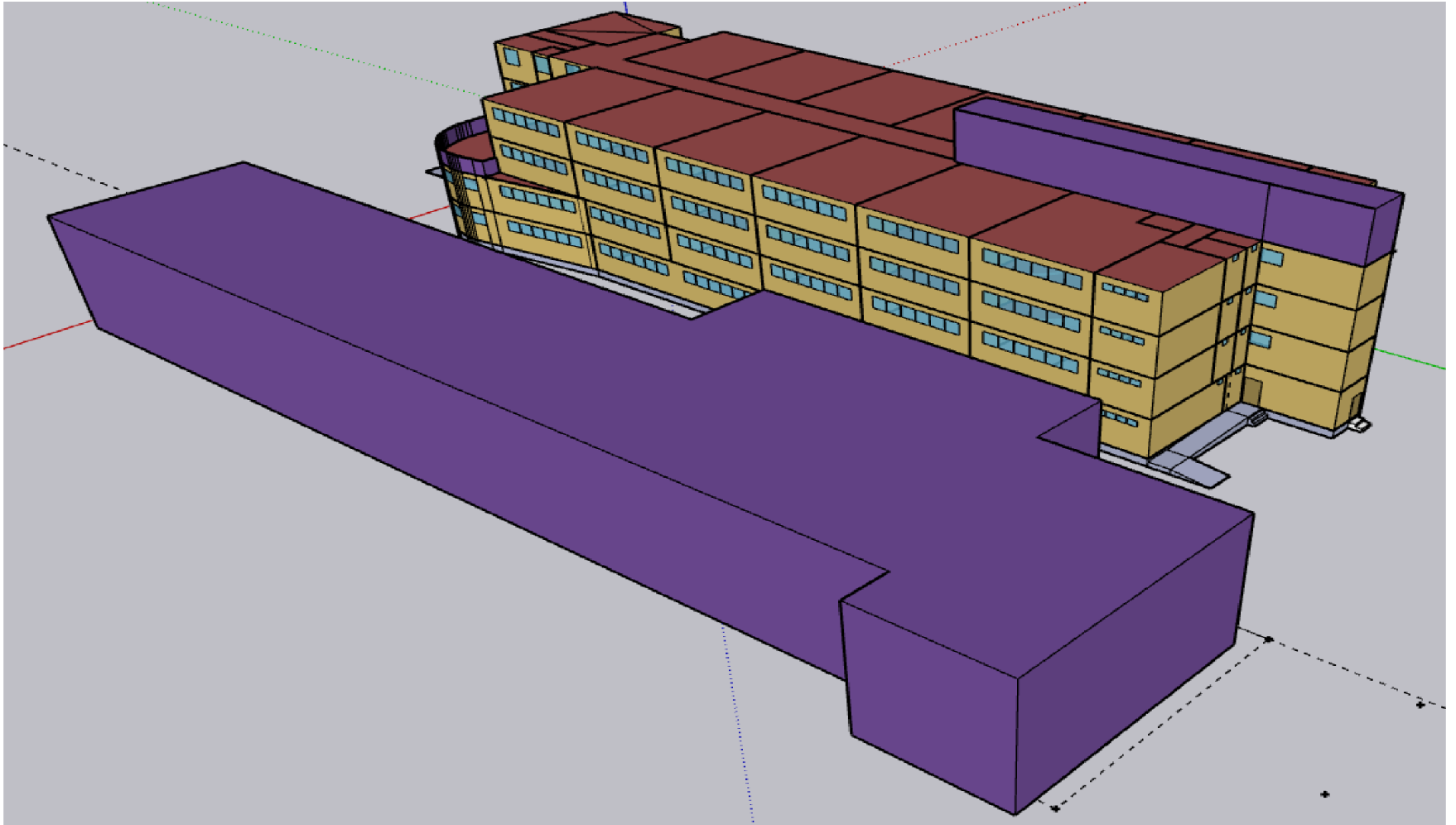
APÊNDICE 1: VISTA LATERAL/FRONTAL DA MODELAGEM 3D PARA A EDIFICAÇÃO DO CEAGRI II NO SKETCHUP (PARTE 2): COM SOMBREAMENTO



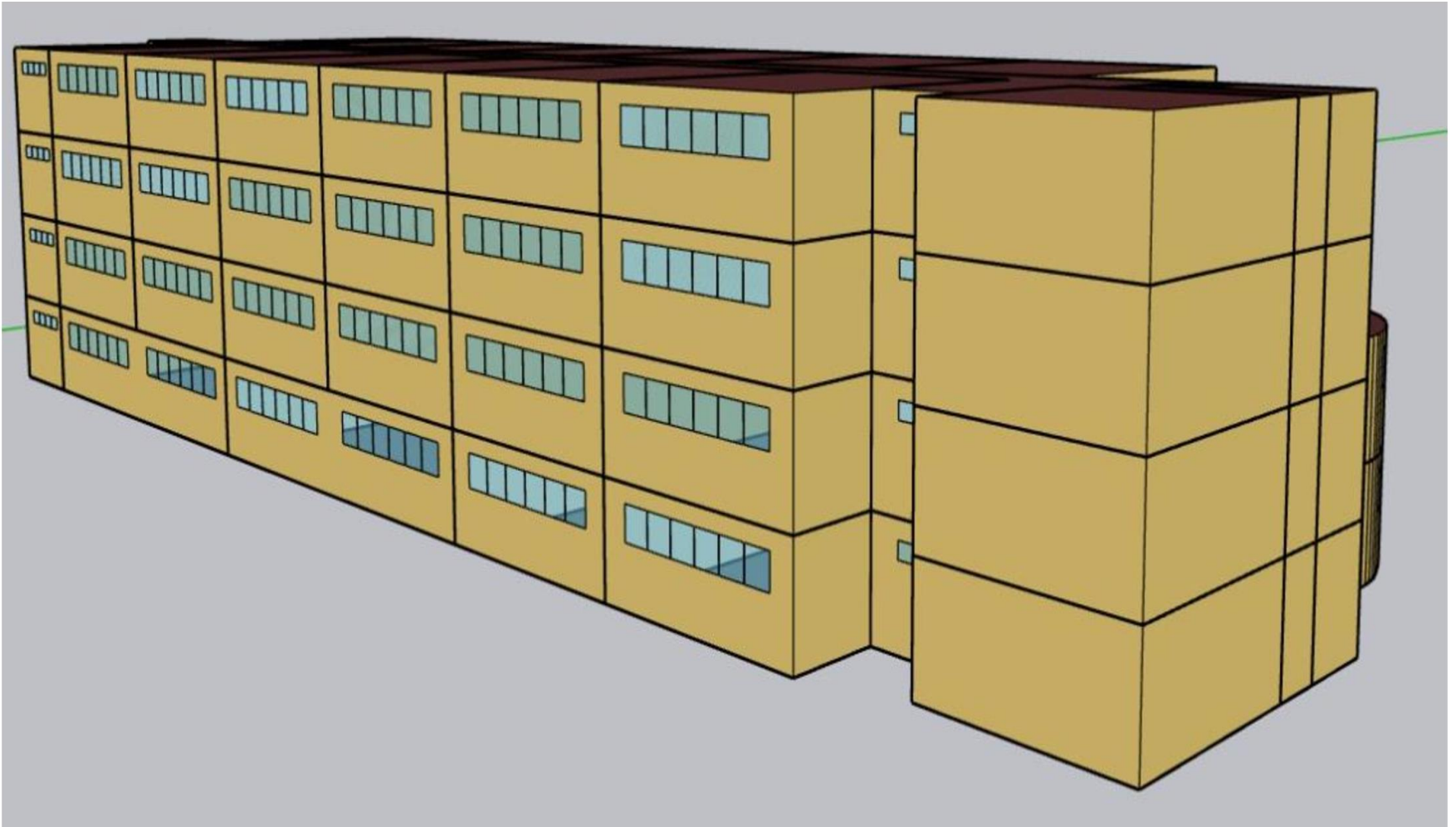
APÊNDICE 2: VISTA LATERAL/TRASEIRA DA MODELAGEM 3D PARA A EDIFICAÇÃO DO CEAGRI II NO SKETCHUP (PARTE 1): ZONAS TÉRMICAS



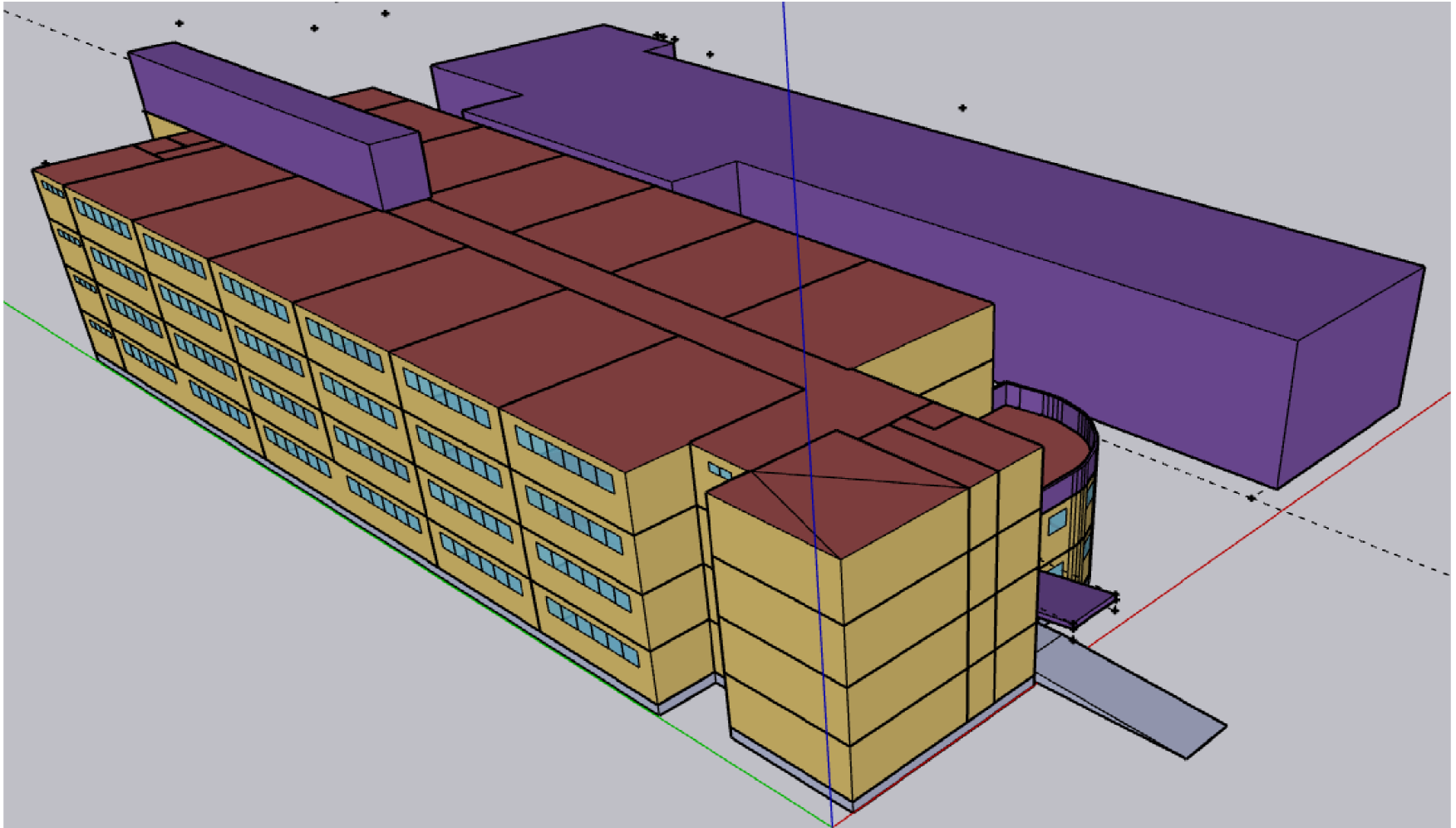
APÊNDICE 2: VISTA LATERAL/TRASEIRA DA MODELAGEM 3D PARA A EDIFICAÇÃO DO CEAGRI II NO SKETCHUP (PARTE 2): COM SOMBREAMENTO



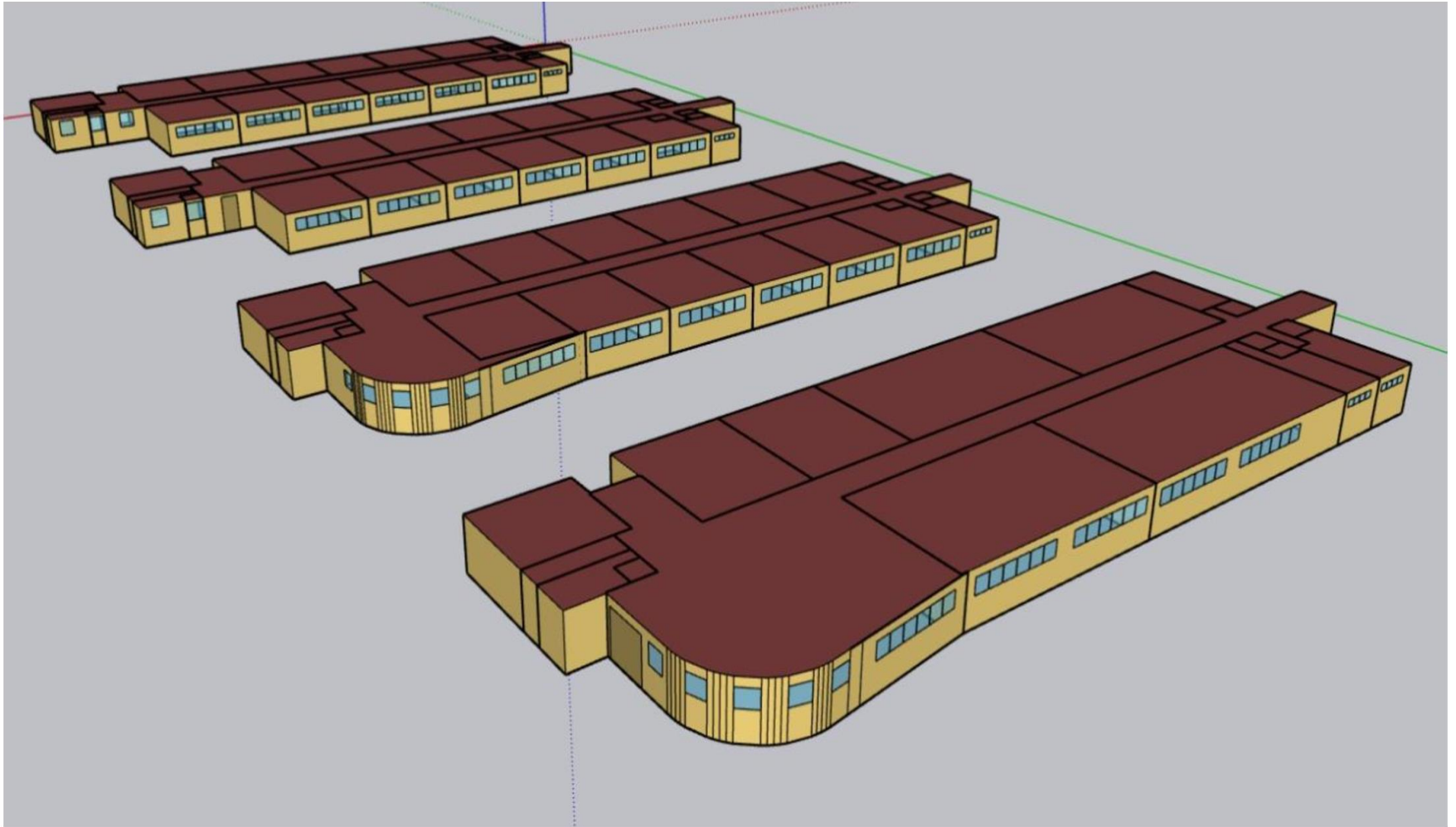
APÊNDICE 3: VISTA LATERAL/FRONTAL DA MODELAGEM 3D PARA A EDIFICAÇÃO DO CEAGRI II NO SKETCHUP (PARTE 1): ZONAS TÉRMICAS



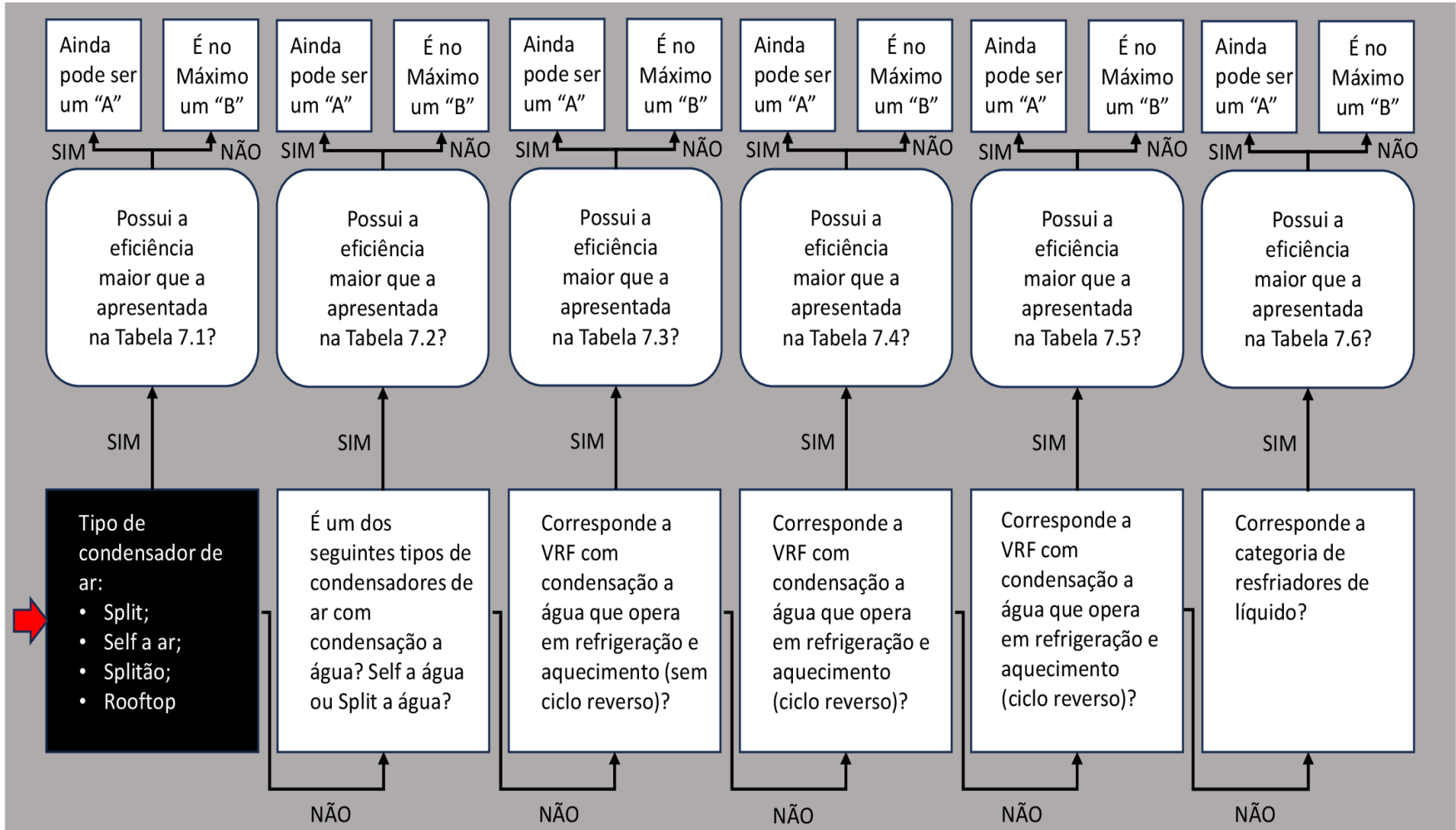
APÊNDICE 3: VISTA LATERAL/FRONTAL DA MODELAGEM 3D PARA A EDIFICAÇÃO DO CEAGRI II NO SKETCHUP (PARTE 2): COM SOMBREAMENTO



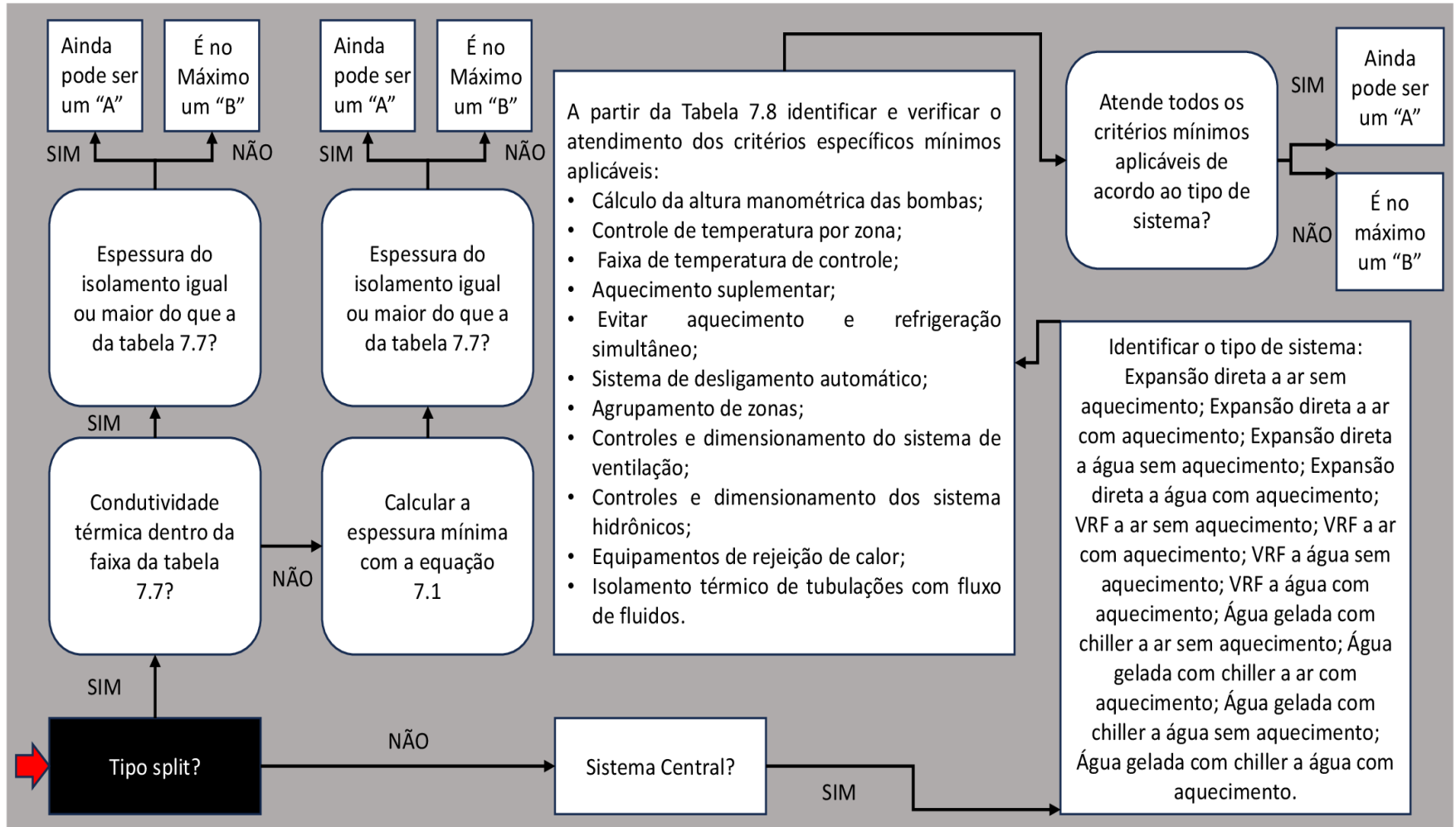
APÊNDICE 4: RELAÇÃO DA MODELAGEM 3D DAS VISTAS DOS DIFERENTES ANDARES PARA A EDIFICAÇÃO DO CEAGRI II NO SKETCHUP



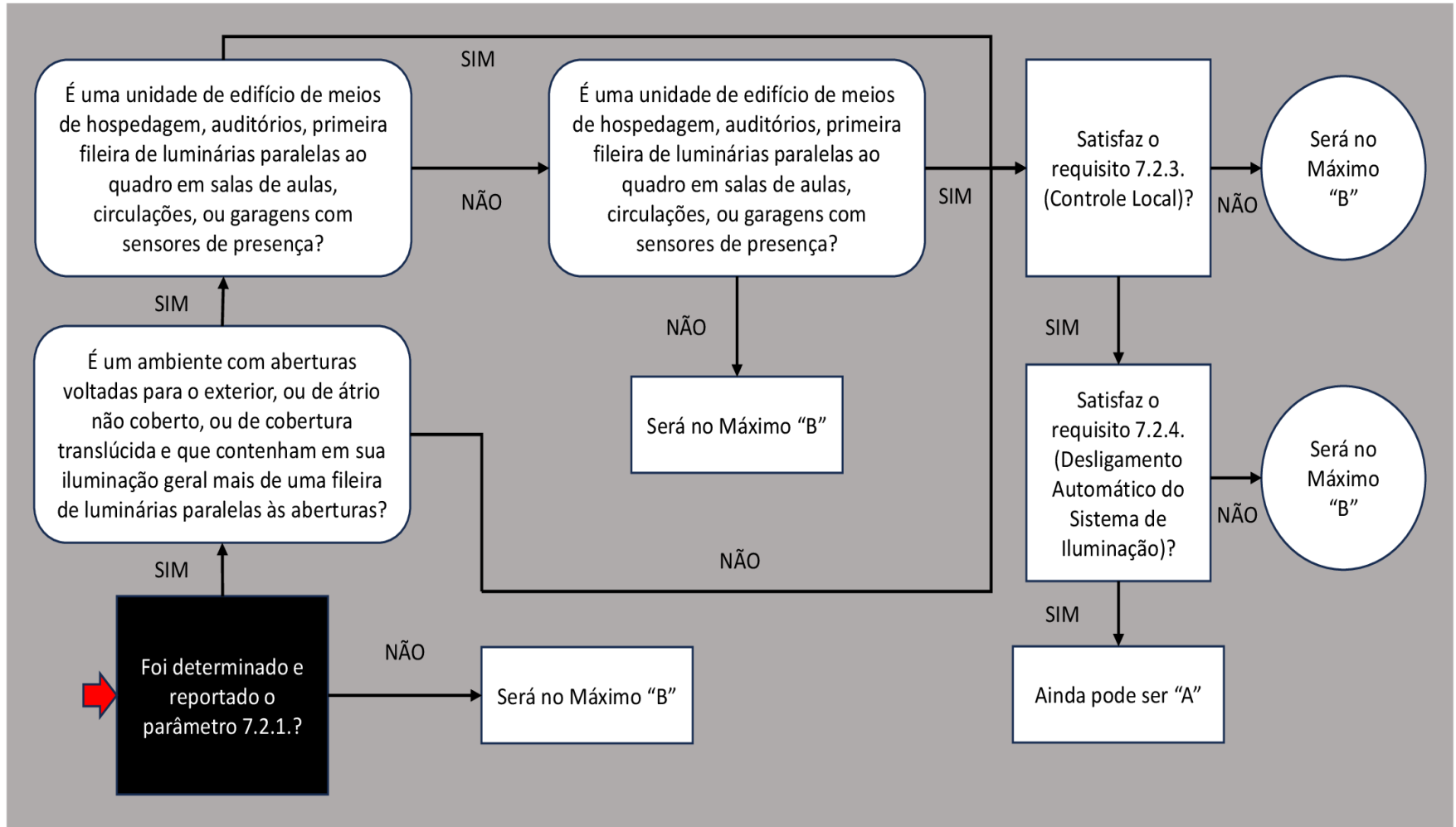
APÊNDICE 5: CONDIÇÃO DE ETIQUETAGEM "A" PARA O SISTEMA DE CONDICIONAMENTO DE AR BASEADO NA INI-C Nº 309/2022 (PARTE 1)



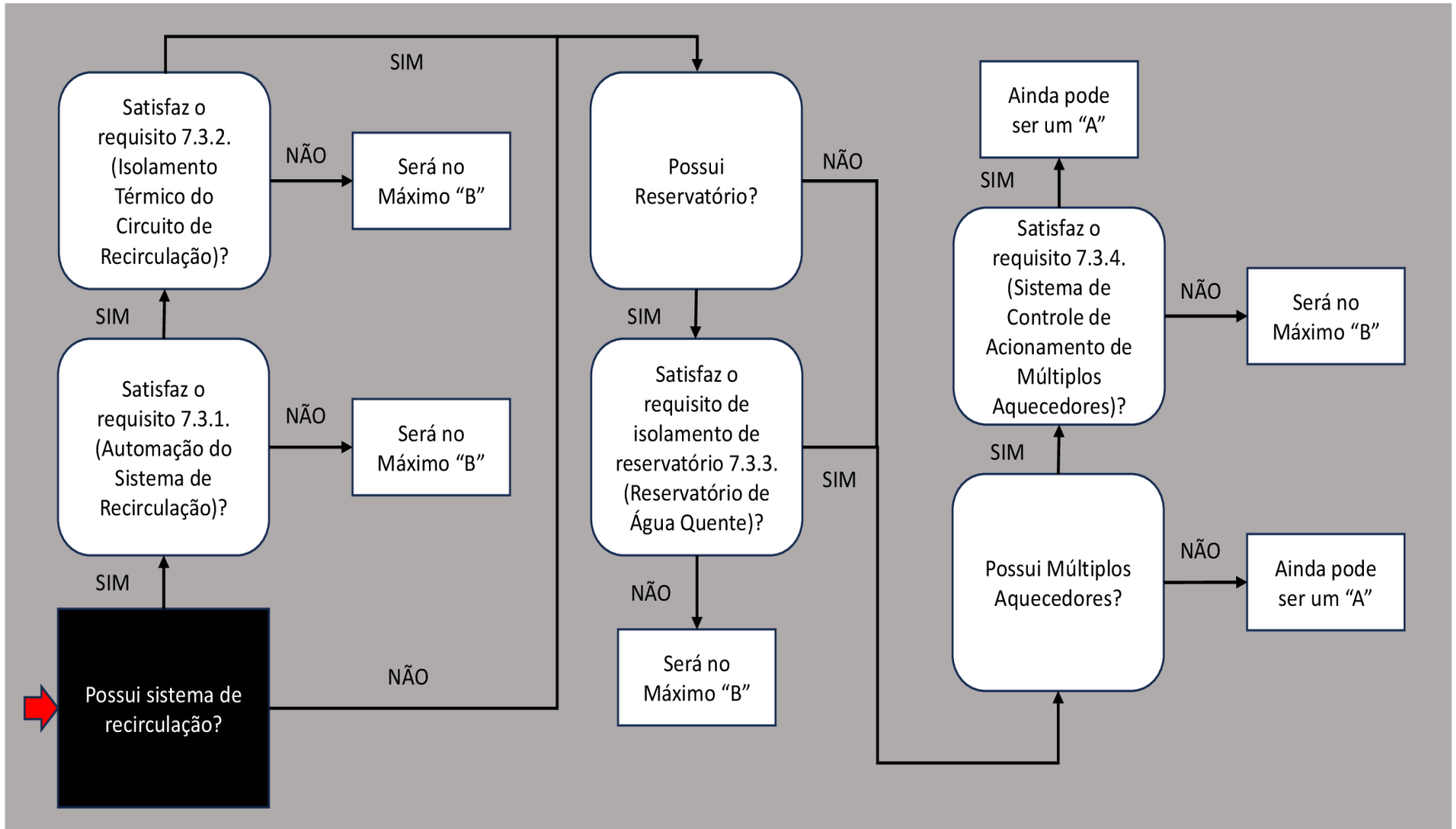
APÊNDICE 6: CONDIÇÃO DE ETIQUETAGEM "A" PARA O SISTEMA DE CONDICIONAMENTO DE AR BASEADO NA INI-C Nº 309/2022 (PARTE 2)



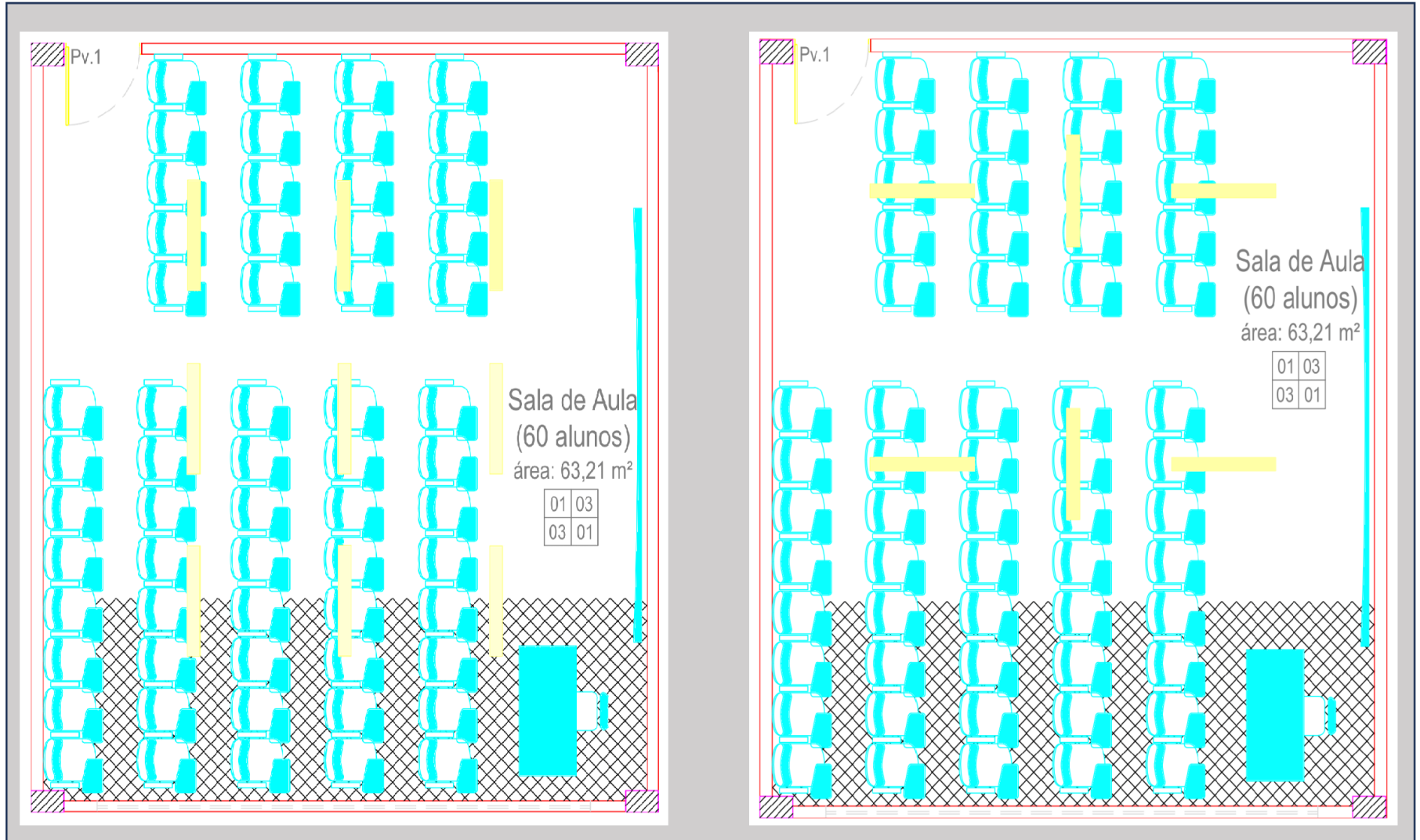
APÊNDICE 7: CONDIÇÃO DE ETIQUETAGEM "A" PARA O SISTEMA DE ILUMINAÇÃO BASEADO NA INI-C Nº 309/2022



APÊNDICE 8: CONDIÇÃO DE ETIQUETAGEM "A" PARA O SISTEMA DE AQUECIMENTO DE ÁGUA BASEADO NA INI-C Nº 309/2022



APÊNDICE 9: DISTRIBUIÇÃO DE LÂMPADAS POR SALA PARA CONDIÇÃO ATUAL (ESQUERDA) E PÓS RETROFIT (DIREITA) RELACIONADAS À ILUMINAÇÃO NATURAL



APÊNDICE 10: RELAÇÃO ENTRE OS RESULTADOS OBTIDOS NAS SIMULAÇÃO PARA A CONDIÇÃO ATUAL E PÓS RETROFIT: RESUMO DO EDIFÍCIO

Resumo de Resultados para Condição Atual

Data	Value
Building Name	EDIFICIO_CEAGRI_2
Total Site Energy	3,232,521 kBtu
Total Building Area	47,319 ft ²
Total Site EUI	68.31 kBtu/ft ²
OpenStudio Standards Building Type	n/a

Resumo de Resultados para Condição pós Retrofit

Data	Value
Building Name	EDIFICIO_CEAGRI_2
Total Site Energy	2,762,982 kBtu
Total Building Area	47,753 ft ²
Total Site EUI	57.86 kBtu/ft ²
OpenStudio Standards Building Type	n/a

APÊNDICE 11: RELAÇÃO ENTRE OS RESULTADOS OBTIDOS NAS SIMULAÇÃO PARA A CONDIÇÃO ATUAL E PÓS RETROFIT: RESUMO DO TEMPO

Resultados para Condição Atual e para Condição pós Retrofit relacionados a Fatores Temporais

	Value
Weather File	Recife PE BRA INMET WMO#=819580
Latitude	-8.1
Longitude	-34.9
Elevation	33 ft
Time Zone	-3.0
North Axis Angle	119.00
ASHRAE Climate Zone	

APÊNDICE 12: RELAÇÃO ENTRE OS RESULTADOS OBTIDOS NAS SIMULAÇÃO PARA A CONDIÇÃO ATUAL E PÓS RETROFIT: CONSTRUÇÃO

Relação das Superfícies Base para a Condição Atual e pós Retrofit

Construction	Net Area (ft ²)	Surface Count	R Value (ft ² *h*R/Btu)
Exterior Roof	11,742	25	0.03
Exterior Wall	20,734	172	0.66
Interior Ceiling	36,704	66	0.03
Interior Floor	48,392	38	1.00
Interior Wall	50,908	249	0.50

Relação das Sub-Superfícies Base para a Condição Atual e pós Retrofit

Construction	Net Area (ft ²)	Surface Count	U-factor (Btu/ft ² *h*R)	SHGC	VLТ
ASHRAE 189.1-2009 ExtWindow ClimateZone 7-8 4	3,383	372	0.35	0.45	0.45
Exterior Door	163	4		n/a	n/a
Interior Door	3,208	152		n/a	n/a

APÊNDICE 13: RELAÇÃO ENTRE OS RESULTADOS OBTIDOS NAS SIMULAÇÃO PARA A CONDIÇÃO ATUAL E PÓS RETROFIT: CONSTRUÇÃO

Relação da Área da Construção Aplicada para a Simulação na Condição Atual e no pós Retrofit

	Area [m2]
Total Building Area	4436.40
Net Conditioned Building Area	0.00
Unconditioned Building Area	4436.40

Razão de Janelas-Paredes Aplicadas para a Condição Atual e pós Retrofit na Simulação

	Total	North (315 to 45 deg)	East (45 to 135 deg)	South (135 to 225 deg)	West (225 to 315 deg)
Gross Wall Area [m2]	6130.44	2229.95	837.49	2210.33	852.68
Above Ground Wall Area [m2]	6130.44	2229.95	837.49	2210.33	852.68
Window Opening Area [m2]	314.31	141.50	9.00	150.95	12.86
Gross Window-Wall Ratio [%]	5.13	6.35	1.07	6.83	1.51
Above Ground Window-Wall Ratio [%]	5.13	6.35	1.07	6.83	1.51

APÊNDICE 14: RELAÇÃO ENTRE OS RESULTADOS OBTIDOS NAS SIMULAÇÃO PARA A CONDIÇÃO ATUAL E PÓS RETROFIT (PARTE 1): USO DE ENERGIA

Relação dos Consumos de Eletricidade em cada Condição (kBtu/ano)

Resultados do Uso de Eletricidade da Condição Atual

End Use	Consumption (kBtu)
Heating	10,663
Cooling	2,757,854
Interior Lighting	262,612
Exterior Lighting	2,986
Interior Equipment	198,397
Exterior Equipment	0

Resultados do Uso de Eletricidade Condição pós Retrofit

End Use	Consumption (kBtu)
Heating	9,165
Cooling	2,347,629
Interior Lighting	196,426
Exterior Lighting	2,986
Interior Equipment	206,785
Exterior Equipment	0

APÊNDICE 14: RELAÇÃO ENTRE OS RESULTADOS OBTIDOS NAS SIMULAÇÃO PARA A CONDIÇÃO ATUAL E PÓS RETROFIT (PARTE 2): CONSUMO FINAL

Relação dos Consumos de Eletricidade em cada Condição (kWh/ano)

Resultados do Consumo de Eletricidade da
Condição Atual

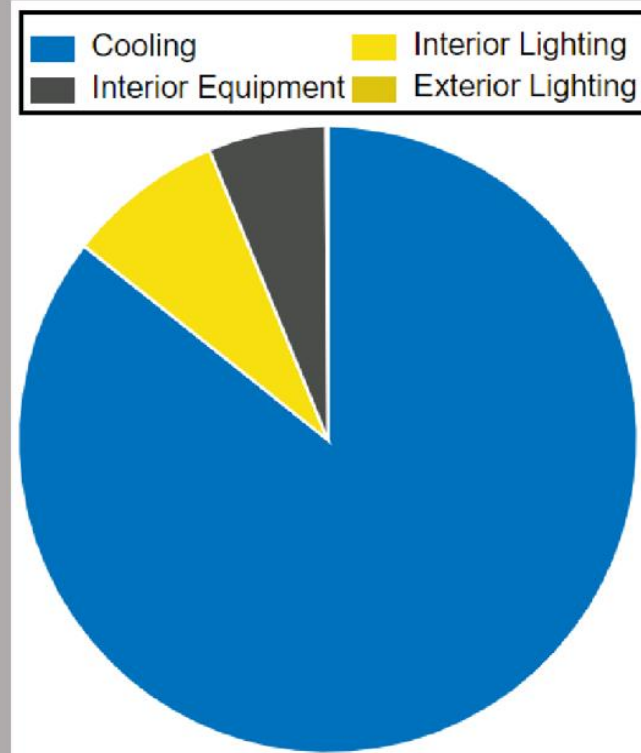
End Use	Consumption (kWh)
Heating	0
Cooling	808,247
Interior Lighting	76,964
Exterior Lighting	875
Interior Equipment	58,144
Exterior Equipment	0

Resultados do Consumo de Eletricidade Condição
pós Retrofit

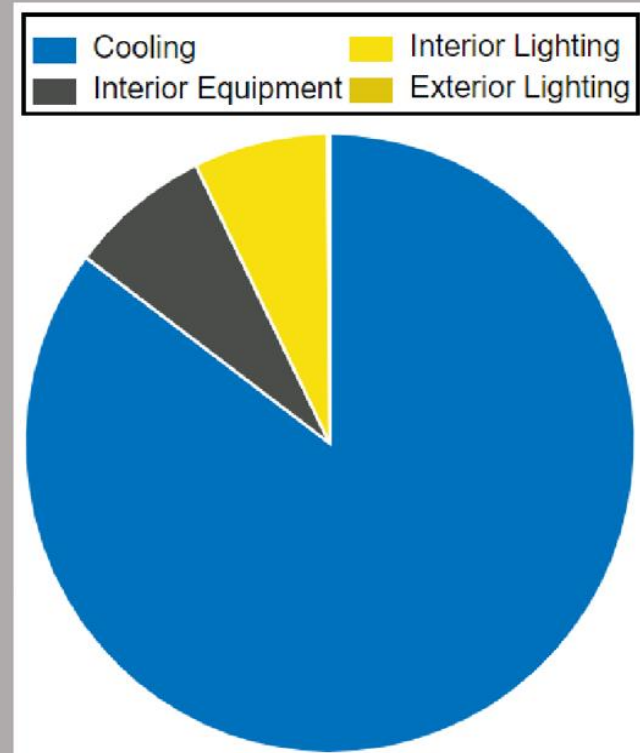
End Use	Consumption (kWh)
Heating	0
Cooling	688,022
Interior Lighting	57,567
Exterior Lighting	875
Interior Equipment	60,603
Exterior Equipment	0

APÊNDICE 14: RELAÇÃO ENTRE OS RESULTADOS OBTIDOS NAS SIMULAÇÃO PARA A CONDIÇÃO ATUAL E PÓS RETROFIT (PARTE 3): RELAÇÃO DO CONSUMO

Relação Gráfica do Consumo de Eletricidade para a Condição Atual



Relação Gráfica do Consumo de Eletricidade para a Condição pós Retrofit



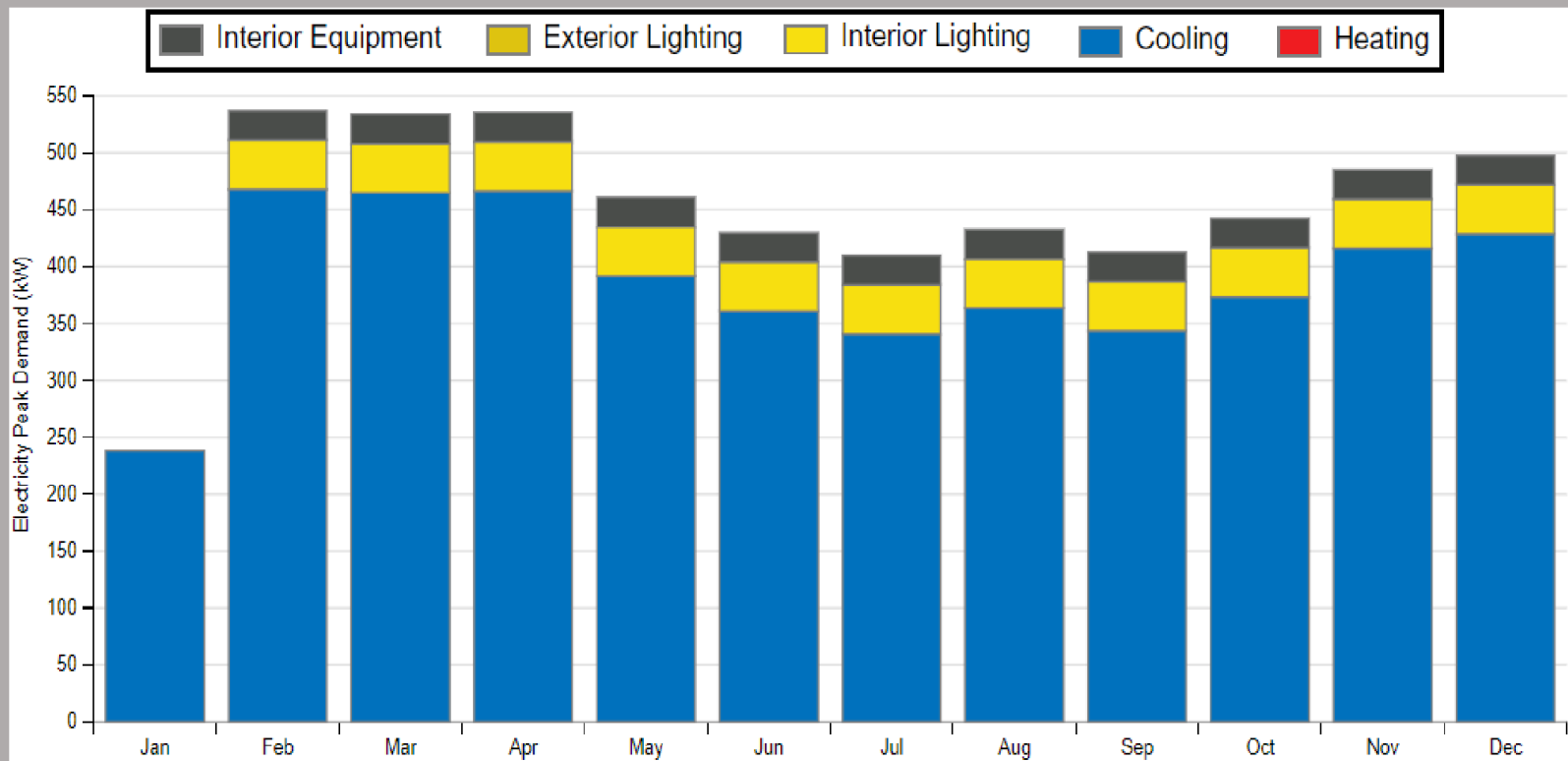
**APÊNDICE 15: RELAÇÃO ENTRE OS RESULTADOS OBTIDOS NAS SIMULAÇÃO PARA A CONDIÇÃO ATUAL
(PARTE 1): PICOS DE DEMANDA**

Relação para Condição Atual por mês (em kW)

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Heating												
Cooling	238.4595	468.1189	464.8547	466.5611	391.6542	360.6218	340.8763	363.3187	343.5602	373.2	415.9049	428.6646
Interior Lighting		43.1858	43.1858	43.1858	43.1858	43.1858	43.1858	43.1858	43.1858	43.1858	43.1858	43.1858
Exterior Lighting												
Interior Equipment		25.9115	25.9115	25.9115	25.9115	25.9115	25.9115	25.9115	25.9115	25.9115	25.9115	25.9115
Exterior Equipment												
Total	238.46	537.22	533.95	535.66	460.75	429.72	409.97	432.42	412.66	442.3	485.0	497.76

**APÊNDICE 15: RELAÇÃO ENTRE OS RESULTADOS OBTIDOS NAS SIMULAÇÃO PARA A CONDIÇÃO ATUAL
(PARTE 2): GRÁFICO DA DEMANDA MENSAL**

Relação para Condição Atual (em kW)



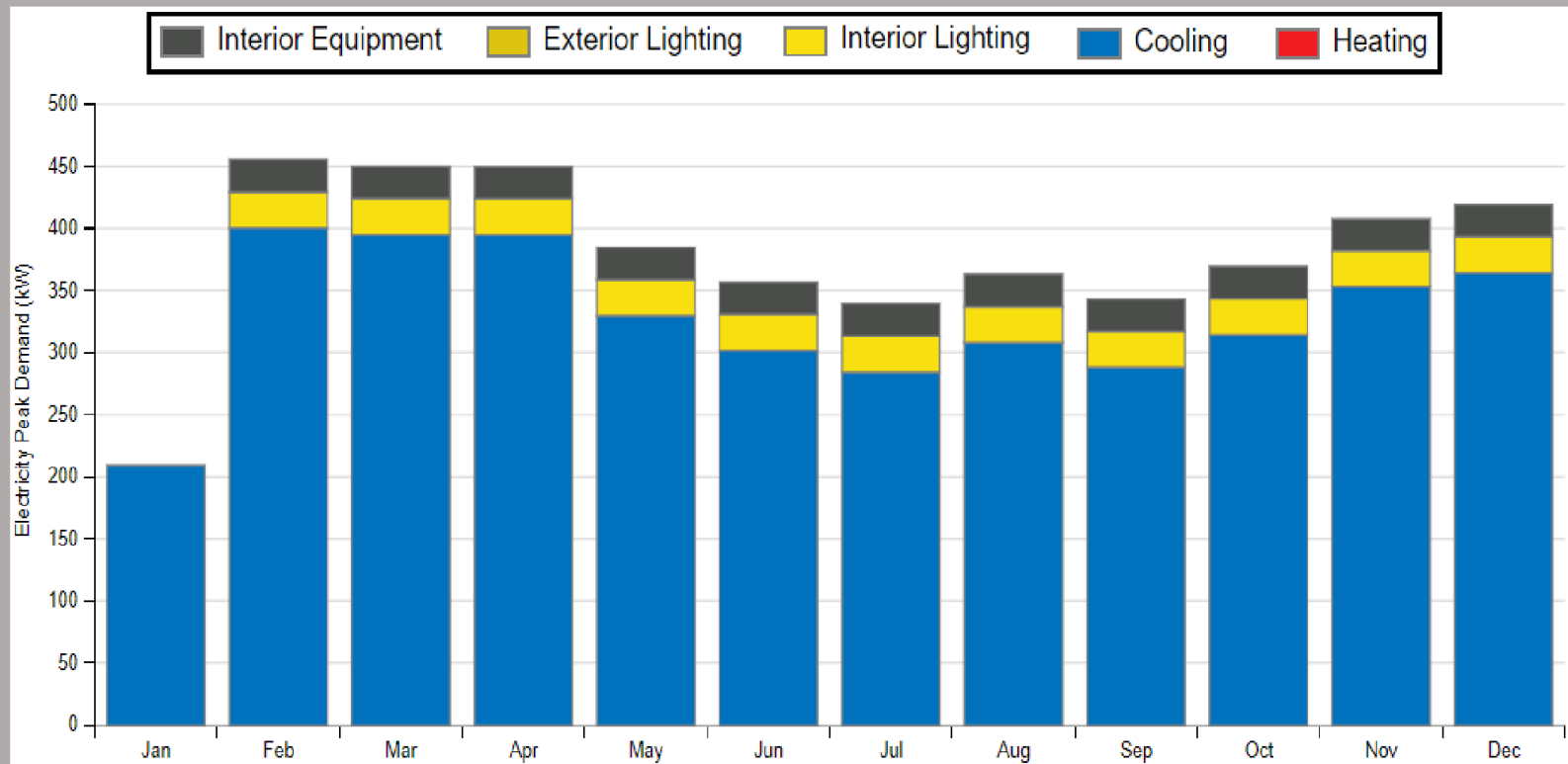
APÊNDICE 16: RELAÇÃO ENTRE OS RESULTADOS OBTIDOS NAS SIMULAÇÃO PARA A CONDIÇÃO PÓS RETROFIT (PARTE 1): PICOS DE DEMANDA

Relação para Condição pós Retrofit por mês (em kW)

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Heating												
Cooling	209.4692	400.4621	394.8788	394.8143	329.6119	301.633	284.3081	308.0459	288.1168	314.4138	352.8675	364.1955
Interior Lighting		28.8532	29.0019	28.8532	29.0019	29.0019	29.0019	28.8532	28.8532	29.0019	29.0019	29.0019
Exterior Lighting												
Interior Equipment		26.146	26.146	26.146	26.146	26.146	26.146	26.146	26.146	26.146	26.146	26.146
Exterior Equipment												
Total	209.47	455.46	450.03	449.81	384.76	356.78	339.46	363.05	343.12	369.56	408.02	419.34

APÊNDICE 16: RELAÇÃO ENTRE OS RESULTADOS OBTIDOS NAS SIMULAÇÃO PARA A CONDIÇÃO PÓS RETROFIT (PARTE 2): GRÁFICOS DA DEMANDA MENSAL

Relação para Condição pós Retrofit (em kW)



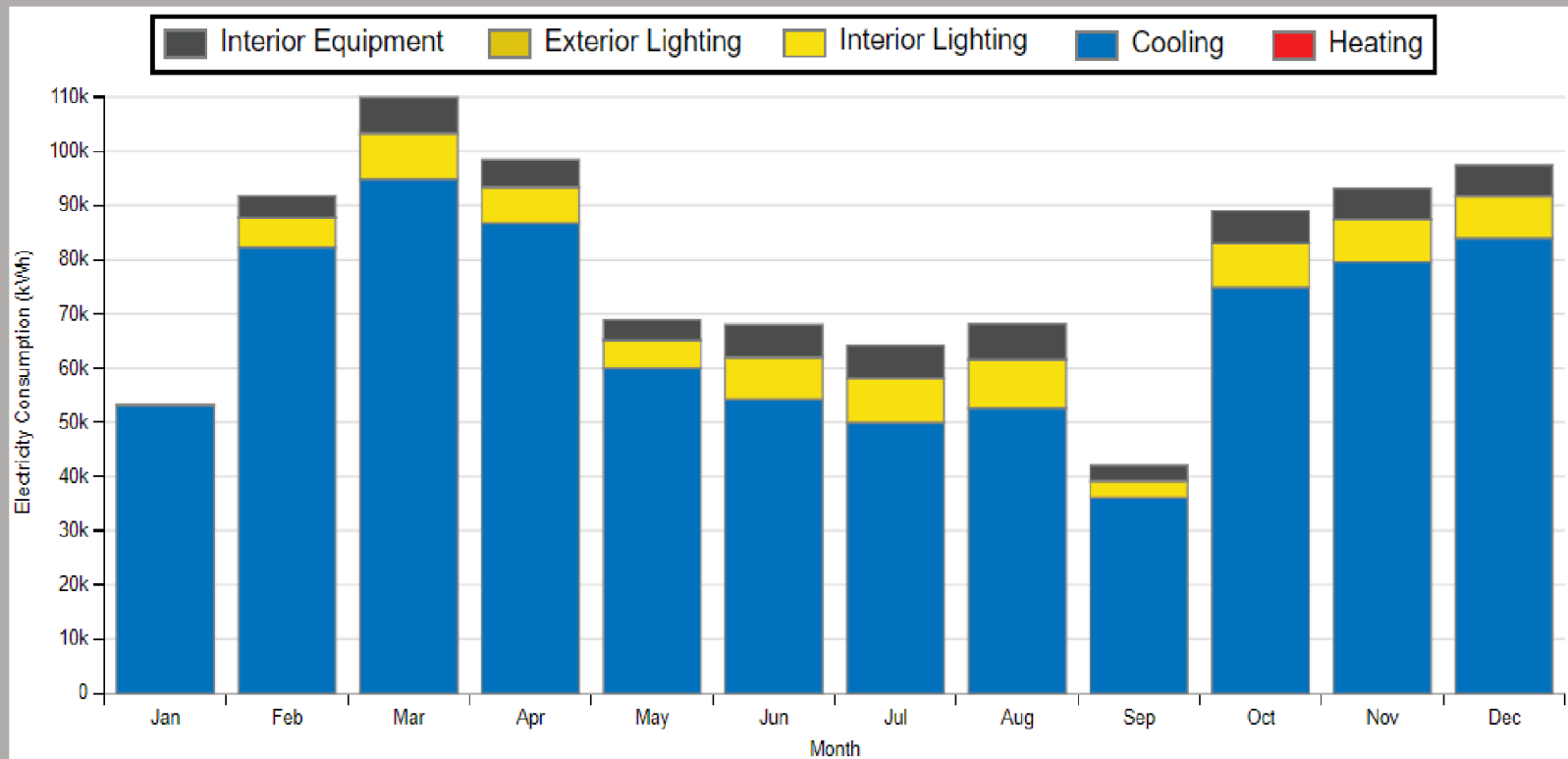
**APÊNDICE 17: RELAÇÃO ENTRE OS RESULTADOS OBTIDOS NAS SIMULAÇÃO PARA A CONDIÇÃO ATUAL
(PARTE 1): CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA**

Relação do Consumo de Eletricidade para Condição Atual por mês (em kW)

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
Heating													
Cooling	53113.89	82268.33	94818.89	86726.39	60031.11	54242.22	49940.28	52649.17	36051.11	74841.67	79622.78	83942.22	808248.06
Interior Lighting		5414.64	8508.69	6574.89	5027.86	7735.17	8121.94	8895.44	3094.08	8121.94	7735.17	7735.17	76965.0
Exterior Lighting	71.83	65.63	73.9	73.07	76.47	75.0	76.6	76.1	72.2	72.87	69.93	71.43	875.03
Interior Equipment		3990.36	6555.61	5130.47	3705.33	5985.56	5985.56	6555.61	2850.25	5985.56	5700.53	5700.53	58145.36
Exterior Equipment													
Total	53185.72	91738.97	109957.09	98504.82	68840.77	68037.94	64124.38	68176.32	42067.64	89022.03	93128.41	97449.35	944233.45

APÊNDICE 17: RELAÇÃO ENTRE OS RESULTADOS OBTIDOS NAS SIMULAÇÃO PARA A CONDIÇÃO ATUAL (PARTE 2): GRÁFICO DO CONSUMO MENSAL

Relação para Condição Atual (em kW)



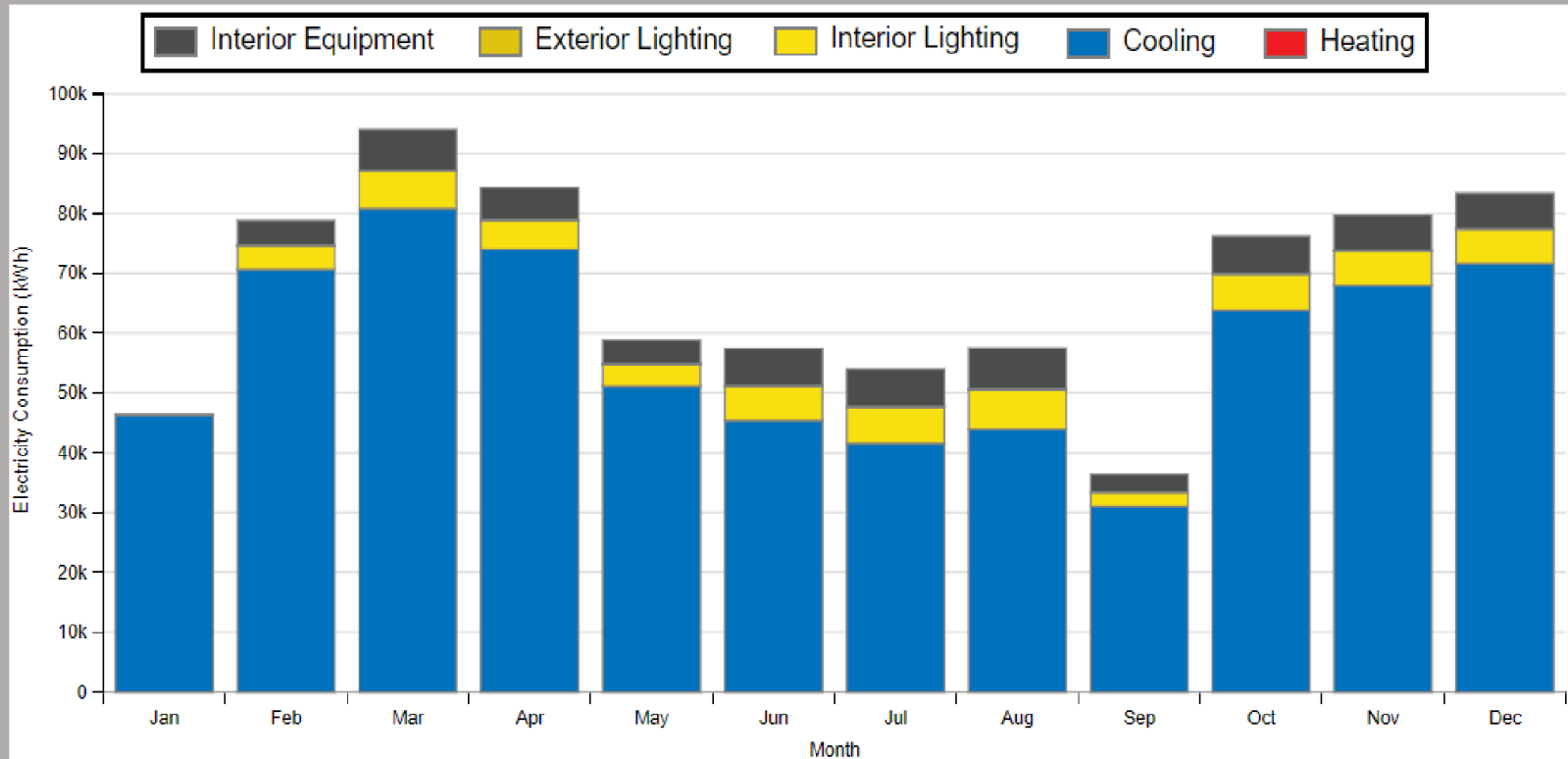
APÊNDICE 18: RELAÇÃO ENTRE OS RESULTADOS OBTIDOS NAS SIMULAÇÃO PARA A CONDIÇÃO PÓS RETROFIT (PARTE 1): CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

Relação do Consumo de Eletricidade para Condição Atual por mês (em kW)

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
Heating													
Cooling	46326.39	70590.28	80790.83	73992.5	51082.5	45324.72	41573.61	43936.67	31026.39	63826.11	67933.61	71617.78	688021.39
Interior Lighting		4049.86	6364.06	4917.67	3760.58	5785.5	6074.78	6653.33	2314.2	6074.78	5785.5	5785.5	57565.76
Exterior Lighting	71.83	65.63	73.9	73.07	76.47	75.0	76.6	76.1	72.2	72.87	69.93	71.43	875.03
Interior Equipment		4158.92	6832.53	5347.19	3861.86	6238.39	6238.39	6832.53	2970.67	6238.39	5941.33	5941.33	60601.53
Exterior Equipment													
Total	46398.22	78864.69	94061.32	84330.43	58781.41	57423.61	53963.38	57498.63	36383.46	76212.14	79730.38	83416.04	807063.71

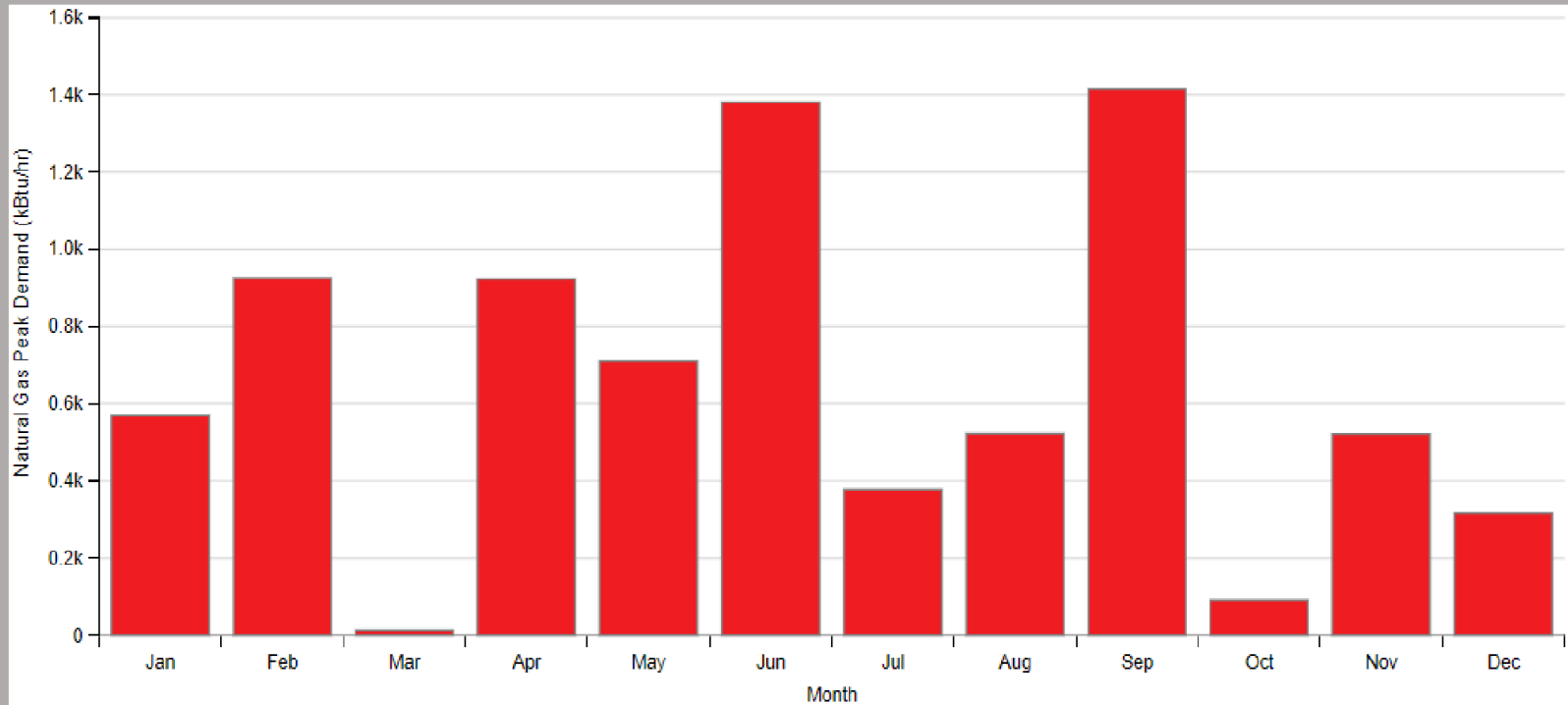
APÊNDICE 18: RELAÇÃO ENTRE OS RESULTADOS OBTIDOS NAS SIMULAÇÃO PARA A CONDIÇÃO PÓS RETROFIT (PARTE 2): GRÁFICO DO CONSUMO MENSAL

Relação para Condição pós Retrofit (em kW)



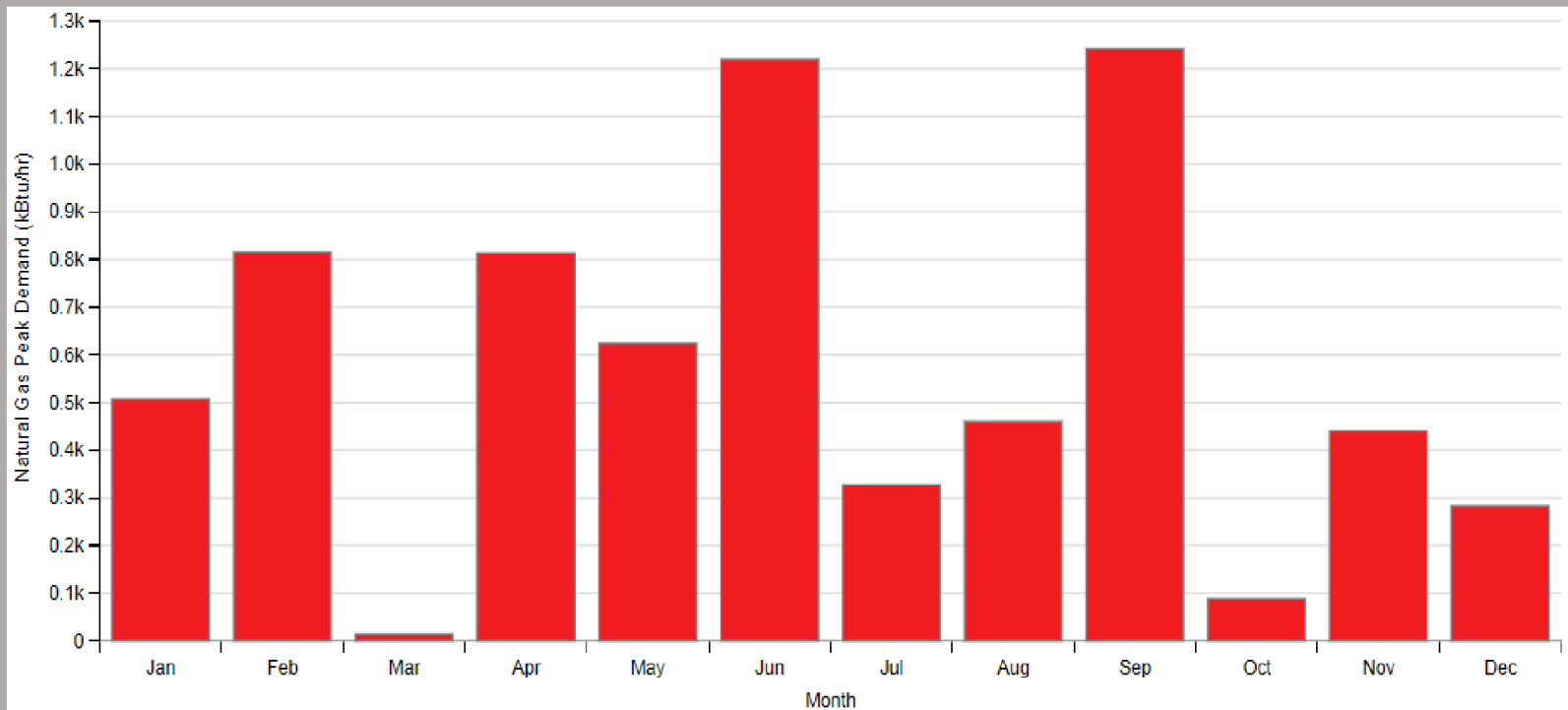
APÊNDICE 19: RESULTADOS OBTIDOS NAS SIMULAÇÃO (PARTE 1): PICOS PARA DEMANDA DE GÁS NATURAL PARA A CONDIÇÃO ATUAL

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Heating	568.8681	925.2273	13.6645	922.8726	709.6158	1380.3871	377.5907	522.0243	1414.0971	91.5858	521.1524	316.1667



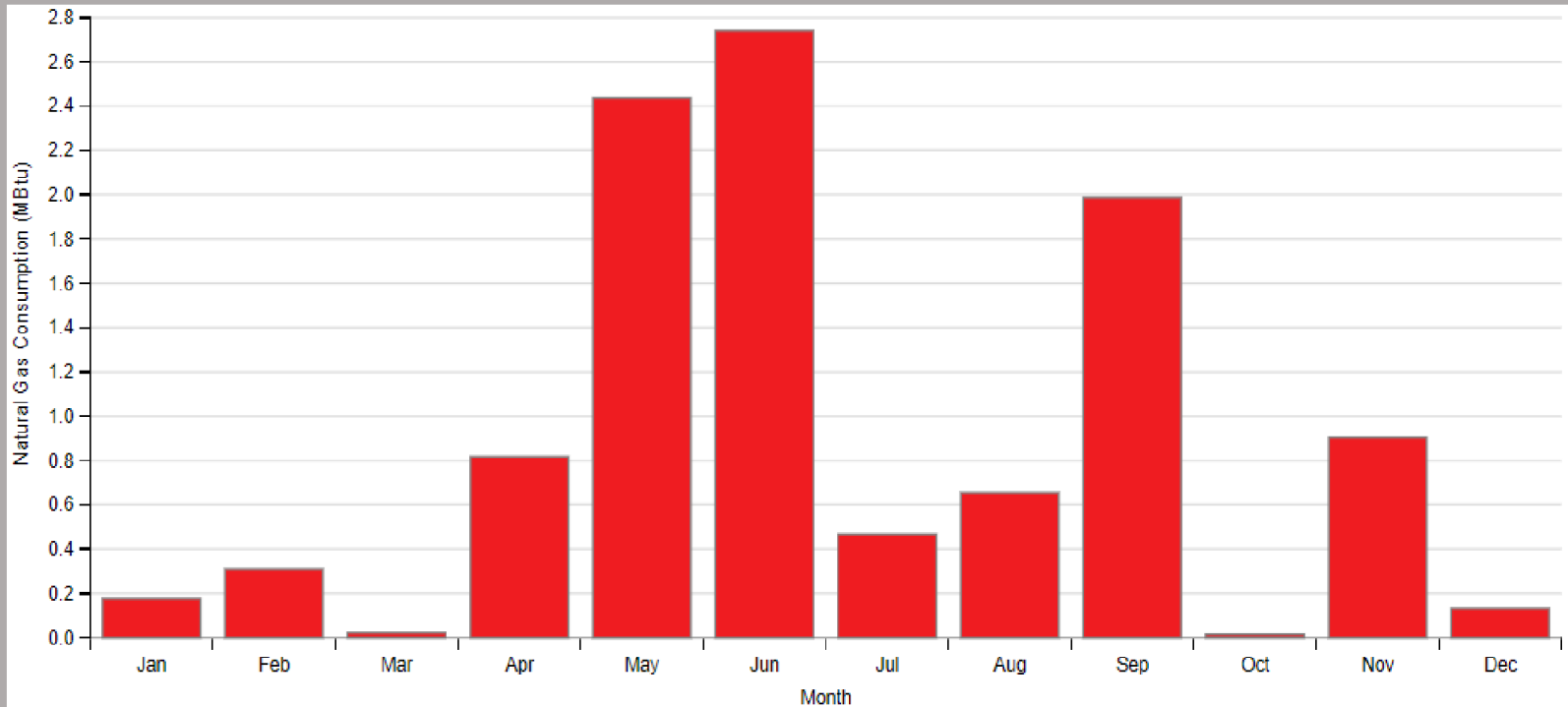
APÊNDICE 19: RESULTADOS OBTIDOS NAS SIMULAÇÃO (PARTE 2): PICOS PARA DEMANDA DE GÁS NATURAL PARA A CONDIÇÃO PÓS RETROFIT

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Heating	507.4657	815.9493	14.5949	813.6978	624.1092	1220.2538	327.1627	459.7143	1242.7721	87.9535	440.243	283.0362



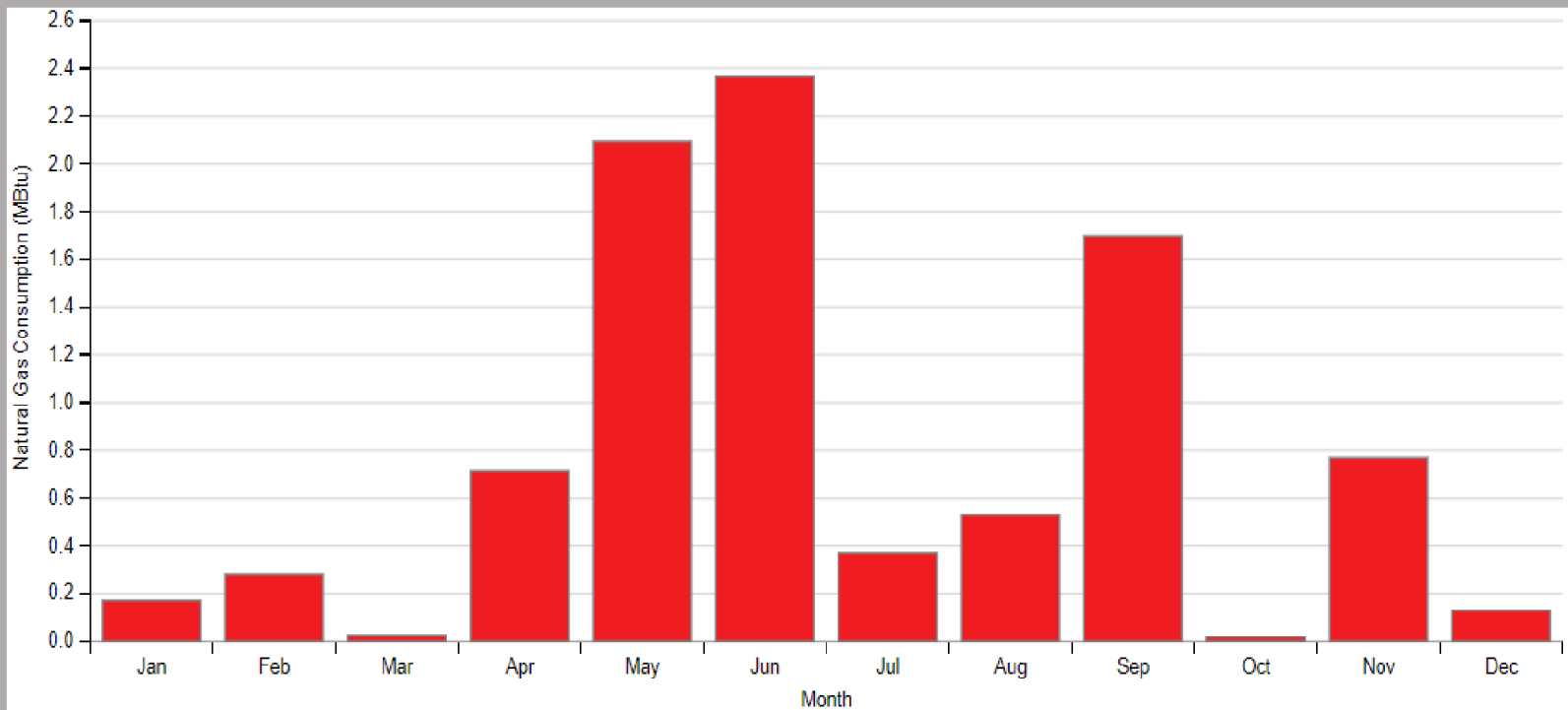
APÊNDICE 19: RESULTADOS OBTIDOS NAS SIMULAÇÃO (PARTE 3): CONSUMO MENSAL DE GÁS NATURAL PARA A CONDIÇÃO ATUAL (EM MBTU)

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
Heating	0.18	0.31	0.02	0.82	2.44	2.74	0.47	0.65	1.99	0.02	0.9	0.13	10.67

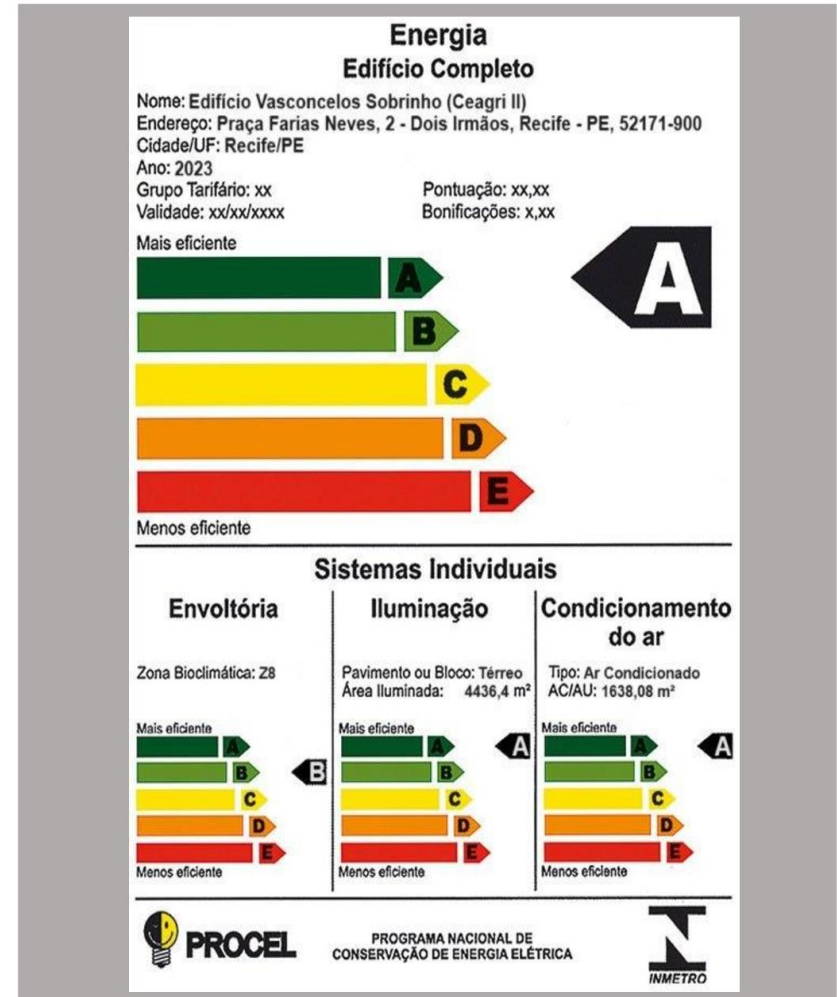
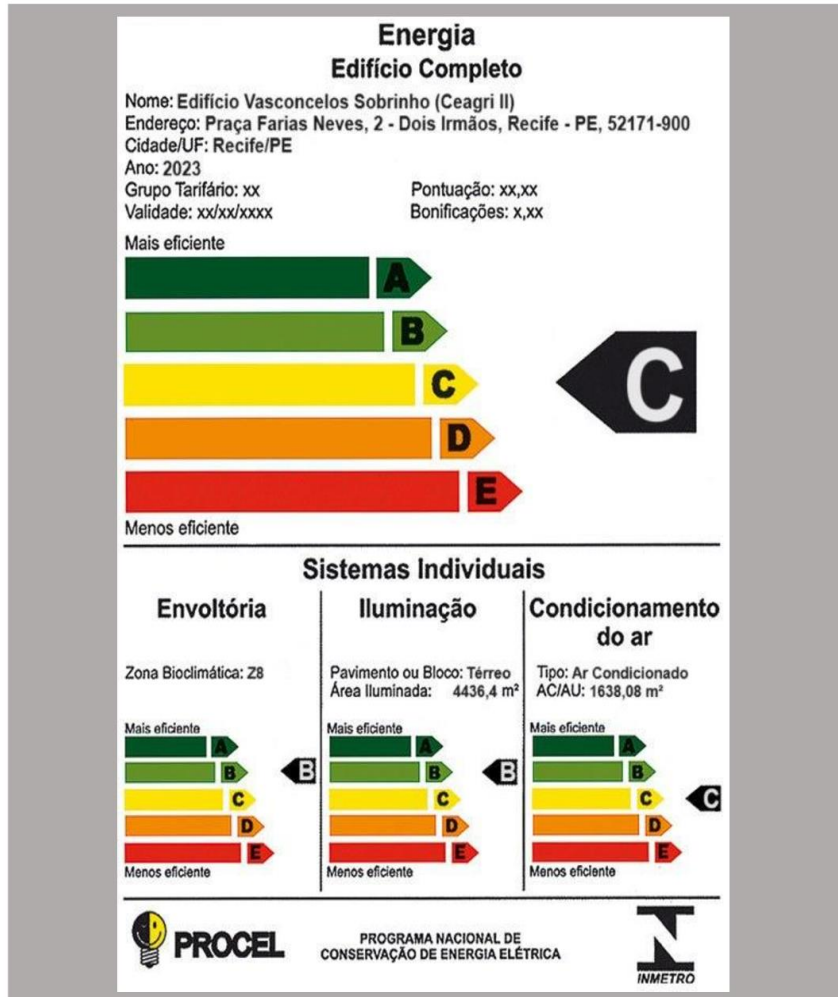


APÊNDICE 19: RESULTADOS OBTIDOS NAS SIMULAÇÃO (PARTE 4): CONSUMO MENSAL DE GÁS NATURAL PARA A CONDIÇÃO PÓS RETROFIT (EM MBTU)

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
Heating	0.17	0.28	0.02	0.72	2.09	2.37	0.37	0.53	1.7	0.02	0.77	0.13	9.17



APÊNDICE 20: COMPARAÇÃO DOS MODELOS DE ETIQUETAGEM PARA A CONDIÇÃO ATUAL (ESQUERDA) E PÓS RETROFIT (DIREITA)



APÊNDICE 21: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA A CONDIÇÃO ATUAL E RETROFIT DO EDIFÍCIO: WEATHER FILE & DESIGN DAYS

Site Weather File & Design Days Life Cycle Costs Utility Bills

Weather File

Name: Recife
 Latitude: -8.05
 Longitude: -34.88
 Elevation: 10
 Time Zone: -3
 Download weather files at www.energyplus.net/weather

Measure Tags (Optional):
 ASHRAE Climate Zone
 CEC Climate Zone

Select Year by:
 Calendar Year 2023
 First Day of Year Sunday

Daylight Savings Time: on

Starts
 Define by Day of The Week And Month Fourth Friday December
 Define by Date 4/1/09

Ends
 Define by Day of The Week And Month Last Sunday December
 Define by Date 10/1/09

Design Days

Design Days

Date Temperature Humidity Pressure Wind Precipitation Solar Custom

Design Day Name	All	Day Of Month	Month	Day Type	Daylight Saving Time Indicator
Recife Ann Clg .4% Condns DB=>MWB	<input type="checkbox"/>	21	3	SummerDesignDay	<input type="checkbox"/>
Recife Ann Clg .4% Condns DP=>MDB	<input type="checkbox"/>	21	3	SummerDesignDay	<input type="checkbox"/>

APÊNDICE 22: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA A CONDIÇÃO ATUAL DO EDIFÍCIO: SCHEDULES SETS/SCHEDULES (PARTE 1)

Schedules Schedule Sets Schedules

Atividade Ceagri 2

Schedule Name: Atividade Ceagri 2 Schedule Type: ActivityLevel 13

Priority 16 Schedule Rule Name: Schedule Rule 1

Date Range: 01/01 12/31

Apply to: S M T W T F S

Schedule Day Name: Schedule Day 1

Lower Limit: 0.00 Upper Limit: 100.00

W/person

100
85.7
71.4
57.1
42.9
28.6
14.3
0

0:00 4:00 8:00 12:00 16:00 20:00 24:00

Hourly 15 Minutes 1 Minute

Drag From Library

Jan

S	M	T	W	T	F	S
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

Feb

S	M	T	W	T	F	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28				

Mar

S	M	T	W	T	F	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

Apr

S	M	T	W	T	F	S
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15

APÊNDICE 22: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA A CONDIÇÃO ATUAL DO EDIFÍCIO: SCHEDULES SETS/SCHEDULES (PARTE 2)

Schedules Schedule Sets Schedules

Atividade Ceagri 2

Cycling PTAC Fan Mode Always Zero

Special Day Profiles

Summer Design Day

Winter Design Day

Holiday

Run Period Profiles

Priority 1

Priority 2

Priority 3

Priority 4

Priority 5

Priority 6

Priority 7

Default

Deck Temperature

Deck Temperature 1

Drag From Library

Priority 7 Schedule Rule Name: Schedule Rule 62

Schedule Type: ControlMode

Date Range: 01/01 12/31

Apply to: S M T W T F S

Schedule Day Name: Schedule Day 62

Lower Limit: 0.00 Upper Limit: 1.00

Hourly 15 Minutes 1 Minute

Jan						
S	M	T	W	T	F	S
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

Feb						
S	M	T	W	T	F	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28				

Mar						
S	M	T	W	T	F	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

Apr						
S	M	T	W	T	F	S
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15

APÊNDICE 22: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA A CONDIÇÃO ATUAL DO EDIFÍCIO: SCHEDULES SETS/SCHEDULES (PARTE 3)

Schedules Schedule Sets Schedules

Atividade Ceagri 2

Cycling PTAC Fan Mode Always Zero

Deck Temperature

Special Day Profiles

Summer Design Day

Winter Design Day

Holiday

Run Period Profiles

Default

Deck Temperature 1

Equipamentos Ceagri 2

Large Office ClgSetp

Luz Ceagri 2

Medium Office Activity

Drag From Library

Schedule Name: Deck Temperature Schedule Type: Temperature 38

Default day profile.

Schedule Day Name: Deck Temperature Default

Lower Limit: 0.00 Upper Limit: 22.80

22.8
19.5
16.3
13
9.77
6.51
3.26
0

0:00 4:00 8:00 12:00 16:00 20:00 24:00

Hourly 15 Minutes 1 Minute

Jan

S	M	T	W	T	F	S
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

Feb

S	M	T	W	T	F	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28				

Mar

S	M	T	W	T	F	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

Apr

S	M	T	W	T	F	S
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15

APÊNDICE 22: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA A CONDIÇÃO ATUAL DO EDIFÍCIO: SCHEDULES SETS/SCHEDULES (PARTE 4)

Schedules Schedule Sets Schedules

Equipamentos Ceagri 2

Special Day Profiles
Summer Design Day
Winter Design Day
Holiday
Run Period Profiles

Priority 1
Priority 2
Priority 3
Priority 4
Priority 5
Priority 6
Priority 7
Priority 8
Priority 9
Priority 10
Priority 11
Priority 12
Priority 13
Priority 14
Priority 15
Priority 16

Drag From Library

Equipamentos Ceagri 2 Schedule Name: Equipamentos Ceagri 2 Schedule Type: Fraction

Priority 16 Schedule Rule Name: Office Bldg Light Rule 4

Date Range: 01/01 12/31

Apply to: S M T W T F S

Schedule Day Name: Office Bldg Light Rule 2 Day Schedule

Lower Limit: 0.00 Upper Limit: 1.00

1.00
0.86
0.71
0.57
0.43
0.29
0.14
0

0:00 4:00 8:00 12:00 16:00 20:00 24:00

Hourly 15 Minutes 1 Minute

Mouse over horizontal line to set value

Jan

S	M	T	W	T	F	S
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

Feb

S	M	T	W	T	F	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28				

Mar

S	M	T	W	T	F	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

Apr

S	M	T	W	T	F	S
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15

APÊNDICE 22: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA A CONDIÇÃO ATUAL DO EDIFÍCIO: SCHEDULES SETS/SCHEDULES (PARTE 5)

Schedules
Schedule Sets
Schedules

Large Office ClgSetp

Special Day Profiles

Summer Design Day

Winter Design Day

Holiday

Run Period Profiles

Priority 1

Priority 2

Priority 3

Priority 4

Priority 5

Priority 6

Priority 7

Default

Luz Ceagri 2

Medium Office Activity

Medium Office Bldg Equip

Drag From Library

Schedule Name: Large Office ClgSetp **Schedule Type:** Temperature 5

Priority 7 Schedule Rule Name: Large Office ClgSetp Rule 2

Date Range: 01/01 12/31

Apply to: S M T W T F S

Schedule Day Name: Large Office ClgSetp Rule 2 Day Sche

Lower Limit: 0.00 Upper Limit: 27.00

Jan

S	M	T	W	T	F	S
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

Feb

S	M	T	W	T	F	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28				

Mar

S	M	T	W	T	F	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

Apr

S	M	T	W	T	F	S
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15

APÊNDICE 22: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA A CONDIÇÃO ATUAL DO EDIFÍCIO: SCHEDULES SETS/SCHEDULES (PARTE 6)

Schedules Schedule Sets Schedules

Schedule Name: Luz Ceagri 2 **Schedule Type:** Fraction

Priority 16 Schedule Rule Name: Office Bldg Light Rule 2

Date Range: 01/01 12/31

Apply to: S M T W T F S

Schedule Day Name: Office Bldg Light Rule 2 Day Schedul

Lower Limit: 0.00 Upper Limit: 1.00

Mouse over horizontal line to set value

Hourly 15 Minutes 1 Minute

Drag From Library

Jan

S	M	T	W	T	F	S
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

Feb

S	M	T	W	T	F	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28				

Mar

S	M	T	W	T	F	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

Apr

S	M	T	W	T	F	S
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15

APÊNDICE 22: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA A CONDIÇÃO ATUAL DO EDIFÍCIO: SCHEDULES SETS/SCHEDULES (PARTE 7)

Schedules Schedule Sets Schedules

Medium Office Activity

Special Day Profiles

Summer Design Day

Winter Design Day

Holiday

Run Period Profiles

Priority 1

Priority 2

Priority 3

Priority 4

Priority 5

Priority 6

Priority 7

Default

Medium Office Bldg Equip

Medium Office Bldg Occ

Medium Office HtgSetp

Drag From Library

Medium Office Activity

Schedule Name: Medium Office Activity Schedule Type: ActivityLevel 13

Priority 7 Schedule Rule Name: Schedule Rule 45

Date Range: 01/01 12/31

Apply to: S M T W T F S

Schedule Day Name: Schedule Day 45

Lower Limit: 0.00 Upper Limit: 100.00

W/person

100

85.7

71.4

57.1

42.9

28.6

14.3

0

0:00 4:00 8:00 12:00 16:00 20:00 24:00

Hourly 15 Minutes 1 Minute

Jan

S	M	T	W	T	F	S
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

Feb

S	M	T	W	T	F	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28				

Mar

S	M	T	W	T	F	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

Apr

S	M	T	W	T	F	S
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15

APÊNDICE 22: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA A CONDIÇÃO ATUAL DO EDIFÍCIO: SCHEDULES SETS/SCHEDULES (PARTE 8)

Schedules Schedule Sets Schedules

Medium Office Activity

Medium Office Bldg Equip

Special Day Profiles

Summer Design Day

Winter Design Day

Holiday

Run Period Profiles

Priority 1

Priority 2

Priority 3

Priority 4

Priority 5

Priority 6

Priority 7

Default

Medium Office Bldg Occ

Medium Office HtgSetp

Drag From Library

Schedule Name: Medium Office Bldg Equip **Schedule Type:** Fraction

Priority 7 Schedule Rule Name: Medium Office Bldg Equip f

Date Range: 01/01 12/31

Apply to: S M T W T F S

Schedule Day Name: Medium Office Bldg Equip Rule 2 Day

Lower Limit: 0.00 Upper Limit: 1.00

0.14 0.29 0.43 0.57 0.71 0.86 1

0:00 4:00 8:00 12:00 16:00 20:00 24:00

Hourly 15 Minutes 1 Minute

Jan

S	M	T	W	T	F	S
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

Feb

S	M	T	W	T	F	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28				

Mar

S	M	T	W	T	F	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

Apr

S	M	T	W	T	F	S
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15

APÊNDICE 22: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA A CONDIÇÃO ATUAL DO EDIFÍCIO: SCHEDULES SETS/SCHEDULES (PARTE 9)

Schedules Schedule Sets Schedules

Medium Office Activity
Medium Office Bldg Equip
Medium Office Bldg Occ
Special Day Profiles
Summer Design Day
Winter Design Day
Holiday
Run Period Profiles
Priority 1
Priority 2
Priority 3
Priority 4
Priority 5
Priority 6
Priority 7
Default
Medium Office HtgSetp

Drag From Library

Schedule Name: Medium Office Bldg Occ **Schedule Type:** Fraction

Priority 7 Schedule Rule Name: Medium Office Bldg Occ Ru

Date Range: 01/01 12/31

Apply to: S M T W T F S

Schedule Day Name: Medium Office Bldg Occ Rule 2 Day S

Lower Limit: 0.00 Upper Limit: 1.00

Mouse over horizontal line to set value

Hourly 15 Minutes 1 Minute

Jan

S	M	T	W	T	F	S
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

Feb

S	M	T	W	T	F	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28				

Mar

S	M	T	W	T	F	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

Apr

S	M	T	W	T	F	S
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15

APÊNDICE 22: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA A CONDIÇÃO ATUAL DO EDIFÍCIO: SCHEDULES SETS/SCHEDULES (PARTE 10)

Schedules Schedule Sets Schedules

Medium Office HtgSetp

Special Day Profiles

Summer Design Day

Winter Design Day

Holiday

Run Period Profiles

Priority 1

Priority 2

Priority 3

Priority 4

Priority 5

Priority 6

Priority 7

Default

Office Activity

Office Bldg Equip

Office Bldg Light

Drag From Library

Schedule Name: Medium Office HtgSetp **Schedule Type:** Temperature 36

Priority 7 Schedule Rule Name: Medium Office HtgSetp Rul

Date Range: 01/01 12/31

Apply to: S M T W T F S

Schedule Day Name: Medium Office HtgSetp Rule 2 Day S

Lower Limit: 0.00 Upper Limit: 21.00

21

18

15

12

9

6

3

0

0:00 4:00 8:00 12:00 16:00 20:00 24:00

Hourly 15 Minutes 1 Minute

Jan

S	M	T	W	T	F	S
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

Feb

S	M	T	W	T	F	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28				

Mar

S	M	T	W	T	F	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

Apr

S	M	T	W	T	F	S
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15

APÊNDICE 22: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA A CONDIÇÃO ATUAL DO EDIFÍCIO: SCHEDULES SETS/SCHEDULES (PARTE 11)

Schedules Schedule Sets Schedules

Medium Office HtgSetp

Office Activity

Special Day Profiles

Summer Design Day

Winter Design Day

Holiday

Run Period Profiles

Priority 1

Priority 2

Priority 3

Priority 4

Priority 5

Priority 6

Priority 7

Default

Office Bldg Equip

Office Bldg Light

Drag From Library

Schedule Name: Office Activity Schedule Type: ActivityLevel
 Priority 7 Schedule Rule Name: Schedule Rule 67
 Date Range: 01/01 12/31
 Apply to: S M T W T F S
 Schedule Day Name: Schedule Day 67
 Lower Limit: 0.00 Upper Limit: 100.00

W/person

100

85.7

71.4

57.1

42.9

28.6

14.3

0

0:00 4:00 8:00 12:00 16:00 20:00 24:00

Hourly 15 Minutes 1 Minute

Mouse over horizontal line to set value

Jan

S	M	T	W	T	F	S
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

Feb

S	M	T	W	T	F	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28				

Mar

S	M	T	W	T	F	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

Apr

S	M	T	W	T	F	S
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15

APÊNDICE 22: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA A CONDIÇÃO ATUAL DO EDIFÍCIO: SCHEDULES SETS/SCHEDULES (PARTE 12)

Schedules Schedule Sets Schedules

Office Bldg Equip

Special Day Profiles
Summer Design Day
Winter Design Day
Holiday
Run Period Profiles +

Priority 1
Priority 2
Priority 3
Priority 4
Priority 5
Priority 6
Priority 7
Default

Office Bldg Light
Office Infil Quarter On
Set_Point

Drag From Library

Office Bldg Equip

Schedule Name: Office Bldg Equip Schedule Type: Fraction

Priority 7 Schedule Rule Name: Office Bldg Equip Rule 2

Date Range: 01/01 12/31

Apply to: S M T W T F S

Schedule Day Name: Office Bldg Equip Rule 2 Day Schedul

Lower Limit: 0.00 Upper Limit: 1.00

0.86
0.71
0.57
0.43
0.29
0.14
0

0:00 4:00 8:00 12:00 16:00 20:00 24:00

Hourly 15 Minutes 1 Minute

Jan

S	M	T	W	T	F	S
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

Feb

S	M	T	W	T	F	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28				

Mar

S	M	T	W	T	F	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

Apr

S	M	T	W	T	F	S
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15

APÊNDICE 22: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA A CONDIÇÃO ATUAL DO EDIFÍCIO: SCHEDULES SETS/SCHEDULES (PARTE 13)

Schedules Schedule Sets Schedules

Office Bldg Equip

Office Bldg Light

Special Day Profiles

Summer Design Day

Winter Design Day

Holiday

Run Period Profiles

Priority 1

Priority 2

Priority 3

Priority 4

Priority 5

Priority 6

Priority 7

Default

Office Infil Quarter On

Set_Point

Drag From Library

Office Bldg Light

Schedule Name: Office Bldg Light Schedule Type: Fraction

Priority 7 Schedule Rule Name: Office Bldg Light Rule 6

Date Range: 01/01 12/31

Apply to: S M T W T F S

Schedule Day Name: Office Bldg Light Rule 2 Day Schedule

Lower Limit: 0.00 Upper Limit: 1.00

1
0.86
0.71
0.57
0.43
0.29
0.14
0

0:00 4:00 8:00 12:00 16:00 20:00 24:00

Mouse over horizontal line to set value

Hourly 15 Minutes 1 Minute

Jan

S	M	T	W	T	F	S
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

Feb

S	M	T	W	T	F	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28				

Mar

S	M	T	W	T	F	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

Apr

S	M	T	W	T	F	S
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15

APÊNDICE 22: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA A CONDIÇÃO ATUAL DO EDIFÍCIO: SCHEDULES SETS/SCHEDULES (PARTE 14)

Schedules Schedule Sets Schedules

Office Bldg Equip
Office Bldg Light
Office Infil Quarter On
Special Day Profiles
Summer Design Day
Winter Design Day
Holiday
Run Period Profiles
Priority 1
Priority 2
Priority 3
Priority 4
Priority 5
Priority 6
Priority 7
Default
Set_Point

Drag From Library

Schedule Name: Office Infil Quarter On **Schedule Type:** Fraction

Priority 7 Schedule Rule Name: Office Infil Quarter On Rule

Date Range: 01/01 12/31

Apply to: S M T W T F S

Schedule Day Name: Office Infil Quarter On Rule 2 Day Sch

Lower Limit: 0.00 Upper Limit: 1.00

0 0.14 0.29 0.43 0.57 0.71 0.86 1

0:00 4:00 8:00 12:00 16:00 20:00 24:00

Hourly 15 Minutes 1 Minute

Jan

S	M	T	W	T	F	S
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

Feb

S	M	T	W	T	F	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28				

Mar

S	M	T	W	T	F	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

Apr

S	M	T	W	T	F	S
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15

APÊNDICE 22: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA A CONDIÇÃO ATUAL DO EDIFÍCIO: SCHEDULES SETS/SCHEDULES (PARTE 15)

Schedules Schedule Sets Schedules

Office Bldg Equip
Office Bldg Light
Office Infil Quarter On
Set_Point
Special Day Profiles
Summer Design Day
Winter Design Day
Holiday
Run Period Profiles
Priority 1
Priority 2
Priority 3
Priority 4
Priority 5
Priority 6
Priority 7
Default

Drag From Library

Schedule Name: Set_Point **Schedule Type:** Temperature 5

Priority 7 Schedule Rule Name: Large Office ClgSetp Rule 4

Date Range: 01/01 12/31

Apply to: S M T W T F S

Schedule Day Name: Large Office ClgSetp Rule 2 Day Sche

Lower Limit: 0.00 Upper Limit: 24.06

24.1
20.6
17.2
13.8
10.3
6.87
3.44
0

0:00 4:00 8:00 12:00 16:00 20:00 24:00

Hourly 15 Minutes 1 Minute

Jan

S	M	T	W	T	F	S
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

Feb

S	M	T	W	T	F	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28				

Mar

S	M	T	W	T	F	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

Apr

S	M	T	W	T	F	S
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15

APÊNDICE 22: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA A CONDIÇÃO ATUAL DO EDIFÍCIO: SCHEDULES SETS/SCHEDULES (PARTE 16)

The screenshot displays the 'Schedules' interface in OpenStudio. The left sidebar lists various schedule sets for 'Ceagri 2', including Administradores, Armazenamento, Banheiro, Corredor, Entrada, Recepcao, and Whole Building. The main panel shows the configuration for 'Ceagri 2 - Administradores'.

Name: Ceagri 2 - Administradores

Default Schedules:

Hours of Operation	Number of People
Drag From Library	Drag From Library

People Activity: Atividade Ceagri 2 (selected)

Lighting: Luz Ceagri 2 (selected)

Electric Equipment: Office Bldg Equip (selected)

Gas Equipment: Drag From Library

Hot Water Equipment: Drag From Library

Steam Equipment: Drag From Library

Other Equipment: Equipamentos Ceagri 2 (selected)

Infiltration: Drag From Library

At the bottom left, there are icons for adding (+), deleting (X), and refreshing (circular arrow) schedule items.

APÊNDICE 22: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA A CONDIÇÃO ATUAL DO EDIFÍCIO: SCHEDULES SETS/SCHEDULES (PARTE 17)

The screenshot displays the OpenStudio Schedules Sets/Schedules interface. The left sidebar lists several schedule sets for 'Ceagri 2', including Administradores, Armazenamento (selected), Banheiro, Corredor, Entrada, Recepcao, and Whole Building. The main area shows the configuration for the 'Ceagri 2 - Armazenamento' schedule set.

Name: Ceagri 2 - Armazenamento

Default Schedules:

- Hours of Operation:** Drag From Library
- Number of People:** Drag From Library

People Activity: Atividade Ceagri 2 (X)

Lighting: Luz Ceagri 2 (X)

Electric Equipment: Drag From Library

Gas Equipment: Drag From Library

Hot Water Equipment: Drag From Library

Steam Equipment: Drag From Library

Other Equipment: Equipamentos Ceagri 2 (X)

Infiltration: Drag From Library

At the bottom left, there are icons for adding (+), deleting (X2), and refreshing (X) items.

APÊNDICE 22: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA A CONDIÇÃO ATUAL DO EDIFÍCIO: SCHEDULES SETS/SCHEDULES (PARTE 18)

The screenshot displays the OpenStudio Schedules interface. The left sidebar contains a list of schedule sets for 'Ceagri 2', with 'Ceagri 2 - Banheiro' selected. The main panel shows the configuration for this selected schedule set.

Schedules | Schedule Sets | Schedules

Name
Ceagri 2 - Banheiro

Default Schedules

Hours of Operation **Number of People**

Drag From Library Drag From Library

People Activity **Lighting**

Atividade Ceagri 2 ✕ Luz Ceagri 2 ✕

Electric Equipment **Gas Equipment**

Office Bldg Equip ✕ Drag From Library

Hot Water Equipment **Steam Equipment**

Drag From Library Drag From Library

Other Equipment **Infiltration**

Equipamentos Ceagri 2 ✕ Drag From Library

Drag From Library

At the bottom of the interface, there are icons for adding (+), deleting (X), and refreshing (circular arrow) schedule sets.

APÊNDICE 22: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA A CONDIÇÃO ATUAL DO EDIFÍCIO: SCHEDULES SETS/SCHEDULES (PARTE 19)

The screenshot displays the 'Schedules' tab in the OpenStudio software. The interface is divided into a left sidebar and a main workspace.

Left Sidebar (Schedule Sets):

- Ceagri 2 - Administradores
- Ceagri 2 - Armazenamento
- Ceagri 2 - Banheiro
- Ceagri 2 - Corredor** (Selected)
- Ceagri 2 - Entrada
- Ceagri 2 - Recepcao
- Ceagri 2 - Whole Building
- Drag From Library

Main Workspace (Schedule Configuration for 'Ceagri 2 - Corredor'):

Name: Ceagri 2 - Corredor

Default Schedules:

- Hours of Operation:** Drag From Library
- Number of People:** Drag From Library

People Activity: Atividade Ceagri 2 (with a red 'X' icon)

Lighting: Luz Ceagri 2 (with a red 'X' icon)

Electric Equipment: Office Bldg Equip (with a red 'X' icon)

Gas Equipment: Drag From Library

Hot Water Equipment: Drag From Library

Steam Equipment: Drag From Library

Other Equipment: Drag From Library

Infiltration: Drag From Library

Bottom Bar: Contains icons for adding (+), deleting (X), and refreshing (circular arrow) items.

APÊNDICE 22: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA A CONDIÇÃO ATUAL DO EDIFÍCIO: SCHEDULES SETS/SCHEDULES (PARTE 20)

The screenshot displays the 'Schedules' window in OpenStudio, showing the configuration for a specific schedule set named 'Ceagri 2 - Entrada'. The interface is organized into several sections:

- Left Panel (Schedule Sets):** A list of schedule sets for 'Ceagri 2', including Administradores, Armazenamento, Banheiro, Corredor, **Entrada** (selected), Recepcao, and Whole Building. A 'Drag From Library' button is located at the bottom of this panel.
- Name:** A text field containing 'Ceagri 2 - Entrada'.
- Default Schedules:** A section containing two 'Drag From Library' buttons for 'Hours of Operation' and 'Number of People'.
- People Activity:** A button labeled 'Atividade Ceagri 2' with a calendar icon and a red 'X' icon.
- Lighting:** A button labeled 'Luz Ceagri 2' with a calendar icon and a red 'X' icon.
- Electric Equipment:** A button labeled 'Office Bldg Equip' with a calendar icon and a red 'X' icon.
- Gas Equipment:** A 'Drag From Library' button.
- Hot Water Equipment:** A 'Drag From Library' button.
- Steam Equipment:** A 'Drag From Library' button.
- Other Equipment:** A 'Drag From Library' button.
- Infiltration:** A 'Drag From Library' button.

At the bottom left, there is a toolbar with icons for adding (+), deleting (X), and refreshing (circular arrow) schedule sets.

APÊNDICE 22: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA A CONDIÇÃO ATUAL DO EDIFÍCIO: SCHEDULES SETS/SCHEDULES (PARTE 21)

The screenshot displays the 'Schedules' window in OpenStudio, showing the configuration for a specific schedule set named 'Ceagri 2 - Recepcao'. The interface is organized into a left sidebar with a list of schedule sets and a main workspace for editing the selected set.

Schedule Set List (Left Sidebar):

- Ceagri 2 - Administradores
- Ceagri 2 - Armazenamento
- Ceagri 2 - Banheiro
- Ceagri 2 - Corredor
- Ceagri 2 - Entrada
- Ceagri 2 - Recepcao** (Selected)
- Ceagri 2 - Whole Building

Main Workspace Configuration:

Name: Ceagri 2 - Recepcao

Default Schedules:

- Hours of Operation:** Drag From Library
- Number of People:** Drag From Library

People Activity: Atividade Ceagri 2 (X)

Lighting: Luz Ceagri 2 (X)

Electric Equipment: Office Bldg Equip (X)

Gas Equipment: Drag From Library

Hot Water Equipment: Drag From Library

Steam Equipment: Drag From Library

Other Equipment: Equipamentos Ceagri 2 (X)

Infiltration: Drag From Library

At the bottom of the workspace, there is a 'Drag From Library' button and a toolbar with icons for adding (+), deleting (X), and refreshing (circular arrow).

APÊNDICE 22: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA A CONDIÇÃO ATUAL DO EDIFÍCIO: SCHEDULES SETS/SCHEDULES (PARTE 22)

The screenshot displays the 'Schedules' interface in OpenStudio. The left sidebar lists various schedule sets for 'Ceagri 2', with 'Ceagri 2 - Whole Building' selected. The main panel shows the configuration for this selected schedule set.

Schedules | Schedule Sets | Schedules

Name
Ceagri 2 - Whole Building

Default Schedules

Hours of Operation	Number of People
Drag From Library	Medium Office Bldg Occ

People Activity | **Lighting**

Atividade Ceagri 2	Luz Ceagri 2
--------------------	--------------

Electric Equipment | **Gas Equipment**

Medium Office Bldg Equip	Drag From Library
--------------------------	-------------------

Hot Water Equipment | **Steam Equipment**

Drag From Library	Drag From Library
-------------------	-------------------

Other Equipment | **Infiltration**

Equipamentos Ceagri 2	Drag From Library
-----------------------	-------------------

At the bottom left, there are control buttons: a green plus sign (+), a blue 'x2' button, a red 'x' button, and a red trash can icon.

APÊNDICE 23: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA A CONDIÇÃO RETROFIT DO EDIFÍCIO: SCHEDULES SETS/SCHEDULES (PARTE 1)

Schedules Schedule Sets Schedules

Atividade Ceagri 2

Special Day Profiles
 Summer Design Day
 Winter Design Day
 Holiday

Run Period Profiles
 Priority 1
 Priority 2
 Priority 3
 Priority 4
 Priority 5
 Priority 6
 Priority 7
 Priority 8
 Priority 9
 Priority 10
 Priority 11
 Priority 12
 Priority 13
 Priority 14
 Priority 15

Drag From Library

Schedule Name: Atividade Ceagri 2 Schedule Type: ActivityLevel 13

Priority 16 Schedule Rule Name: Schedule Rule 1

Date Range: 01/01 12/31

Apply to: S M T W T F S

Schedule Day Name: Schedule Day 1

Lower Limit: 0.00 Upper Limit: 66.66

W/person

0.00 4:00 8:00 12:00 16:00 20:00 24:00

Hourly 15 Minutes 1 Minute

Jan

S	M	T	W	T	F	S
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

Feb

S	M	T	W	T	F	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28				

Mar

S	M	T	W	T	F	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

Apr

S	M	T	W	T	F	S
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15

APÊNDICE 23: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA A CONDIÇÃO RETROFIT DO EDIFÍCIO: SCHEDULES SETS/SCHEDULES (PARTE 2)

Schedules Schedule Sets Schedules

Atividade Ceagri 2

Cycling PTAC Fan Mode Always Zero

Special Day Profiles

Summer Design Day

Winter Design Day

Holiday

Run Period Profiles

Priority 1

Priority 2

Priority 3

Priority 4

Priority 5

Priority 6

Priority 7

Default

Deck Temperature

Deck Temperature 1

Drag From Library

Priority 7 Schedule Rule Name: Schedule Rule 62

Schedule Name: Cycling PTAC Fan Mode Always Zero Schedule Type: ControlMode

Date Range: 01/01 12/31

Apply to: S M T W T F S

Schedule Day Name: Schedule Day 62

Lower Limit: 0.00 Upper Limit: 1.00

Hourly 15 Minutes 1 Minute

Jan

S	M	T	W	T	F	S
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

Feb

S	M	T	W	T	F	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28				

Mar

S	M	T	W	T	F	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

Apr

S	M	T	W	T	F	S
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15

APÊNDICE 23: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA A CONDIÇÃO RETROFIT DO EDIFÍCIO: SCHEDULES SETS/SCHEDULES (PARTE 3)

Schedules Schedule Sets Schedules

Atividade Ceagri 2

Cycling PTAC Fan Mode Always Zero

Deck Temperature

Special Day Profiles

Summer Design Day

Winter Design Day

Holiday

Run Period Profiles

Default

Deck Temperature 1

Equipamentos Ceagri 2

Large Office ClgSetp

Luz Ceagri 2

Medium Office Activity

Drag From Library

Schedule Name: Deck Temperature **Schedule Type:** Temperature 38

Default day profile.

Schedule Day Name: Deck Temperature Default

Lower Limit: 0.00 Upper Limit: 22.80

22.8

19.5

16.3

13

9.77

6.51

3.26

0

0:00 4:00 8:00 12:00 16:00 20:00 24:00

Hourly 15 Minutes 1 Minute

Jan

S	M	T	W	T	F	S
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

Feb

S	M	T	W	T	F	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28				

Mar

S	M	T	W	T	F	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

Apr

S	M	T	W	T	F	S
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15

APÊNDICE 23: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA A CONDIÇÃO RETROFIT DO EDIFÍCIO: SCHEDULES SETS/SCHEDULES (PARTE 4)

Schedules Schedule Sets Schedules

Equipamentos Ceagri 2

Special Day Profiles
 Summer Design Day
 Winter Design Day
 Holiday
 Run Period Profiles
 Priority 1
 Priority 2
 Priority 3
 Priority 4
 Priority 5
 Priority 6
 Priority 7
 Priority 8
 Priority 9
 Priority 10
 Priority 11
 Priority 12
 Priority 13
 Priority 14
 Priority 15

Drag From Library

Schedule Name: Equipamentos Ceagri 2 Schedule Type: Fraction

Priority 16 Schedule Rule Name: Office Bldg Light Rule 4

Date Range: 01/01 12/31

Apply to: S M T W T F S

Schedule Day Name: Office Bldg Light Rule 2 Day Schedule

Lower Limit: 0.00 Upper Limit: 1.00

Hourly 15 Minutes 1 Minute

Jan

S	M	T	W	T	F	S
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

Feb

S	M	T	W	T	F	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28				

Mar

S	M	T	W	T	F	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

Apr

S	M	T	W	T	F	S
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15

APÊNDICE 23: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA A CONDIÇÃO RETROFIT DO EDIFÍCIO: SCHEDULES SETS/SCHEDULES (PARTE 5)

Schedules Schedule Sets Schedules

Large Office ClgSetp

Special Day Profiles
Summer Design Day
Winter Design Day
Holiday
Run Period Profiles +
Priority 1
Priority 2
Priority 3
Priority 4
Priority 5
Priority 6
Priority 7
Default
Luz Ceagri 2
Medium Office Activity
Medium Office Bldg Equip

Drag From Library

Large Office ClgSetp Schedule Type: Temperature 5

Priority 7 Schedule Rule Name: Large Office ClgSetp Rule 2

Date Range: 01/01 12/31

Apply to: S M T W T F S

Schedule Day Name: Large Office ClgSetp Rule 2 Day Sche

Lower Limit: 0.00 Upper Limit: 27.00

27
23.1
19.3
15.4
11.6
7.71
3.86
0

0:00 4:00 8:00 12:00 16:00 20:00 24:00

Hourly 15 Minutes 1 Minute

Jan

S	M	T	W	T	F	S
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

Feb

S	M	T	W	T	F	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28				

Mar

S	M	T	W	T	F	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

Apr

S	M	T	W	T	F	S
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15

APÊNDICE 23: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA A CONDIÇÃO RETROFIT DO EDIFÍCIO: SCHEDULES SETS/SCHEDULES (PARTE 6)

Schedules Schedule Sets Schedules

Luz Ceagri 2

Special Day Profiles
 Summer Design Day
 Winter Design Day
 Holiday
 Run Period Profiles +
 Priority 1
 Priority 2
 Priority 3
 Priority 4
 Priority 5
 Priority 6
 Priority 7
 Priority 8
 Priority 9
 Priority 10
 Priority 11
 Priority 12
 Priority 13
 Priority 14
 Priority 15

Drag From Library

Priority 16 Schedule Rule Name: Office Bldg Light Rule 2

Schedule Name: Luz Ceagri 2 Schedule Type: Fraction

Date Range: 01/01 12/31

Apply to: S M T W T F S

Schedule Day Name: Office Bldg Light Rule 2 Day Schedule

Lower Limit: 0.00 Upper Limit: 1.00

Hourly 15 Minutes 1 Minute

Jan

S	M	T	W	T	F	S
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

Feb

S	M	T	W	T	F	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28				

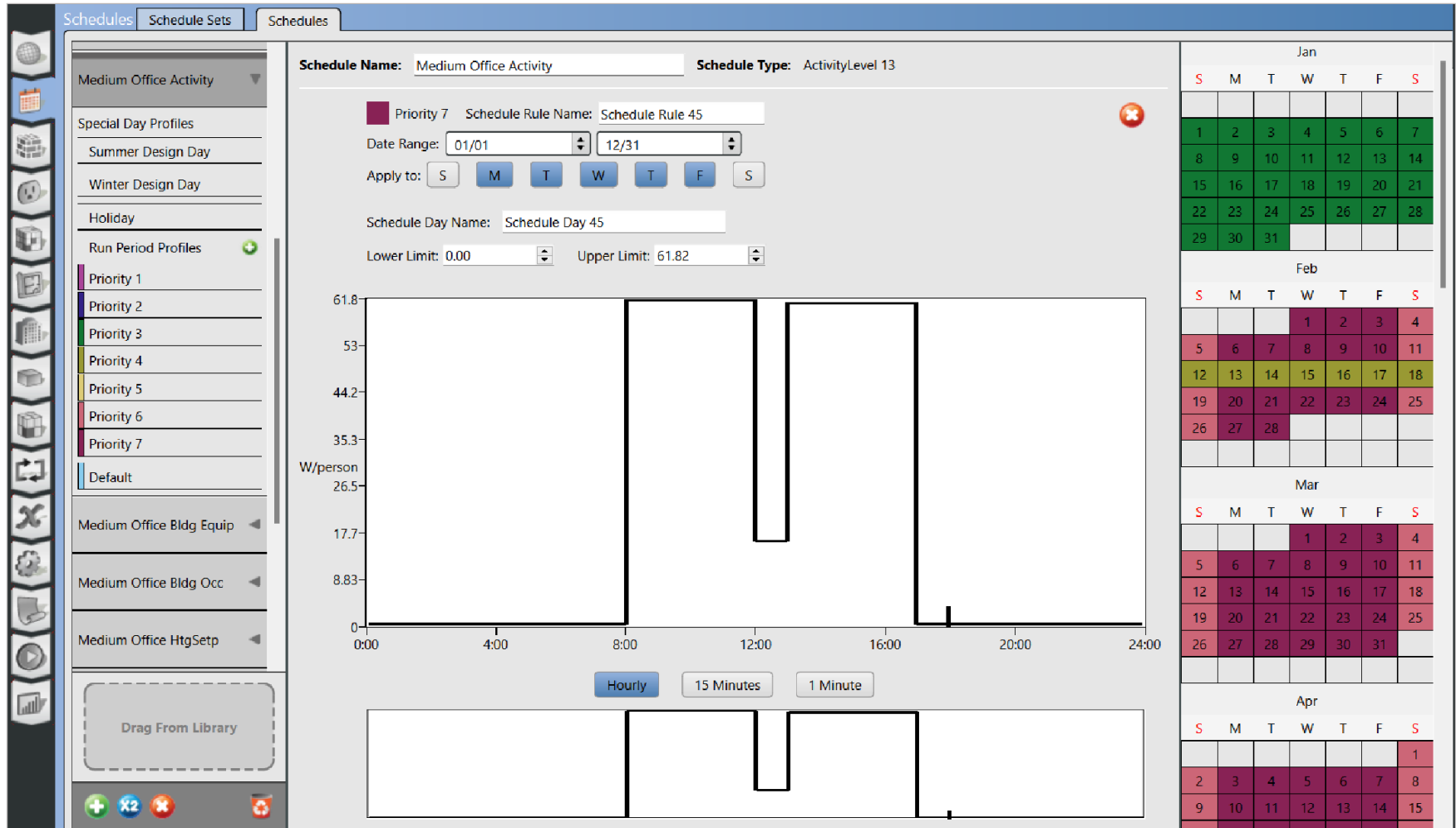
Mar

S	M	T	W	T	F	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

Apr

S	M	T	W	T	F	S
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15

APÊNDICE 23: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA A CONDIÇÃO RETROFIT DO EDIFÍCIO: SCHEDULES SETS/SCHEDULES (PARTE 7)



APÊNDICE 23: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA A CONDIÇÃO RETROFIT DO EDIFÍCIO: SCHEDULES SETS/SCHEDULES (PARTE 8)

Schedules Schedule Sets Schedules

Medium Office Bldg Equip

Special Day Profiles
 Summer Design Day
 Winter Design Day
 Holiday
 Run Period Profiles
 Priority 1
 Priority 2
 Priority 3
 Priority 4
 Priority 5
 Priority 6
 Priority 7
 Default
 Medium Office Bldg Occ
 Medium Office HtgSetp
 Office Activity

Drag From Library

Schedule Name: Medium Office Bldg Equip **Schedule Type:** Fraction

Priority 7 Schedule Rule Name: Medium Office Bldg Equip f

Date Range: 01/01 12/31

Apply to: S M T W T F S

Schedule Day Name: Medium Office Bldg Equip Rule 2 Day

Lower Limit: 0.00 Upper Limit: 1.00

0 0.14 0.29 0.43 0.57 0.71 0.86 1

0:00 4:00 8:00 12:00 16:00 20:00 24:00

Hourly 15 Minutes 1 Minute

Jan

S	M	T	W	T	F	S
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

Feb

S	M	T	W	T	F	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28				

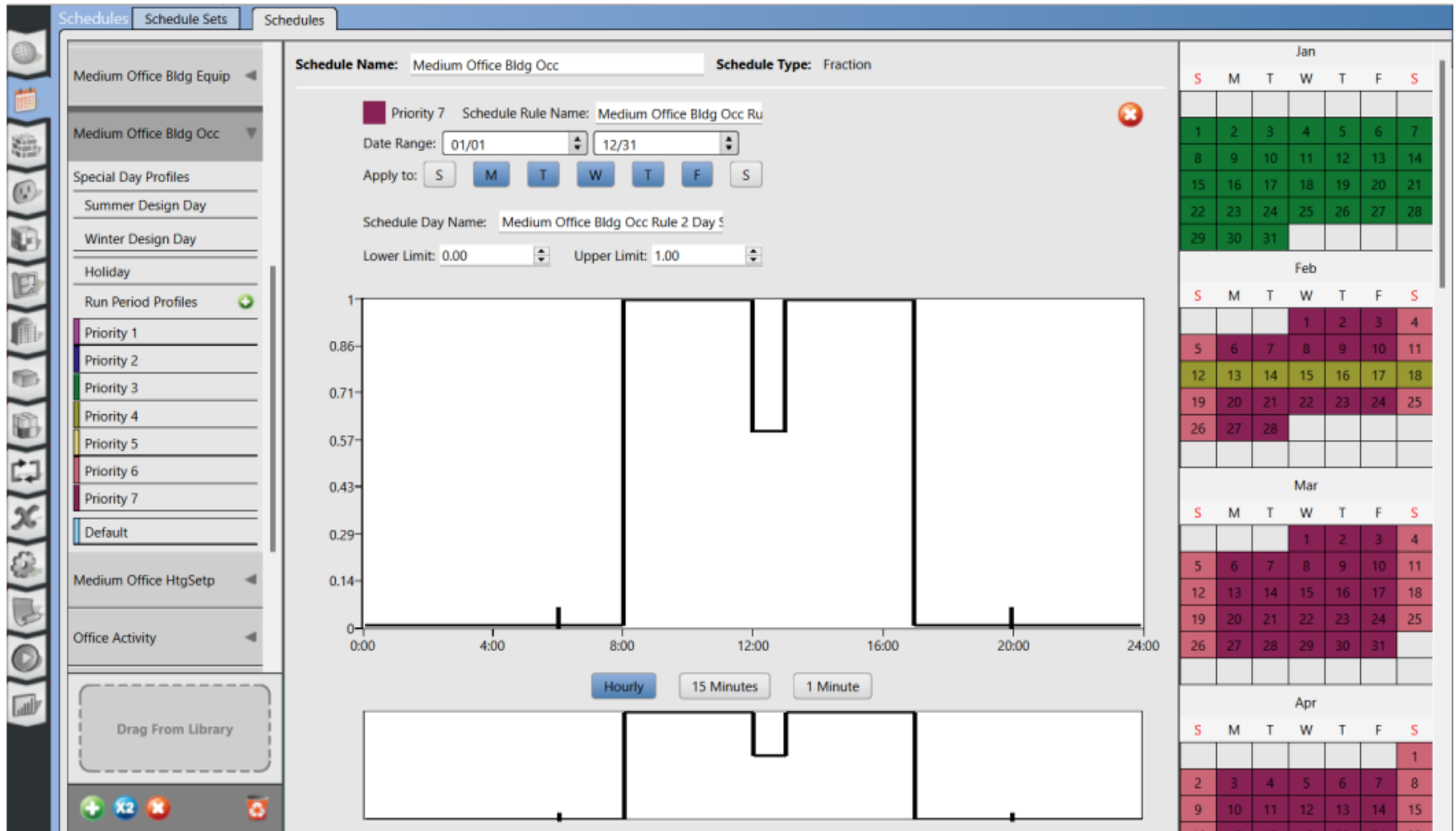
Mar

S	M	T	W	T	F	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

Apr

S	M	T	W	T	F	S
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15

APÊNDICE 23: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA A CONDIÇÃO RETROFIT DO EDIFÍCIO: SCHEDULES SETS/SCHEDULES (PARTE 9)



APÊNDICE 23: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA A CONDIÇÃO RETROFIT DO EDIFÍCIO: SCHEDULES SETS/SCHEDULES (PARTE 10)

Schedules Schedule Sets Schedules

Medium Office Bldg Equip
Medium Office Bldg Occ
Medium Office HtgSetp
Special Day Profiles
Summer Design Day
Winter Design Day
Holiday
Run Period Profiles
Priority 1
Priority 2
Priority 3
Priority 4
Priority 5
Priority 6
Priority 7
Default
Office Activity

Drag From Library

Schedule Name: Medium Office HtgSetp **Schedule Type:** Temperature 36

Priority 7 Schedule Rule Name: Medium Office HtgSetp Rul

Date Range: 01/01 12/31

Apply to: S M T W T F S

Schedule Day Name: Medium Office HtgSetp Rule 2 Day S

Lower Limit: 0.00 Upper Limit: 21.00

21
18
15
12
9
6
3
0
C

0:00 4:00 8:00 12:00 16:00 20:00 24:00

Hourly 15 Minutes 1 Minute

Jan

S	M	T	W	T	F	S
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

Feb

S	M	T	W	T	F	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28				

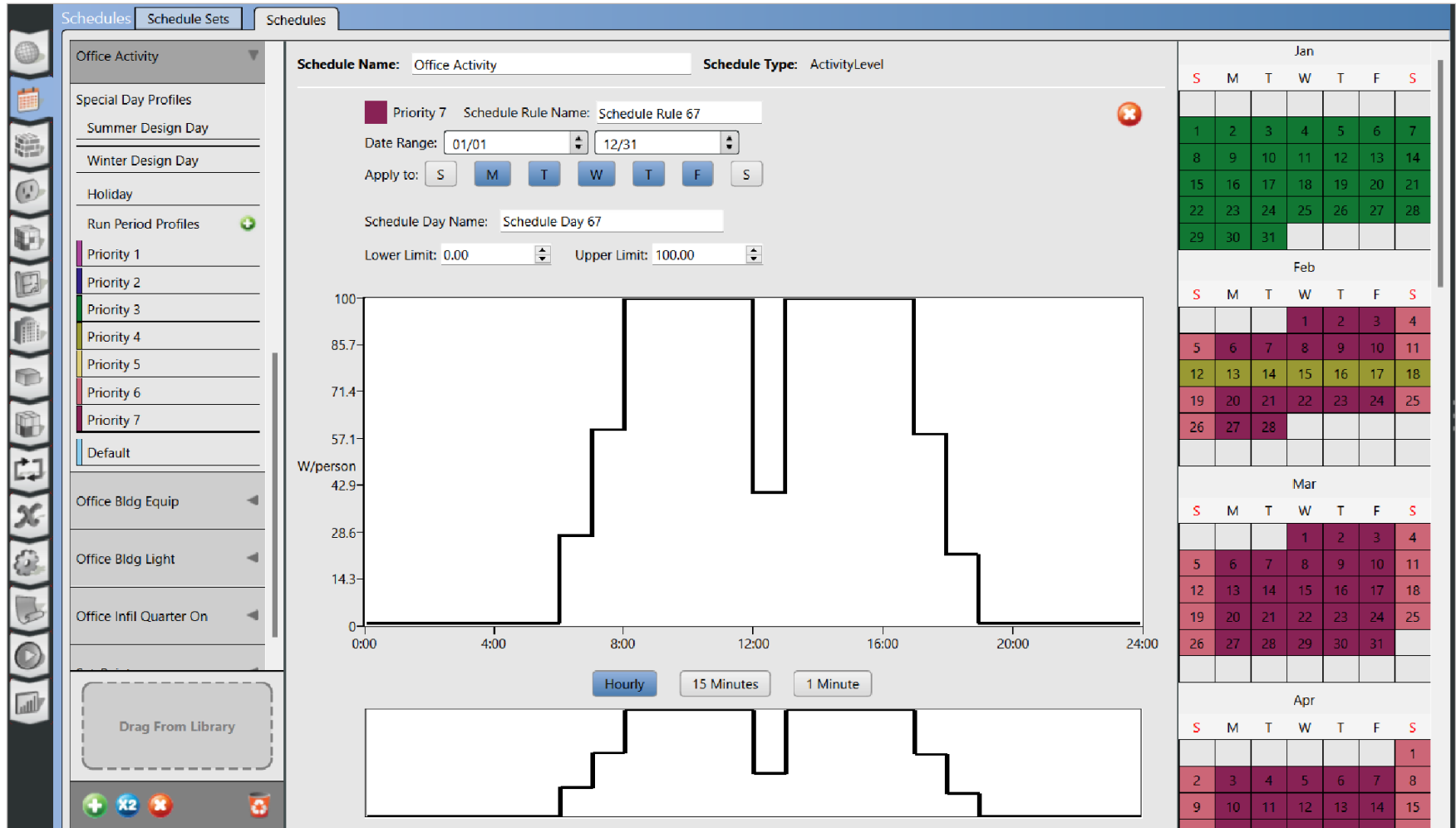
Mar

S	M	T	W	T	F	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

Apr

S	M	T	W	T	F	S
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15

APÊNDICE 23: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA A CONDIÇÃO RETROFIT DO EDIFÍCIO: SCHEDULES SETS/SCHEDULES (PARTE 11)



APÊNDICE 23: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA A CONDIÇÃO RETROFIT DO EDIFÍCIO: SCHEDULES SETS/SCHEDULES (PARTE 12)

Schedules Schedule Sets Schedules

Office Bldg Equip

Special Day Profiles
Summer Design Day
Winter Design Day
Holiday
Run Period Profiles

Priority 1
Priority 2
Priority 3
Priority 4
Priority 5
Priority 6
Priority 7
Default

Office Bldg Light
Office Infil Quarter On
Set_Point

Drag From Library

Office Bldg Equip

Schedule Name: Office Bldg Equip Schedule Type: Fraction

Priority 7 Schedule Rule Name: Office Bldg Equip Rule 2

Date Range: 01/01 12/31

Apply to: S M T W T F S

Schedule Day Name: Office Bldg Equip Rule 2 Day Schedul

Lower Limit: 0.00 Upper Limit: 1.00

1
0.86
0.71
0.57
0.43
0.29
0.14
0
0:00 4:00 8:00 12:00 16:00 20:00 24:00

Hourly 15 Minutes 1 Minute

Jan

S	M	T	W	T	F	S
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

Feb

S	M	T	W	T	F	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28				

Mar

S	M	T	W	T	F	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

Apr

S	M	T	W	T	F	S
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15

APÊNDICE 23: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA A CONDIÇÃO RETROFIT DO EDIFÍCIO: SCHEDULES SETS/SCHEDULES (PARTE 13)

Schedules Schedule Sets Schedules

Office Bldg Equip

Office Bldg Light

Special Day Profiles

Summer Design Day

Winter Design Day

Holiday

Run Period Profiles

Priority 1

Priority 2

Priority 3

Priority 4

Priority 5

Priority 6

Priority 7

Default

Office Infil Quarter On

Set_Point

Drag From Library

Office Bldg Light

Schedule Name: Office Bldg Light Schedule Type: Fraction

Priority 7 Schedule Rule Name: Office Bldg Light Rule 6

Date Range: 01/01 12/31

Apply to: S M T W T F S

Schedule Day Name: Office Bldg Light Rule 2 Day Schedule

Lower Limit: 0.00 Upper Limit: 1.00

Hourly 15 Minutes 1 Minute

Jan

S	M	T	W	T	F	S
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

Feb

S	M	T	W	T	F	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28				

Mar

S	M	T	W	T	F	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

Apr

S	M	T	W	T	F	S
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15

APÊNDICE 23: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA A CONDIÇÃO RETROFIT DO EDIFÍCIO: SCHEDULES SETS/SCHEDULES (PARTE 14)

Schedules
Schedule Sets
Schedules

- Office Bldg Equip
- Office Bldg Light
- Office Infil Quarter On
- Special Day Profiles
 - Summer Design Day
 - Winter Design Day
 - Holiday
- Run Period Profiles
 - Priority 1
 - Priority 2
 - Priority 3
 - Priority 4
 - Priority 5
 - Priority 6
 - Priority 7
 - Default
- Set_Point

Drag From Library

Schedule Name: Office Infil Quarter On **Schedule Type:** Fraction

Priority 7 Schedule Rule Name: Office Infil Quarter On Rule

Date Range: 01/01 12/31

Apply to: S M T W T F S

Schedule Day Name: Office Infil Quarter On Rule 2 Day Sct

Lower Limit: 0.00 Upper Limit: 1.00

Hourly 15 Minutes 1 Minute

Jan

S	M	T	W	T	F	S
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

Feb

S	M	T	W	T	F	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28				

Mar

S	M	T	W	T	F	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

Apr

S	M	T	W	T	F	S
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15

APÊNDICE 23: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA A CONDIÇÃO RETROFIT DO EDIFÍCIO: SCHEDULES SETS/SCHEDULES (PARTE 15)

Schedules
Schedule Sets
Schedules

- Office Bldg Equip
- Office Bldg Light
- Office Infil Quarter On
- Set_Point
- Special Day Profiles
 - Summer Design Day
 - Winter Design Day
- Holiday
- Run Period Profiles
 - Priority 1
 - Priority 2
 - Priority 3
 - Priority 4
 - Priority 5
 - Priority 6
 - Priority 7
 - Default

Drag From Library

Schedule Name: Set_Point **Schedule Type:** Temperature 5

Priority 7 Schedule Rule Name: Large Office ClgSetp Rule 4

Date Range: 01/01 12/31

Apply to: S M T W T F S

Schedule Day Name: Large Office ClgSetp Rule 2 Day Sche

Lower Limit: 0.00 Upper Limit: 24.06

Hourly 15 Minutes 1 Minute

Jan

S	M	T	W	T	F	S
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

Feb

S	M	T	W	T	F	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28				

Mar

S	M	T	W	T	F	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

Apr

S	M	T	W	T	F	S
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15

APÊNDICE 23: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA A CONDIÇÃO RETROFIT DO EDIFÍCIO: SCHEDULES SETS/SCHEDULES (PARTE 16)

The screenshot displays the OpenStudio Schedules interface. On the left, a vertical toolbar contains various icons for navigation and editing. Below the toolbar is a list of schedule sets:

- Ceagri 2 - Administradores
- Ceagri 2 - Armazenamento
- Ceagri 2 - Banheiro
- Ceagri 2 - Corredor
- Ceagri 2 - Entrada
- Ceagri 2 - Recepcao
- Ceagri 2 - Whole Building

The main area shows the configuration for the selected schedule, 'Ceagri 2 - Administradores'. The interface is organized into several sections:

- Name:** Ceagri 2 - Administradores
- Default Schedules:**
 - Hours of Operation:** Drag From Library
 - Number of People:** Drag From Library
- People Activity:** Atividade Ceagri 2 (with an 'X' icon)
- Lighting:** Luz Ceagri 2 (with an 'X' icon)
- Electric Equipment:** Office Bldg Equip (with an 'X' icon)
- Gas Equipment:** Drag From Library
- Hot Water Equipment:** Drag From Library
- Steam Equipment:** Drag From Library
- Other Equipment:** Equipamentos Ceagri 2 (with an 'X' icon)
- Infiltration:** Drag From Library

At the bottom left, there is a 'Drag From Library' button and a set of control icons: a green plus sign, a blue 'X2' icon, a red 'X' icon, and a red trash can icon.

APÊNDICE 23: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA A CONDIÇÃO RETROFIT DO EDIFÍCIO: SCHEDULES SETS/SCHEDULES (PARTE 17)

The screenshot displays the 'Schedules' window in OpenStudio, showing the configuration for a specific schedule set named 'Ceagri 2 - Armazenamento'. The interface is organized into several sections:

- Left Panel (Schedule Sets):** A list of schedule sets for 'Ceagri 2', including Administradores, Armazenamento (selected), Banheiro, Corredor, Entrada, Recepcao, and Whole Building. A 'Drag From Library' button is located at the bottom of this panel.
- Name:** A text field containing 'Ceagri 2 - Armazenamento'.
- Default Schedules:** A section with two columns:
 - Hours of Operation:** A dashed box containing 'Drag From Library'.
 - Number of People:** A dashed box containing 'Drag From Library'.
- People Activity:** A dashed box containing a calendar icon, 'Atividade Ceagri 2', and a close button (X).
- Lighting:** A dashed box containing a calendar icon, 'Luz Ceagri 2', and a close button (X).
- Electric Equipment:** A dashed box containing 'Drag From Library'.
- Gas Equipment:** A dashed box containing 'Drag From Library'.
- Hot Water Equipment:** A dashed box containing 'Drag From Library'.
- Steam Equipment:** A dashed box containing 'Drag From Library'.
- Other Equipment:** A dashed box containing a calendar icon, 'Equipamentos Ceagri 2', and a close button (X).
- Infiltration:** A dashed box containing 'Drag From Library'.

At the bottom of the window, there are several icons: a green plus sign, a blue 'X2' icon, a red 'X' icon, and a red trash can icon.

APÊNDICE 23: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA A CONDIÇÃO RETROFIT DO EDIFÍCIO: SCHEDULES SETS/SCHEDULES (PARTE 18)

The screenshot displays the 'Schedules' window in OpenStudio, showing the configuration for a specific schedule set named 'Ceagri 2 - Banheiro'. The interface is organized into several sections:

- Left Panel (Schedule Sets):** A list of schedule sets for 'Ceagri 2', including Administradores, Armazenamento, Banheiro (selected), Corredor, Entrada, Recepcao, and Whole Building. A 'Drag From Library' button is located at the bottom of this panel.
- Name:** A text field containing 'Ceagri 2 - Banheiro'.
- Default Schedules:** A section containing two sub-sections:
 - Hours of Operation:** Two dashed boxes, each containing the text 'Drag From Library'.
 - Number of People:** Two dashed boxes, each containing the text 'Drag From Library'.
- People Activity:** A dashed box containing a calendar icon, the text 'Atividade Ceagri 2', and a close button (X).
- Lighting:** A dashed box containing a calendar icon, the text 'Luz Ceagri 2', and a close button (X).
- Electric Equipment:** A dashed box containing the text 'Drag From Library'.
- Gas Equipment:** A dashed box containing the text 'Drag From Library'.
- Hot Water Equipment:** A dashed box containing the text 'Drag From Library'.
- Steam Equipment:** A dashed box containing the text 'Drag From Library'.
- Other Equipment:** A dashed box containing a calendar icon, the text 'Equipamentos Ceagri 2', and a close button (X).
- Infiltration:** A dashed box containing the text 'Drag From Library'.

At the bottom of the window, there is a toolbar with icons for adding (+), deleting (X), and other functions.

APÊNDICE 23: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA A CONDIÇÃO RETROFIT DO EDIFÍCIO: SCHEDULES SETS/SCHEDULES (PARTE 19)

The screenshot displays the 'Schedules' window in OpenStudio, showing the configuration for a specific schedule set named 'Ceagri 2 - Corredor'. The interface is organized into several sections:

- Left Panel (Schedule Sets):** A list of schedule sets including 'Ceagri 2 - Administradores', 'Ceagri 2 - Armazenamento', 'Ceagri 2 - Banheiro', 'Ceagri 2 - Corredor' (selected), 'Ceagri 2 - Entrada', 'Ceagri 2 - Recepcao', and 'Ceagri 2 - Whole Building'. A 'Drag From Library' button is located at the bottom of this panel.
- Name:** A text field containing 'Ceagri 2 - Corredor'.
- Default Schedules:** A section containing two 'Drag From Library' buttons, one under 'Hours of Operation' and one under 'Number of People'.
- People Activity:** A button labeled 'Atividade Ceagri 2' with a calendar icon and a red 'X' icon.
- Lighting:** A button labeled 'Luz Ceagri 2' with a calendar icon and a red 'X' icon.
- Electric Equipment:** A button labeled 'Office Bldg Equip' with a calendar icon and a red 'X' icon.
- Gas Equipment:** A 'Drag From Library' button.
- Hot Water Equipment:** A 'Drag From Library' button.
- Steam Equipment:** A 'Drag From Library' button.
- Other Equipment:** A button labeled 'Equipamentos Ceagri 2' with a calendar icon and a red 'X' icon.
- Infiltration:** A 'Drag From Library' button.

At the bottom of the window, there is a toolbar with icons for adding (+), deleting (X), and refreshing (circular arrow) schedule sets.

APÊNDICE 23: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA A CONDIÇÃO RETROFIT DO EDIFÍCIO: SCHEDULES SETS/SCHEDULES (PARTE 20)

The screenshot displays the 'Schedules' window in OpenStudio, showing the configuration for a specific schedule set named 'Ceagri 2 - Entrada'. The interface is organized into a left sidebar and a main configuration area.

Schedule List (Left Sidebar):

- Ceagri 2 - Administradores
- Ceagri 2 - Armazenamento
- Ceagri 2 - Banheiro
- Ceagri 2 - Corredor
- Ceagri 2 - Entrada** (Selected)
- Ceagri 2 - Recepcao
- Ceagri 2 - Whole Building

Main Configuration Area (Ceagri 2 - Entrada):

- Name:** Ceagri 2 - Entrada
- Default Schedules:**
 - Hours of Operation:** Drag From Library
 - Number of People:** Drag From Library
- People Activity:** Atividade Ceagri 2 (with a close icon)
- Lighting:** Luz Ceagri 2 (with a close icon)
- Electric Equipment:** Office Bldg Equip (with a close icon)
- Gas Equipment:** Drag From Library
- Hot Water Equipment:** Drag From Library
- Steam Equipment:** Drag From Library
- Other Equipment:** Drag From Library
- Infiltration:** Drag From Library

Bottom Bar: Contains icons for adding (+), deleting (X), and refreshing (refresh icon) schedule items.

APÊNDICE 23: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA A CONDIÇÃO RETROFIT DO EDIFÍCIO: SCHEDULES SETS/SCHEDULES (PARTE 21)

The screenshot displays the 'Schedules' window in OpenStudio, showing the configuration for a specific schedule named 'Ceagri 2 - Recepcao'. The interface is organized into several sections:

- Left Panel (Schedule Sets):** A list of schedule sets including 'Ceagri 2 - Administradores', 'Ceagri 2 - Armazenamento', 'Ceagri 2 - Banheiro', 'Ceagri 2 - Corredor', 'Ceagri 2 - Entrada', 'Ceagri 2 - Recepcao' (selected), and 'Ceagri 2 - Whole Building'. A 'Drag From Library' button is located at the bottom of this panel.
- Name:** A text field containing 'Ceagri 2 - Recepcao'.
- Default Schedules:** A section containing two 'Drag From Library' buttons for 'Hours of Operation' and 'Number of People'.
- People Activity:** A button labeled 'Atividade Ceagri 2' with a calendar icon and a close (X) button.
- Lighting:** A button labeled 'Luz Ceagri 2' with a calendar icon and a close (X) button.
- Electric Equipment:** A button labeled 'Office Bldg Equip' with a calendar icon and a close (X) button.
- Gas Equipment:** A 'Drag From Library' button.
- Hot Water Equipment:** A 'Drag From Library' button.
- Steam Equipment:** A 'Drag From Library' button.
- Other Equipment:** A button labeled 'Equipamentos Ceagri 2' with a calendar icon and a close (X) button.
- Infiltration:** A 'Drag From Library' button.

At the bottom left, there are navigation icons: a green plus sign, a blue 'x2' icon, a red 'x' icon, and a red trash can icon.

APÊNDICE 23: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA A CONDIÇÃO RETROFIT DO EDIFÍCIO: SCHEDULES SETS/SCHEDULES (PARTE 22)

The screenshot displays the 'Schedules' interface in OpenStudio. The left sidebar lists various schedule sets for 'Ceagri 2', with 'Ceagri 2 - Whole Building' selected. The main panel shows the configuration for this selected schedule set.

Schedules | Schedule Sets | Schedules

Name
Ceagri 2 - Whole Building

Default Schedules

Hours of Operation	Number of People
Drag From Library	Medium Office Bldg Occ

People Activity | **Lighting**

Atividade Ceagri 2	Luz Ceagri 2
--------------------	--------------

Electric Equipment | **Gas Equipment**

Medium Office Bldg Equip	Drag From Library
--------------------------	-------------------

Hot Water Equipment | **Steam Equipment**

Drag From Library	Drag From Library
-------------------	-------------------

Other Equipment | **Infiltration**

Equipamentos Ceagri 2	Drag From Library
-----------------------	-------------------

At the bottom of the interface, there are icons for adding (+), deleting (X2), and refreshing (X) the schedule set.

APÊNDICE 24: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA O EDIFÍCIO NAS DUAS CONDIÇÕES: CONSTRUCTION SETS-MATERIALS (PARTE 1)

Constructions Construction Sets Constructions Materials

Materials

- Argamassa
- F08 Metal surface
- G01a 19mm gypsum board
- G05 25mm wood
- G05 25mm wood 1
- I01 25mm insulation board
- Lage
- Manta Termica
- MAT-CC05 4 HW CONCRETE

Drag From Library

Name:
Argamassa

Measure Tags (Optional):

Standard:

Standard Source:

Standards Category:

Standards Identifier:

Composite Framing Material:

Composite Framing Configuration:

Composite Framing Depth:

Composite Framing Size:

Composite Cavity Insulation:

Roughness:

Thickness: m

Conductivity: W/m·K

Density: kg/m³

Specific Heat: J/kg·K

Thermal Absorptance:

Solar Absorptance:

Visible Absorptance:

APÊNDICE 24: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA O EDIFÍCIO NAS DUAS CONDIÇÕES: CONSTRUCTION SETS-MATERIALS (PARTE 2)

Constructions Construction Sets Constructions Materials

Materials

- Argamassa
- F08 Metal surface
- G01a 19mm gypsum board
- G05 25mm wood
- G05 25mm wood 1
- I01 25mm insulation board
- Lage
- Manta Termica
- MAT-CC05 4 HW CONCRETE

Drag From Library

Name:
F08 Metal surface

Measure Tags (Optional):

Standard:

Standard Source:

Standards Category:

Standards Identifier:

Composite Framing Material:

Composite Framing Configuration:

Composite Framing Depth:

Composite Framing Size:

Composite Cavity Insulation:

Roughness:

Thickness: m

Conductivity: W/m-K

Density: kg/m³

Specific Heat: J/kg-K

Thermal Absorptance:

Solar Absorptance:

Visible Absorptance:

APÊNDICE 24: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA O EDIFÍCIO NAS DUAS CONDIÇÕES: CONSTRUCTION SETS-MATERIALS (PARTE 3)

Constructions Construction Sets Constructions Materials

Materials

- Argamassa
- F08 Metal surface
- G01a 19mm gypsum board**
- G05 25mm wood
- G05 25mm wood 1
- I01 25mm insulation board
- Lage
- Manta Termica
- MAT-CC05 4 HW CONCRETE

Drag From Library

Name:
G01a 19mm gypsum board

Measure Tags (Optional):

Standard: *Standard Source:*

Standards Category: *Standards Identifier:*

Composite Framing Material: *Composite Framing Configuration:*

Composite Framing Depth: *Composite Framing Size:*

Composite Cavity Insulation:

Roughness: **Thickness:** m

Conductivity: W/m-K **Density:** kg/m³

Specific Heat: J/kg-K **Thermal Absorptance:**

Solar Absorptance: **Visible Absorptance:**

APÊNDICE 24: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA O EDIFÍCIO NAS DUAS CONDIÇÕES: CONSTRUCTION SETS-MATERIALS (PARTE 4)

The screenshot shows the OpenStudio software interface with the 'Materials' tab selected. The left sidebar lists various materials, with 'G05 25mm wood' highlighted. The main panel displays the following properties for this material:

Property	Value	Unit
Name:	G05 25mm wood	
Measure Tags (Optional):	Standard: [Dropdown], Standard Source: [Dropdown], Standards Category: [Dropdown], Standards Identifier: [Dropdown], Composite Framing Material: [Dropdown], Composite Framing Configuration: [Dropdown], Composite Framing Depth: [Dropdown], Composite Framing Size: [Dropdown], Composite Cavity Insulation: [Dropdown]	
Roughness:	MediumRough	
Thickness:	0.025400	m
Conductivity:	0.030000	W/m-K
Density:	43.000000	kg/m ³
Specific Heat:	1210.000000	J/kg-K
Thermal Absorptance:	0.900000	
Solar Absorptance:	0.700000	
Visible Absorptance:	0.700000	

APÊNDICE 24: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA O EDIFÍCIO NAS DUAS CONDIÇÕES: CONSTRUCTION SETS-MATERIALS (PARTE 5)

Constructions Construction Sets Constructions Materials

Materials

- Argamassa
- F08 Metal surface
- G01a 19mm gypsum board
- G05 25mm wood
- G05 25mm wood 1**
- I01 25mm insulation board
- Lage
- Manta Termica
- MAT-CC05 4 HW CONCRETE

Drag From Library

Name:
G05 25mm wood 1

Measure Tags (Optional):

Standard: *Standard Source:*

Standards Category: *Standards Identifier:*

Composite Framing Material: *Composite Framing Configuration:*

Composite Framing Depth: *Composite Framing Size:*

Composite Cavity Insulation:

Roughness: **Thickness:** m

Conductivity: W/m-K **Density:** kg/m³

Specific Heat: J/kg-K **Thermal Absorptance:**

Solar Absorptance: **Visible Absorptance:**

APÊNDICE 24: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA O EDIFÍCIO NAS DUAS CONDIÇÕES: CONSTRUCTION SETS-MATERIALS (PARTE 6)

Constructions Construction Sets Constructions Materials

Materials

- Argamassa
- F08 Metal surface
- G01a 19mm gypsum board
- G05 25mm wood
- G05 25mm wood 1
- I01 25mm insulation board
- Lage
- Manta Termica
- MAT-CC05 4 HW CONCRETE

Drag From Library

Name:
I01 25mm insulation board

Measure Tags (Optional):

Standard: *Standard Source:*

Standards Category: *Standards Identifier:*

Composite Framing Material: *Composite Framing Configuration:*

Composite Framing Depth: *Composite Framing Size:*

Composite Cavity Insulation:

Roughness: **Thickness:** m

Conductivity: W/m-K **Density:** kg/m³

Specific Heat: J/kg-K **Thermal Absorptance:**

Solar Absorptance: **Visible Absorptance:**

APÊNDICE 24: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA O EDIFÍCIO NAS DUAS CONDIÇÕES: CONSTRUCTION SETS-MATERIALS (PARTE 7)

Constructions Construction Sets Constructions Materials

Materials

- Argamassa
- F08 Metal surface
- G01a 19mm gypsum board
- G05 25mm wood
- G05 25mm wood 1
- I01 25mm insulation board
- Lage**
- Manta Termica
- MAT-CC05 4 HW CONCRETE

Drag From Library

Name:
Lage

Measure Tags (Optional):

Standard: *Standard Source:*

Standards Category: *Standards Identifier:*

Composite Framing Material: *Composite Framing Configuration:*

Composite Framing Depth: *Composite Framing Size:*

Composite Cavity Insulation:

Roughness: **Thickness:** m

Conductivity: W/m-K **Density:** kg/m³

Specific Heat: J/kg-K **Thermal Absorptance:**

Solar Absorptance: **Visible Absorptance:**

APÊNDICE 24: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA O EDIFÍCIO NAS DUAS CONDIÇÕES: CONSTRUCTION SETS-MATERIALS (PARTE 8)

Constructions Construction Sets Constructions Materials

Materials

- Argamassa
- F08 Metal surface
- G01a 19mm gypsum board
- G05 25mm wood
- G05 25mm wood 1
- I01 25mm insulation board
- Lage
- Manta Termica**
- MAT-CC05 4 HW CONCRETE

Drag From Library

Name:
Manta Termica

Measure Tags (Optional):

Standard: *Standard Source:*

Standards Category: *Standards Identifier:*

Composite Framing Material: *Composite Framing Configuration:*

Composite Framing Depth: *Composite Framing Size:*

Composite Cavity Insulation:

Roughness: **Thickness:** m

Conductivity: W/m-K **Density:** kg/m³

Specific Heat: J/kg-K **Thermal Absorptance:**

Solar Absorptance: **Visible Absorptance:**

APÊNDICE 24: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA O EDIFÍCIO NAS DUAS CONDIÇÕES: CONSTRUCTION SETS-MATERIALS (PARTE 9)

Constructions Construction Sets Constructions Materials

Manta Termica

MAT-CC05 4 HW CONCRETE

Piso

PVC

Radier Concreto

Superfície Metalica

Tijolo 12cm

Tijolo 3cm

Wood

No Mass Materials

Drag From Library

Name:
MAT-CC05 4 HW CONCRETE

Measure Tags (Optional):

Standard: **Standard Source:**

Standards Category: **Standards Identifier:**

Composite Framing Material: **Composite Framing Configuration:**

Composite Framing Depth: **Composite Framing Size:**

Composite Cavity Insulation:

Roughness: **Thickness:** m

Conductivity: W/m-K **Density:** kg/m³

Specific Heat: J/kg-K **Thermal Absorptance:**

Solar Absorptance: **Visible Absorptance:**

APÊNDICE 24: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA O EDIFÍCIO NAS DUAS CONDIÇÕES: CONSTRUCTION SETS-MATERIALS (PARTE 10)

Constructions Construction Sets Constructions Materials

Manta Termica

MAT-CC05 4 HW CONCRETE

Piso

PVC

Radier Concreto

Superfície Metalica

Tijolo 12cm

Tijolo 3cm

Wood

No Mass Materials

Drag From Library

Name:
Piso

Measure Tags (Optional):

Standard: **Standard Source:**

Standards Category: **Standards Identifier:**

Composite Framing Material: **Composite Framing Configuration:**

Composite Framing Depth: **Composite Framing Size:**

Composite Cavity Insulation:

Roughness: **Thickness:** m

Conductivity: W/m-K **Density:** kg/m³

Specific Heat: J/kg-K **Thermal Absorptance:**

Solar Absorptance: **Visible Absorptance:**

+ X2 X

APÊNDICE 24: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA O EDIFÍCIO NAS DUAS CONDIÇÕES: CONSTRUCTION SETS-MATERIALS (PARTE 11)

Constructions Construction Sets Constructions Materials

Manta Termica

MAT-CC05 4 HW CONCRETE

Piso

PVC

Radier Concreto

Superfície Metalica

Tijolo 12cm

Tijolo 3cm

Wood

No Mass Materials

Drag From Library

Name:
PVC

Measure Tags (Optional):

Standard: *Standard Source:*

Standards Category: *Standards Identifier:*

Composite Framing Material: *Composite Framing Configuration:*

Composite Framing Depth: *Composite Framing Size:*

Composite Cavity Insulation:

Roughness: Smooth **Thickness:** 0.010000 m

Conductivity: 0.200000 W/m-K **Density:** 1400.000000 kg/m³

Specific Heat: 100.000000 J/kg-K **Thermal Absorptance:** 0.900000

Solar Absorptance: 0.700000 **Visible Absorptance:** 0.700000

APÊNDICE 24: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA O EDIFÍCIO NAS DUAS CONDIÇÕES: CONSTRUCTION SETS-MATERIALS (PARTE 12)

Constructions Construction Sets Constructions Materials

Manta Termica
 MAT-CC05 4 HW CONCRETE
 Piso
 PVC
Radier Concreto
 Superficie Metalica
 Tijolo 12cm
 Tijolo 3cm
 Wood
 No Mass Materials
 Drag From Library

Name:
 Radier Concreto

Measure Tags (Optional):

Standard: *Standard Source:*

Standards Category: *Standards Identifier:*

Composite Framing Material: *Composite Framing Configuration:*

Composite Framing Depth: *Composite Framing Size:*

Composite Cavity Insulation:

Roughness: **Thickness:** m

Conductivity: W/m-K **Density:** kg/m³

Specific Heat: J/kg-K **Thermal Absorptance:**

Solar Absorptance: **Visible Absorptance:**

+ X2 -

APÊNDICE 24: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA O EDIFÍCIO NAS DUAS CONDIÇÕES: CONSTRUCTION SETS-MATERIALS (PARTE 13)

Constructions Construction Sets Constructions Materials

Manta Termica

MAT-CC05 4 HW CONCRETE

Piso

PVC

Radier Concreto

Superficie Metalica

Tijolo 12cm

Tijolo 3cm

Wood

No Mass Materials

Drag From Library

Name:
Superficie Metalica

Measure Tags (Optional):

Standard:
Standard Source:

Standards Category:
Standards Identifier:

Composite Framing Material:
Composite Framing Configuration:

Composite Framing Depth:
Composite Framing Size:

Composite Cavity Insulation:

Roughness:
Thickness: m

Conductivity: W/m-K
Density: kg/m³

Specific Heat: J/kg-K
Thermal Absorptance:

Solar Absorptance:
Visible Absorptance:

APÊNDICE 24: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA O EDIFÍCIO NAS DUAS CONDIÇÕES: CONSTRUCTION SETS-MATERIALS (PARTE 14)

Constructions Construction Sets Constructions Materials

Manta Termica

MAT-CC05 4 HW CONCRETE

Piso

PVC

Radier Concreto

Superfície Metalica

Tijolo 12cm

Tijolo 3cm

Wood

No Mass Materials

Drag From Library

Name:
Tijolo 12cm

Measure Tags (Optional):

Standard: **Standard Source:**

Standards Category: **Standards Identifier:**

Composite Framing Material: **Composite Framing Configuration:**

Composite Framing Depth: **Composite Framing Size:**

Composite Cavity Insulation:

Roughness: **Thickness:** m

Conductivity: W/m·K **Density:** kg/m³

Specific Heat: J/kg·K **Thermal Absorptance:**

Solar Absorptance: **Visible Absorptance:**

+ X2 X

APÊNDICE 24: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA O EDIFÍCIO NAS DUAS CONDIÇÕES: CONSTRUCTION SETS-MATERIALS (PARTE 15)

Constructions Construction Sets Constructions Materials

Manta Termica

MAT-CC05 4 HW CONCRETE

Piso

PVC

Radier Concreto

Superficie Metalica

Tijolo 12cm

Tijolo 3cm

Wood

No Mass Materials

Drag From Library

Name:
Tijolo 3cm

Measure Tags (Optional):

Standard: **Standard Source:**

Standards Category: **Standards Identifier:**

Composite Framing Material: **Composite Framing Configuration:**

Composite Framing Depth: **Composite Framing Size:**

Composite Cavity Insulation:

Roughness: **Thickness:** m

Conductivity: W/m-K **Density:** kg/m³

Specific Heat: J/kg-K **Thermal Absorptance:**

Solar Absorptance: **Visible Absorptance:**

0.900000 0.004500 1600.000000 920.000000 0.950000 0.800000 0.800000

APÊNDICE 24: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA O EDIFÍCIO NAS DUAS CONDIÇÕES: CONSTRUCTION SETS-MATERIALS (PARTE 16)

Constructions Construction Sets Constructions Materials

Manta Termica
MAT-CC05 4 HW CONCRETE
Piso
PVC
Radier Concreto
Superficie Metalica
Tijolo 12cm
Tijolo 3cm
Wood
No Mass Materials

Drag From Library

Name:
Wood

Measure Tags (Optional):

Standard:
Standard Source:

Standards Category:
Standards Identifier:

Composite Framing Material:
Composite Framing Configuration:

Composite Framing Depth:
Composite Framing Size:

Composite Cavity Insulation:

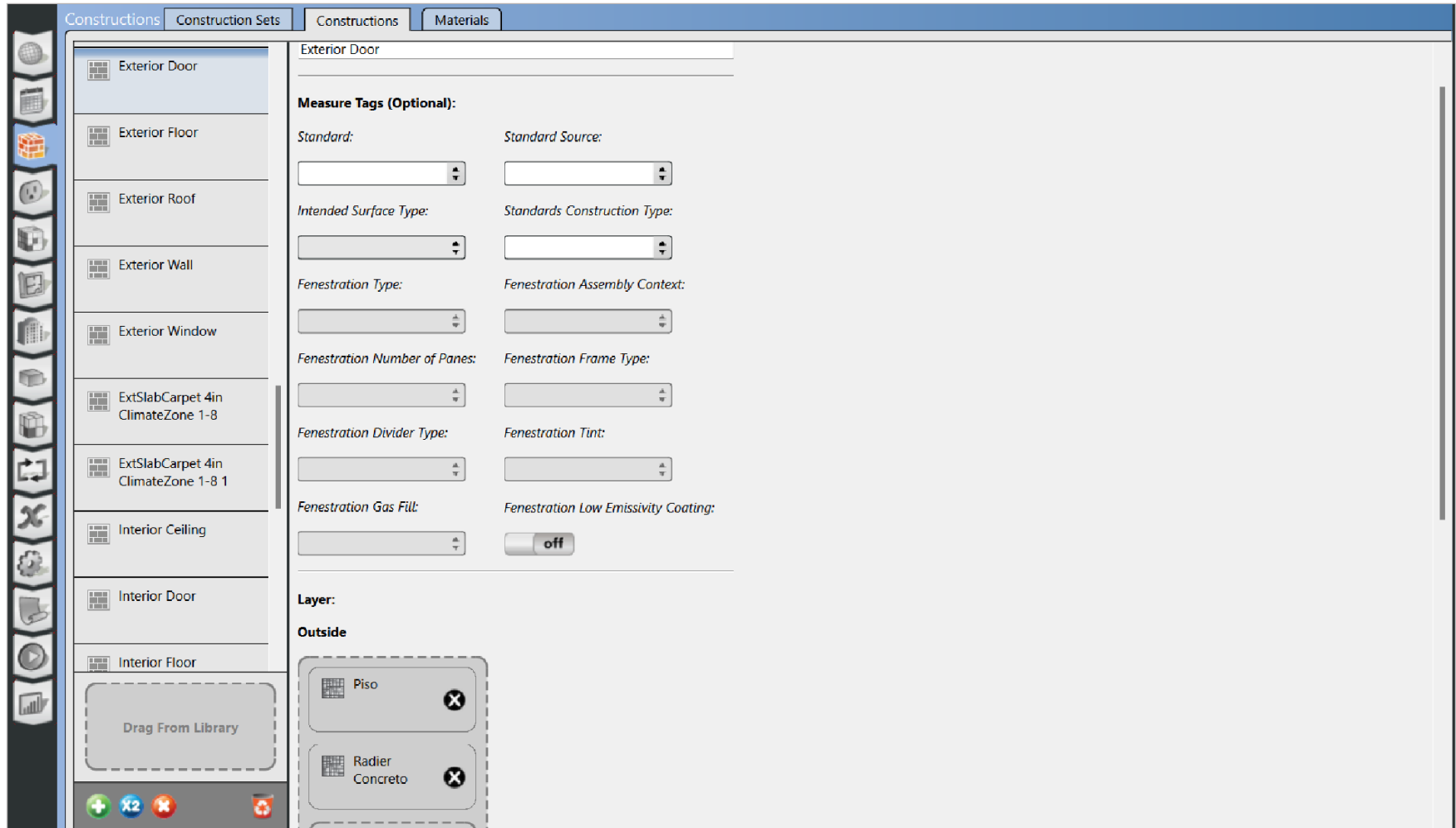
Roughness:
Thickness: m

Conductivity: W/m-K
Density: kg/m³

Specific Heat: J/kg-K
Thermal Absorptance:

Solar Absorptance:
Visible Absorptance:

APÊNDICE 24: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA O EDIFÍCIO NAS DUAS CONDIÇÕES: CONSTRUCTION SETS-MATERIALS (PARTE 17)



APÊNDICE 24: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA O EDIFÍCIO NAS DUAS CONDIÇÕES: CONSTRUCTION SETS-MATERIALS (PARTE 18)

The screenshot displays the 'Construction Sets' tab in the OpenStudio software. The left sidebar lists various construction elements, with 'Exterior Floor' selected. The main panel shows the configuration for 'Exterior Floor' under the 'Materials' tab.

Exterior Floor

Measure Tags (Optional):

- Standard:** [Dropdown menu]
- Standard Source:** [Dropdown menu]
- Intended Surface Type:** [Dropdown menu]
- Standards Construction Type:** [Dropdown menu]
- Fenestration Type:** [Dropdown menu]
- Fenestration Assembly Context:** [Dropdown menu]
- Fenestration Number of Panes:** [Dropdown menu]
- Fenestration Frame Type:** [Dropdown menu]
- Fenestration Divider Type:** [Dropdown menu]
- Fenestration Tint:** [Dropdown menu]
- Fenestration Gas Fill:** [Dropdown menu]
- Fenestration Low Emissivity Coating:** off

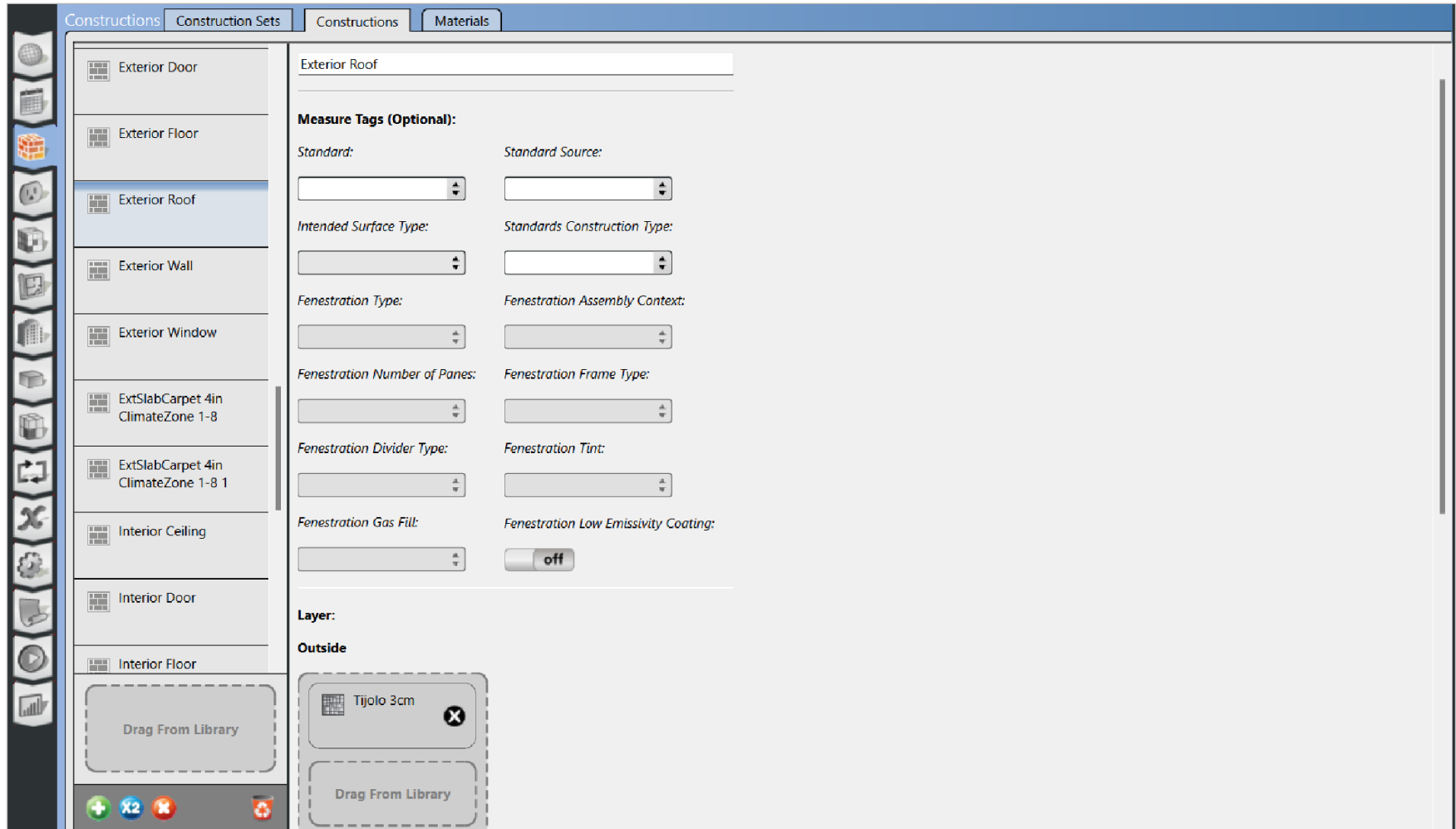
Layer:

Outside

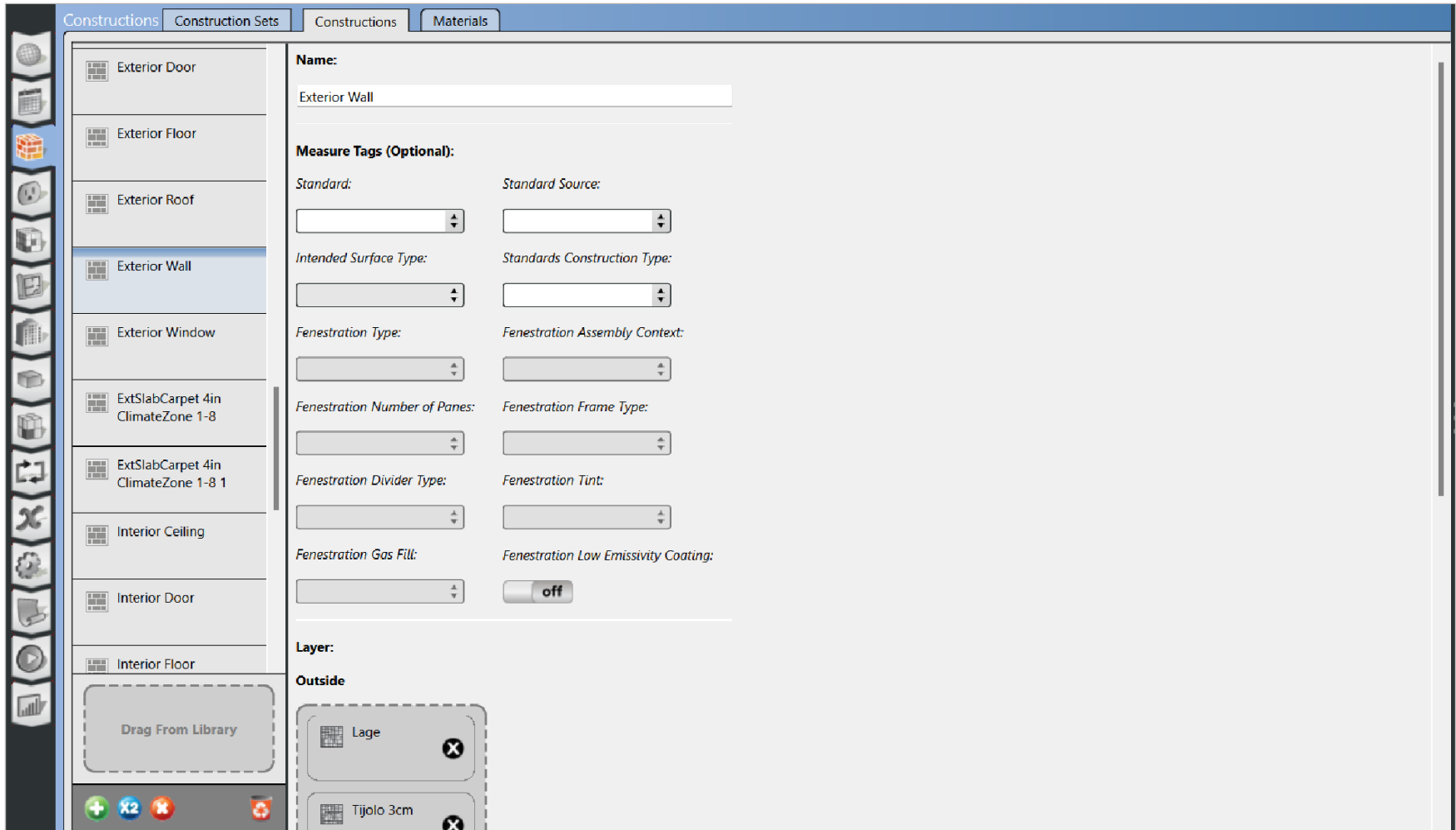
- Radier Concreto
- Piso

At the bottom of the interface, there is a 'Drag From Library' button and a set of control icons (plus, minus, refresh, and delete).

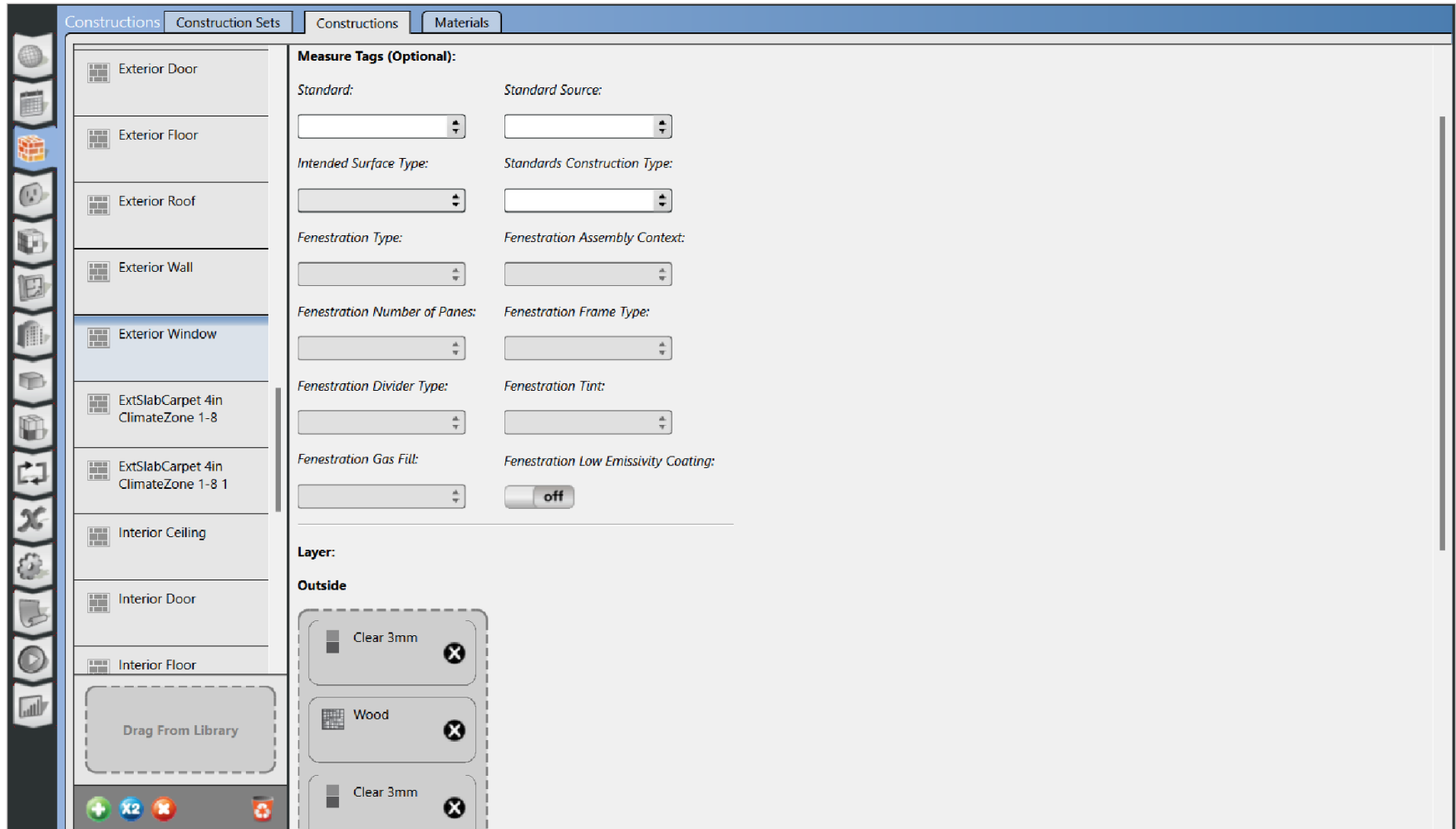
APÊNDICE 24: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA O EDIFÍCIO NAS DUAS CONDIÇÕES: CONSTRUCTION SETS-MATERIALS (PARTE 19)



APÊNDICE 24: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA O EDIFÍCIO NAS DUAS CONDIÇÕES: CONSTRUCTION SETS-MATERIALS (PARTE 20)



APÊNDICE 24: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA O EDIFÍCIO NAS DUAS CONDIÇÕES: CONSTRUCTION SETS-MATERIALS (PARTE 21)

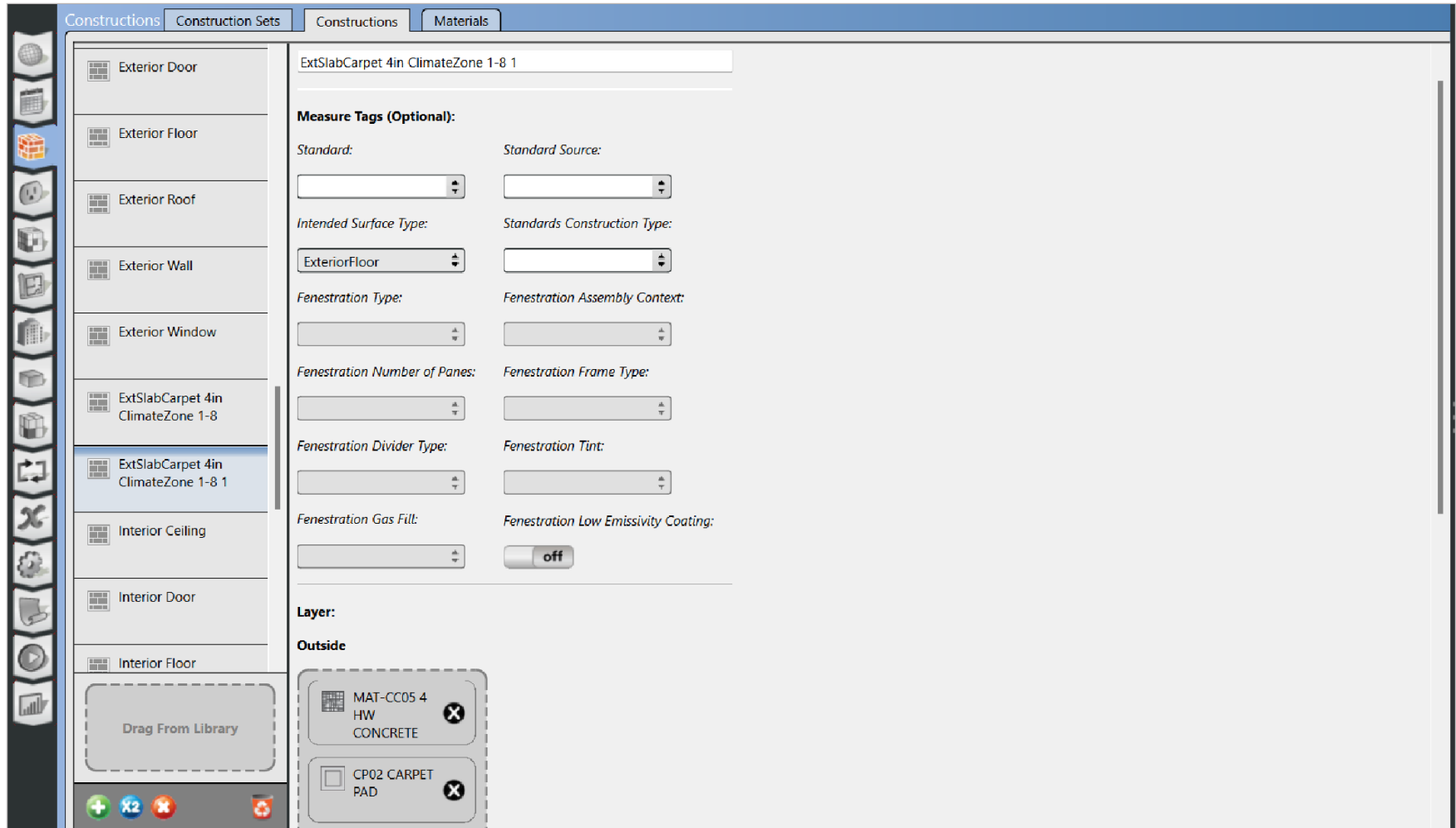


APÊNDICE 24: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA O EDIFÍCIO NAS DUAS CONDIÇÕES: CONSTRUCTION SETS-MATERIALS (PARTE 22)

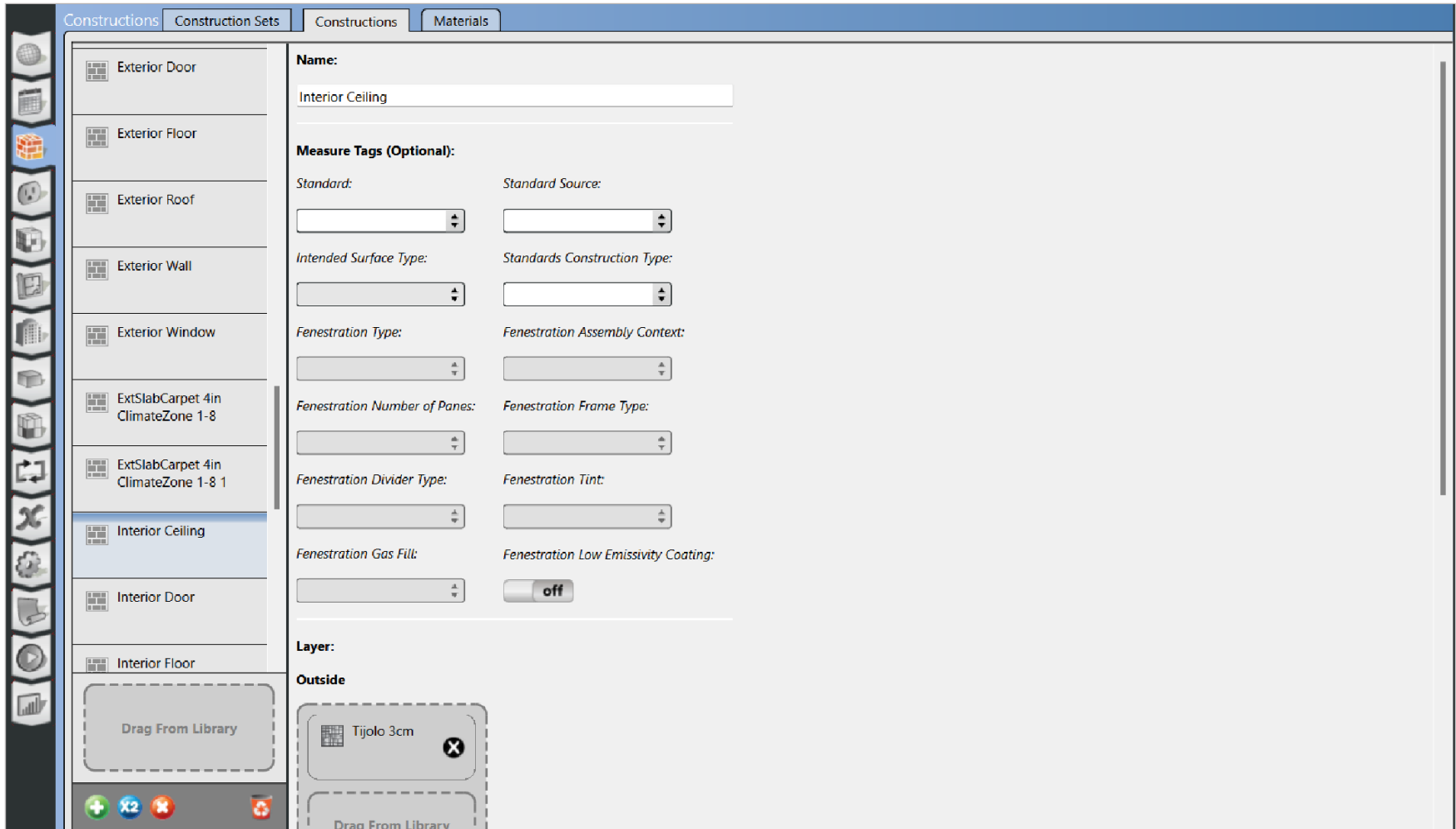
The screenshot displays the 'Materials' configuration window in OpenStudio. The interface is organized into several key sections:

- Navigation and Selection:** At the top, tabs for 'Constructions', 'Construction Sets', 'Constructions', and 'Materials' are visible. A vertical toolbar on the left contains icons for various building components. The main list on the left shows construction types, with 'ExtSlabCarpet 4in ClimateZone 1-8' selected.
- Configuration Panel:** The central area is titled 'ExtSlabCarpet 4in ClimateZone 1-8'. It includes a 'Measure Tags (Optional):' section with fields for 'Standard', 'Standard Source', 'Intended Surface Type' (set to 'ExteriorFloor'), 'Standards Construction Type', 'Fenestration Type', 'Fenestration Assembly Context', 'Fenestration Number of Panes', 'Fenestration Frame Type', 'Fenestration Divider Type', 'Fenestration Tint', 'Fenestration Gas Fill', and 'Fenestration Low Emissivity Coating' (set to 'off').
- Layer Stack:** The bottom section, labeled 'Layer: Outside', shows a vertical stack of materials: 'MAT-CC05 4 HW CONCRETE' and 'CP02 CARPET PAD'. Each material entry has a small grid icon and a close button (X).
- Bottom Bar:** At the very bottom, there are icons for adding (+), deleting (X2), and refreshing (refresh icon) elements.

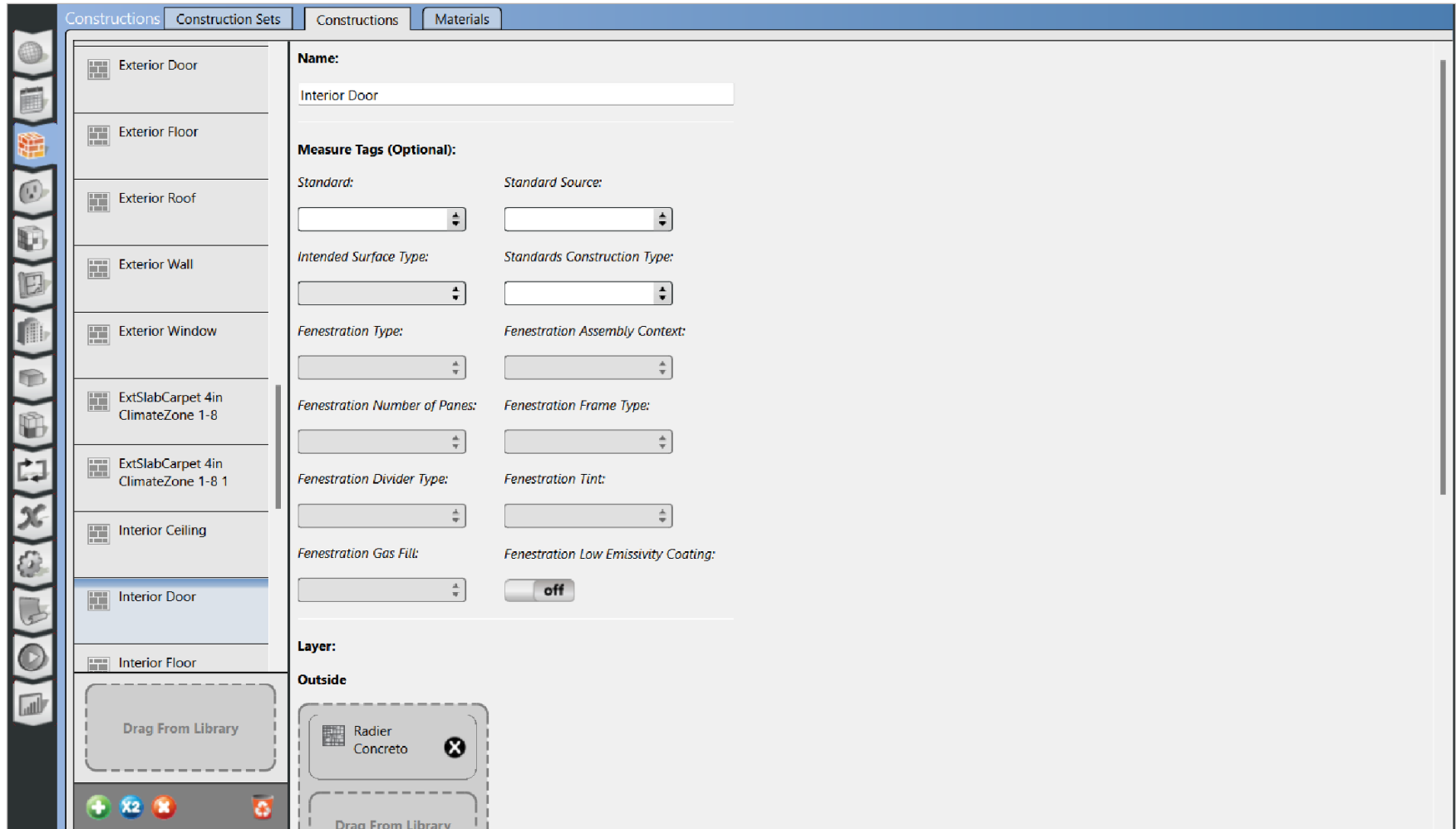
APÊNDICE 24: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA O EDIFÍCIO NAS DUAS CONDIÇÕES: CONSTRUCTION SETS-MATERIALS (PARTE 23)



APÊNDICE 24: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA O EDIFÍCIO NAS DUAS CONDIÇÕES: CONSTRUCTION SETS-MATERIALS (PARTE 24)



APÊNDICE 24: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA O EDIFÍCIO NAS DUAS CONDIÇÕES: CONSTRUCTION SETS-MATERIALS (PARTE 25)



APÊNDICE 24: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA O EDIFÍCIO NAS DUAS CONDIÇÕES: CONSTRUCTION SETS-MATERIALS (PARTE 26)

The screenshot displays the OpenStudio software interface, specifically the 'Construction Sets-Materials' configuration window. The interface is organized into several sections:

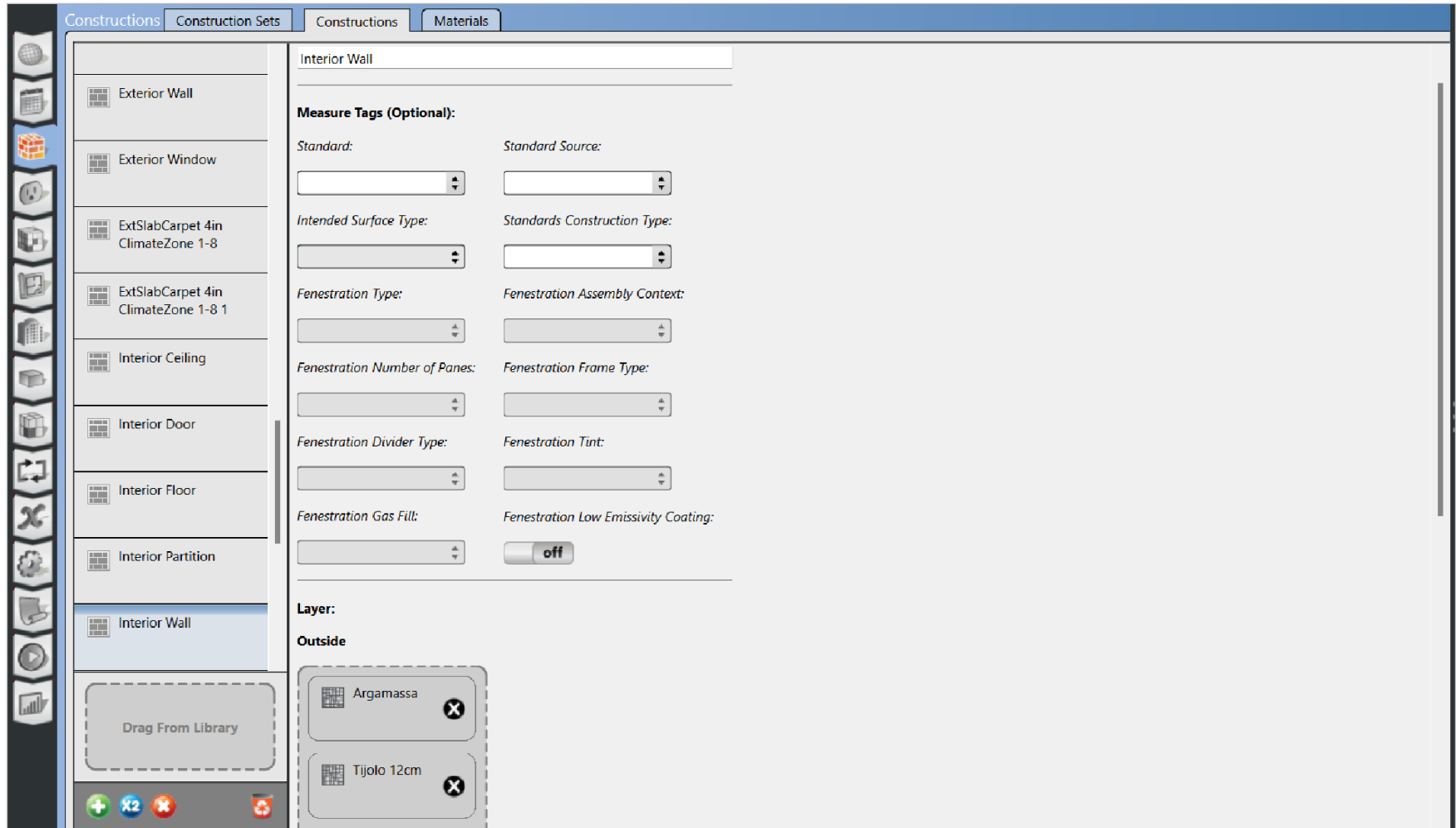
- Navigation Bar:** Located at the top, it includes tabs for 'Constructions', 'Construction Sets', 'Constructions', and 'Materials'. Below the tabs is a vertical toolbar with various icons for navigation and editing.
- Left Panel (Construction Sets List):** A list of construction sets is shown, including 'Exterior Floor', 'Exterior Roof', 'Exterior Wall', 'Exterior Window', 'ExtSlabCarpet 4in ClimateZone 1-8', 'ExtSlabCarpet 4in ClimateZone 1-8 1', 'Interior Ceiling', 'Interior Door', and 'Interior Floor'. The 'Interior Floor' set is currently selected and highlighted.
- Configuration Area:** This central area contains various settings for the selected construction set:
 - Intended Surface Type:** A dropdown menu.
 - Standards Construction Type:** A dropdown menu.
 - Fenestration Type:** A dropdown menu.
 - Fenestration Assembly Context:** A dropdown menu.
 - Fenestration Number of Panes:** A dropdown menu.
 - Fenestration Frame Type:** A dropdown menu.
 - Fenestration Divider Type:** A dropdown menu.
 - Fenestration Tint:** A dropdown menu.
 - Fenestration Gas Fill:** A dropdown menu.
 - Fenestration Low Emissivity Coating:** A toggle switch currently set to 'off'.
- Layer Section:** A section titled 'Layer:' with a sub-section 'Outside' containing a list of materials:
 - Argamassa (with a close 'X' button)
 - Tijolo 12cm (with a close 'X' button)
 - Argamassa (with a close 'X' button)
 - Tijolo 12cm (with a close 'X' button)
- Bottom Panel:** A dashed box labeled 'Drag From Library' is located at the bottom left. At the bottom center, there are icons for adding (+), deleting (X), and refreshing (circular arrow) items.

APÊNDICE 24: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA O EDIFÍCIO NAS DUAS CONDIÇÕES: CONSTRUCTION SETS-MATERIALS (PARTE 27)

The screenshot displays the 'Construction Sets' tab in the OpenStudio software. The interface is divided into several sections:

- Navigation Bar:** Located at the top, it includes tabs for 'Constructions', 'Construction Sets', 'Constructions', and 'Materials'. Below these are various icons for different building components.
- Component List:** A vertical list on the left side of the main panel, showing various construction types such as 'Exterior Roof', 'Exterior Wall', 'Exterior Window', 'ExtSlabCarpet 4in ClimateZone 1-8', 'Interior Ceiling', 'Interior Door', 'Interior Floor', and 'Interior Partition'. 'Interior Partition' is currently selected and highlighted.
- Configuration Panel:** The main area on the right, titled 'Name: Interior Partition'. It contains several settings:
 - Measure Tags (Optional):** A section with two columns of dropdown menus.
 - Standard:** A dropdown menu.
 - Standard Source:** A dropdown menu.
 - Intended Surface Type:** A dropdown menu set to 'InteriorPartition'.
 - Standards Construction Type:** A dropdown menu.
 - Fenestration Type:** A dropdown menu.
 - Fenestration Assembly Context:** A dropdown menu.
 - Fenestration Number of Panes:** A dropdown menu.
 - Fenestration Frame Type:** A dropdown menu.
 - Fenestration Divider Type:** A dropdown menu.
 - Fenestration Tint:** A dropdown menu.
 - Fenestration Gas Fill:** A dropdown menu.
 - Fenestration Low Emissivity Coating:** A toggle switch currently set to 'off'.
 - Layer:** A section titled 'Outside' containing a list of materials. One material, 'G05 25mm wood 1', is visible with a small 'X' icon next to it. Below this is another 'Drag From Library' button.
- Bottom Bar:** A horizontal bar at the bottom with icons for adding (+), deleting (X2), and other actions.

APÊNDICE 24: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA O EDIFÍCIO NAS DUAS CONDIÇÕES: CONSTRUCTION SETS-MATERIALS (PARTE 28)



APÊNDICE 24: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA O EDIFÍCIO NAS DUAS CONDIÇÕES: CONSTRUCTION SETS-MATERIALS (PARTE 29)

The screenshot displays the 'Ceagri 2 Construction Set' configuration in the OpenStudio software. The interface is organized into several sections, each containing specific construction elements with a grid icon and a delete button (X).

Exterior Surface Constructions

- Walls:** Exterior Wall
- Floors:** Exterior Floor
- Roofs:** Exterior Roof

Interior Surface Constructions

- Walls:** Interior Wall
- Floors:** Interior Floor
- Ceilings:** Interior Ceiling

Ground Contact Surface Constructions

- Walls:** ExtSlabCarpet 4in ClimateZone
- Floors:** Interior Floor
- Ceilings:** Interior Ceiling

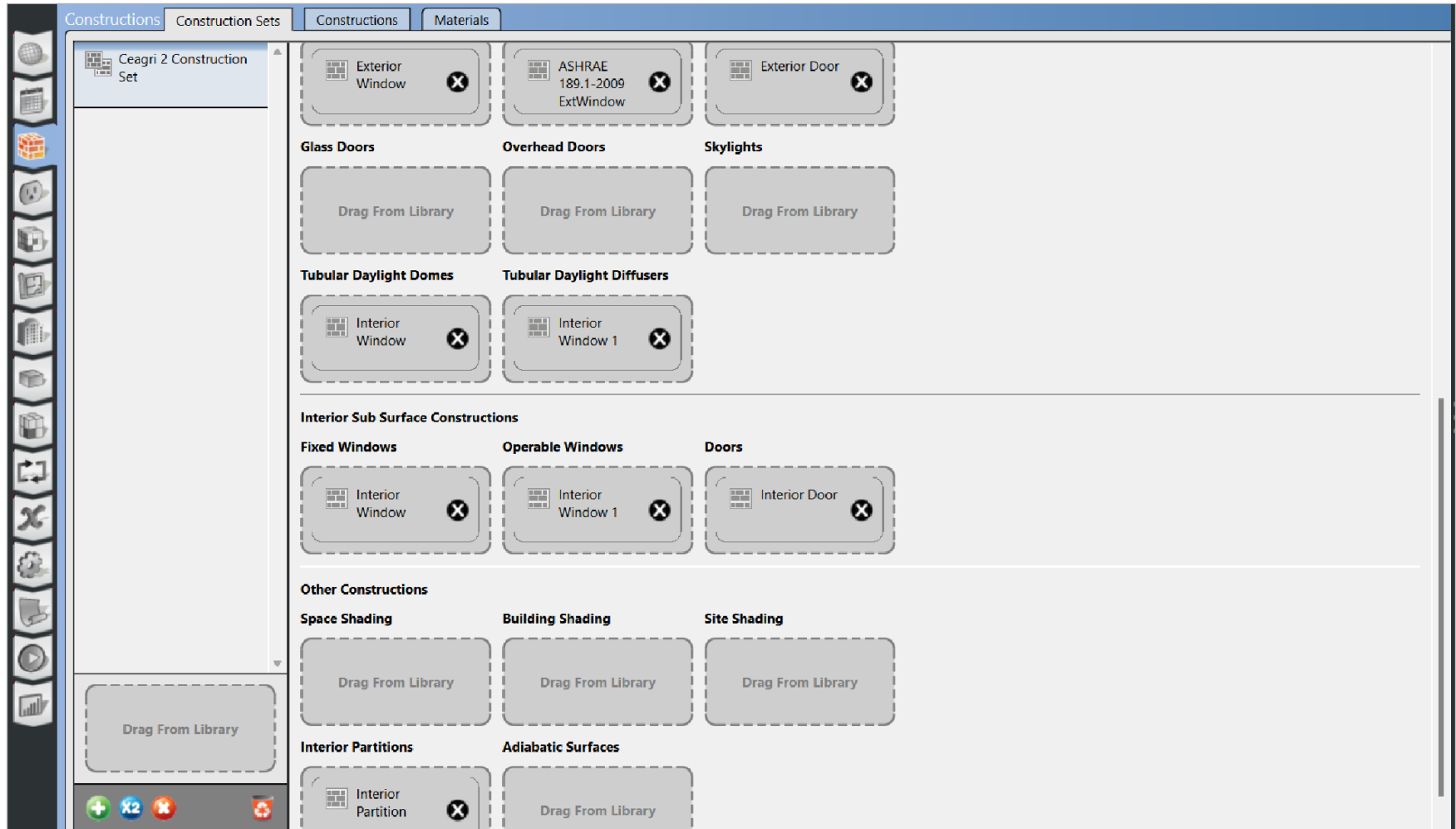
Exterior Sub Surface Constructions

- Fixed Windows:** Exterior Window
- Operable Windows:** ASHRAE 189.1-2009 ExtWindow
- Doors:** Exterior Door

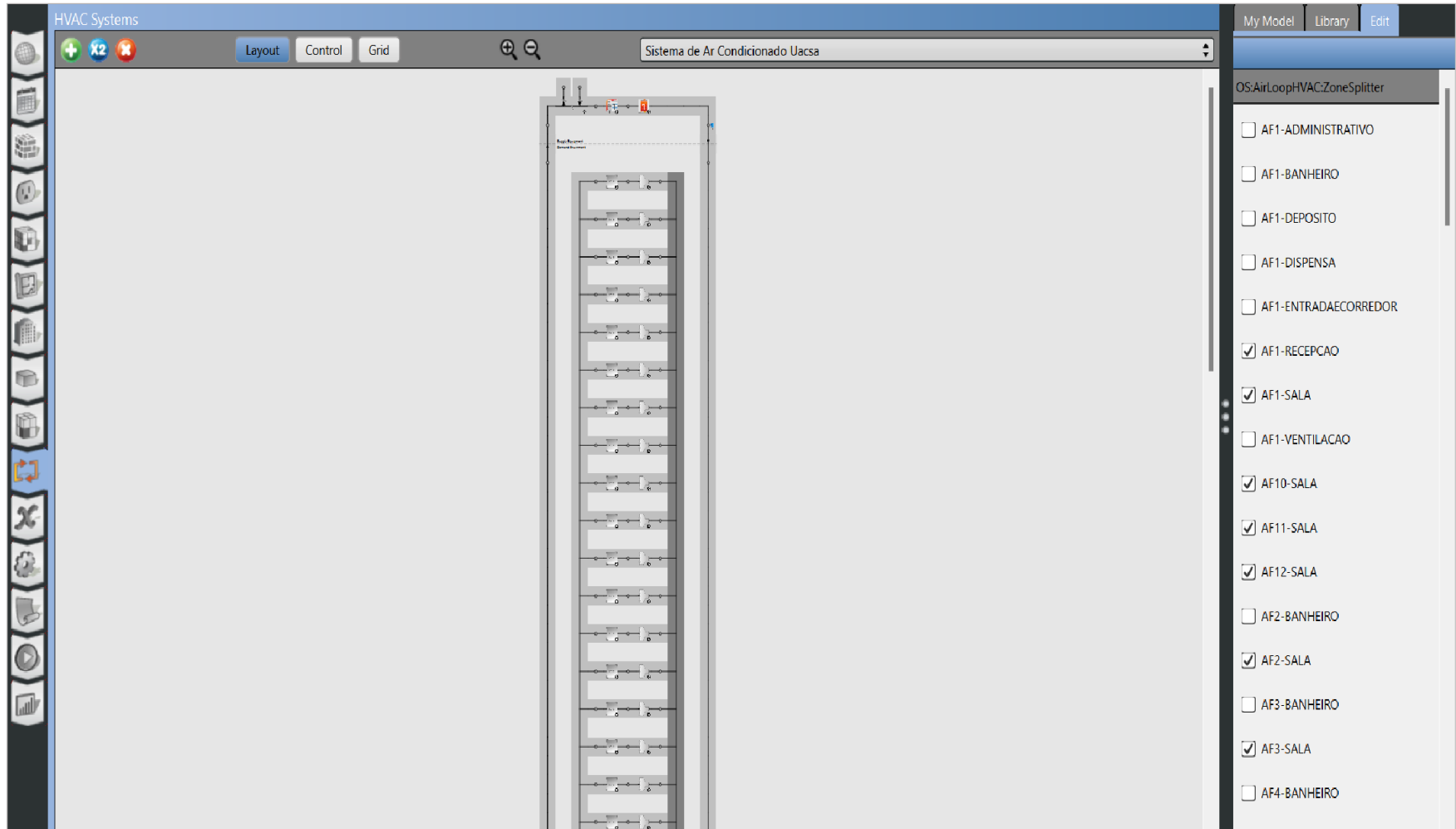
Other Categories: Glass Doors, Overhead Doors, Skylights

A 'Drag From Library' button is located at the bottom left of the interface.

APÊNDICE 24: DADOS APLICADOS NA SIMULAÇÃO DO OPENSTUDIO PARA O EDIFÍCIO NAS DUAS CONDIÇÕES: CONSTRUCTION SETS-MATERIALS (PARTE 30)



APÊNDICE 25: MODELO DE SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO PARA A SIMULAÇÃO DO EDIFÍCIO NO OPENSTUDIO (PARTE 1): CONDIÇÃO ATUAL

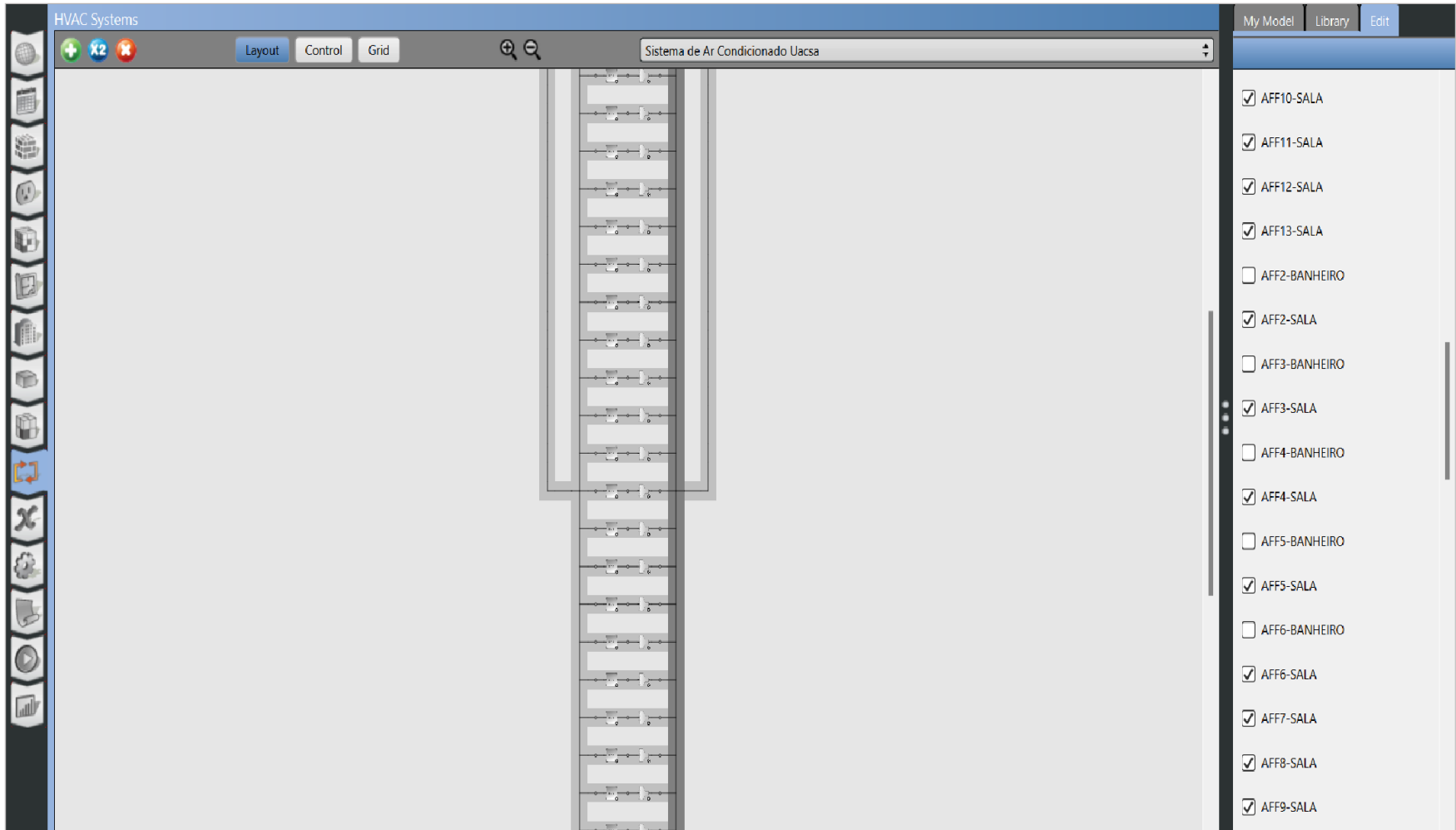


The screenshot displays the HVAC Systems interface in OpenStudio. The main window shows a vertical duct system with multiple zones. The title bar indicates "Sistema de Ar Condicionado Uacsa". The interface includes a toolbar on the left with various icons, a top menu bar with "Layout", "Control", and "Grid" options, and a right-hand panel for zone selection.

The right-hand panel, titled "OS:AirLoopHVACZoneSplitter", lists the following zones with their selection status:

- AF1-ADMINISTRATIVO
- AF1-BANHEIRO
- AF1-DEPOSITO
- AF1-DISPENSA
- AF1-ENTRADAECORREDOR
- AF1-RECEPCAO
- AF1-SALA
- AF1-VENTILACAO
- AF10-SALA
- AF11-SALA
- AF12-SALA
- AF2-BANHEIRO
- AF2-SALA
- AF3-BANHEIRO
- AF3-SALA
- AF4-BANHEIRO

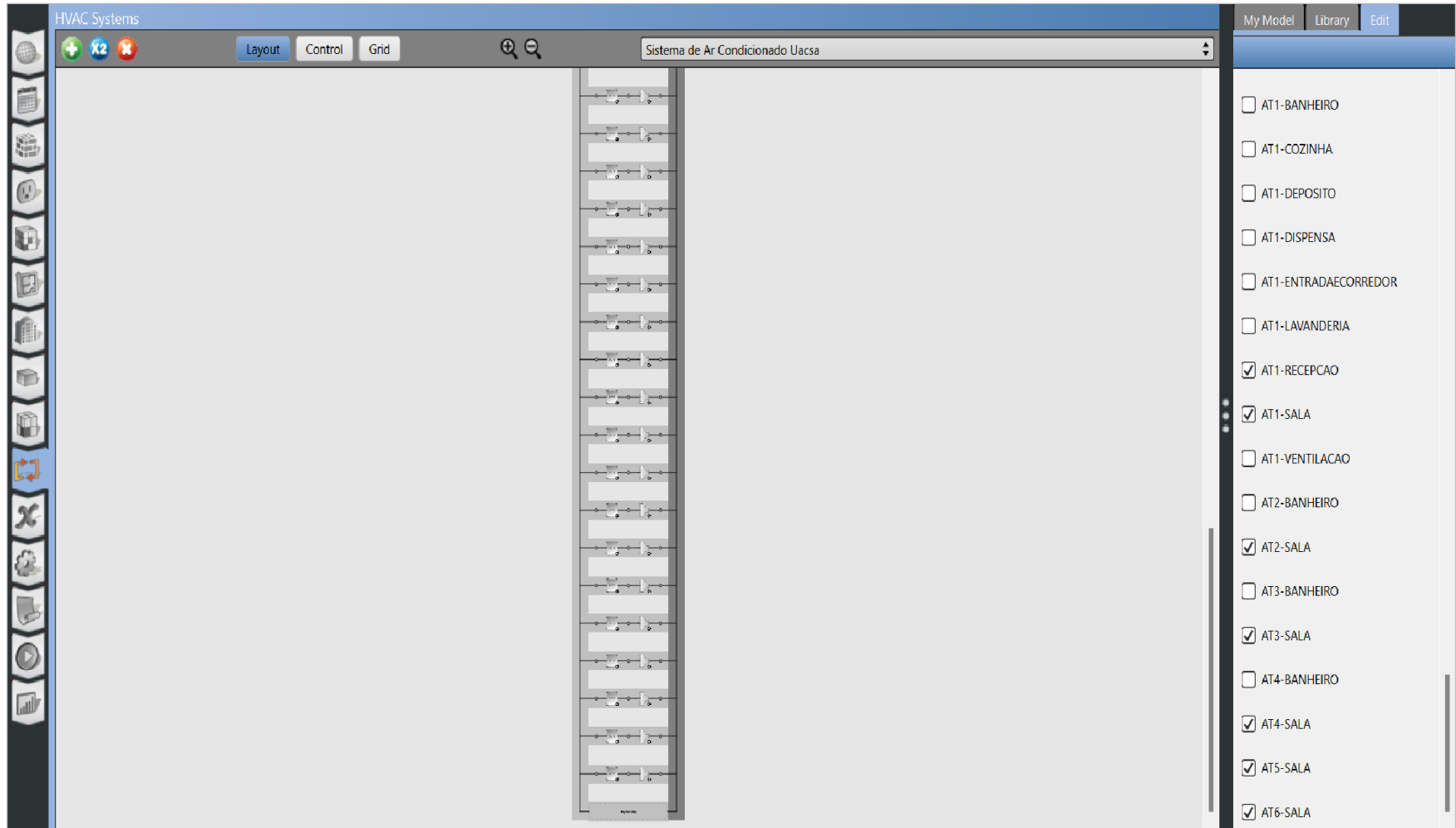
APÊNDICE 25: MODELO DE SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO PARA A SIMULAÇÃO DO EDIFÍCIO NO OPENSTUDIO (PARTE 2): CONDIÇÃO ATUAL



The screenshot displays the HVAC Systems interface in OpenStudio. The main window shows a schematic of a vertical ductwork system with multiple horizontal branches. The interface includes a top menu bar with 'Layout', 'Control', and 'Grid' options, and a search bar containing 'Sistema de Ar Condicionado Uacsa'. On the left, a vertical toolbar contains various icons for system manipulation. On the right, a panel titled 'My Model' contains a list of air flow units (AFF) with checkboxes indicating their status.

Unit Name	Status
AFF10-SALA	Checked
AFF11-SALA	Checked
AFF12-SALA	Checked
AFF13-SALA	Checked
AFF2-BANHEIRO	Unchecked
AFF2-SALA	Checked
AFF3-BANHEIRO	Unchecked
AFF3-SALA	Checked
AFF4-BANHEIRO	Unchecked
AFF4-SALA	Checked
AFF5-BANHEIRO	Unchecked
AFF5-SALA	Checked
AFF6-BANHEIRO	Unchecked
AFF6-SALA	Checked
AFF7-SALA	Checked
AFF8-SALA	Checked
AFF9-SALA	Checked

APÊNDICE 25: MODELO DE SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO PARA A SIMULAÇÃO DO EDIFÍCIO NO OPENSTUDIO (PARTE 3): CONDIÇÃO ATUAL



The screenshot displays the HVAC Systems interface in OpenStudio. The main window is titled "Sistema de Ar Condicionado Uacsa". The interface includes a toolbar with various icons for navigation and editing, and a central workspace showing a vertical list of air conditioning units. On the right side, there is a list of units with checkboxes indicating their status.

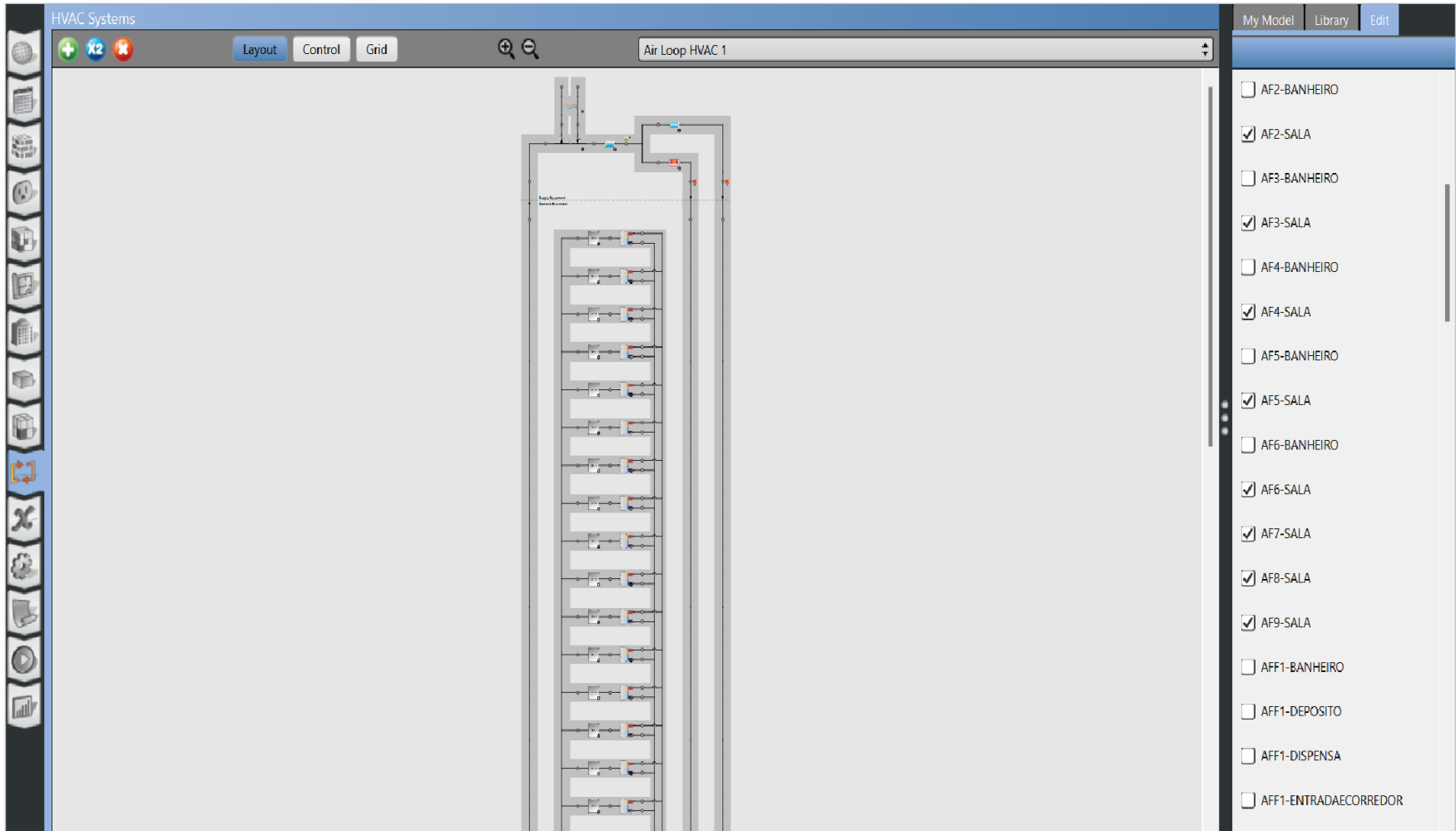
Units listed in the interface:

- AT1-BANHEIRO
- AT1-COZINHA
- AT1-DEPOSITO
- AT1-DISPENSA
- AT1-ENTRADAECORREDOR
- AT1-LAVANDERIA
- AT1-RECEPCAO
- AT1-SALA
- AT1-VENTILACAO
- AT2-BANHEIRO
- AT2-SALA
- AT3-BANHEIRO
- AT3-SALA
- AT4-BANHEIRO
- AT4-SALA
- AT5-SALA
- AT6-SALA

Units with checked checkboxes (Active):

- AT1-RECEPCAO
- AT1-SALA
- AT2-SALA
- AT3-SALA
- AT4-SALA
- AT5-SALA
- AT6-SALA

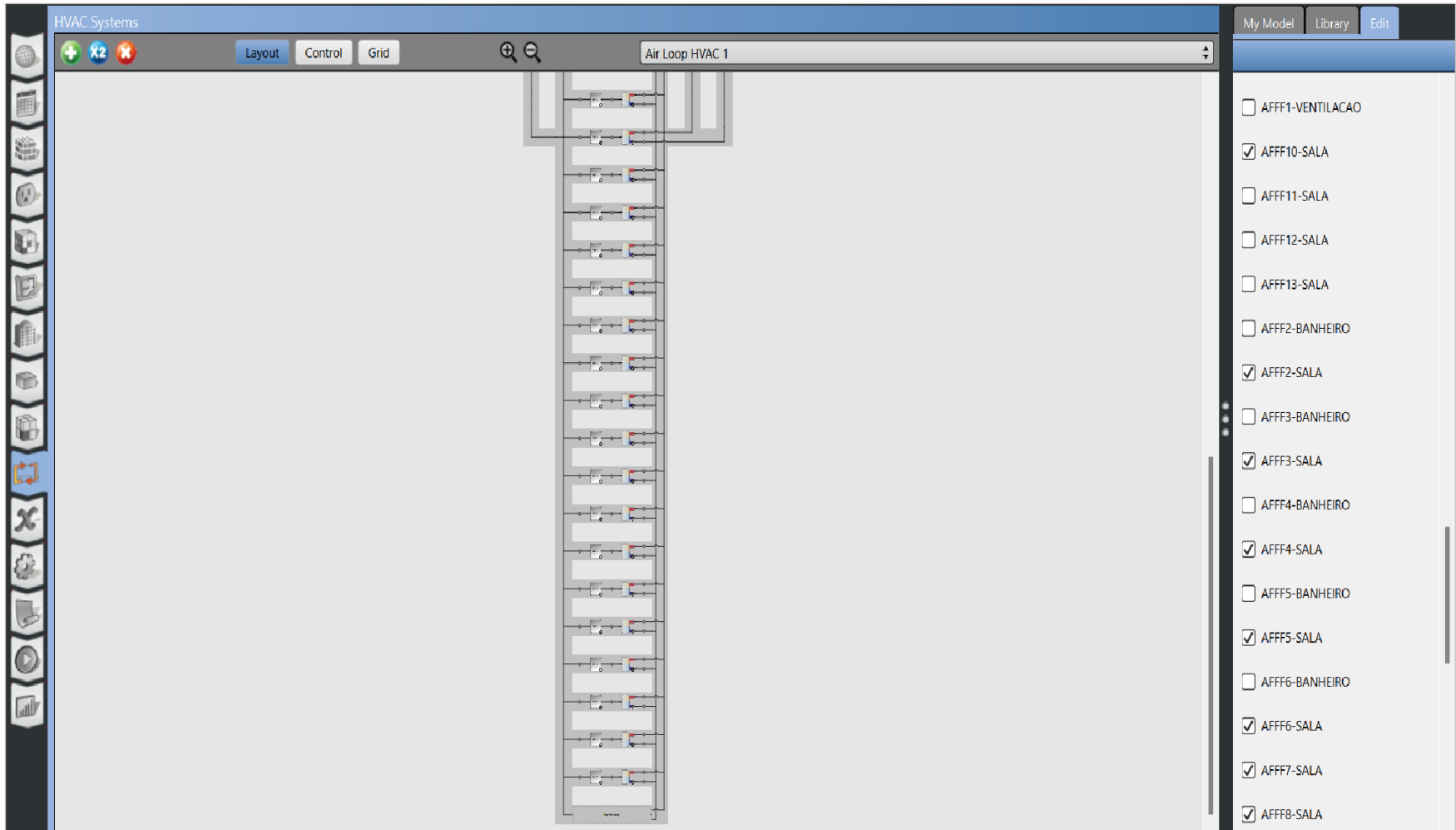
APÊNDICE 26: MODELO DE CIRCULAÇÃO DE AR PARA A SIMULAÇÃO NO OPENSTUDIO DA CONDIÇÃO ATUAL E PÓS RETROFIT: AIR LOOPS (PARTE 1)



The screenshot displays the HVAC Systems interface in OpenStudio. The main workspace shows a schematic of an air loop for 'Air Loop HVAC 1'. The schematic is a vertical stack of components, including a supply air terminal at the top, followed by a series of room air flow (AF) and air flow (AFF) objects, and a return air terminal at the bottom. The components are connected by ductwork and piping. The right sidebar contains a list of room air flow (AF) and air flow (AFF) objects, with checkboxes indicating their selection status for the current air loop.

Object Name	Selected
AF2-BANHEIRO	<input type="checkbox"/>
AF2-SALA	<input checked="" type="checkbox"/>
AF3-BANHEIRO	<input type="checkbox"/>
AF3-SALA	<input checked="" type="checkbox"/>
AF4-BANHEIRO	<input type="checkbox"/>
AF4-SALA	<input checked="" type="checkbox"/>
AF5-BANHEIRO	<input type="checkbox"/>
AF5-SALA	<input checked="" type="checkbox"/>
AF6-BANHEIRO	<input type="checkbox"/>
AF6-SALA	<input checked="" type="checkbox"/>
AF7-SALA	<input checked="" type="checkbox"/>
AF8-SALA	<input checked="" type="checkbox"/>
AF9-SALA	<input checked="" type="checkbox"/>
AFF1-BANHEIRO	<input type="checkbox"/>
AFF1-DEPOSITO	<input type="checkbox"/>
AFF1-DISPENSA	<input type="checkbox"/>
AFF1-ENTRADAACORREDOR	<input type="checkbox"/>

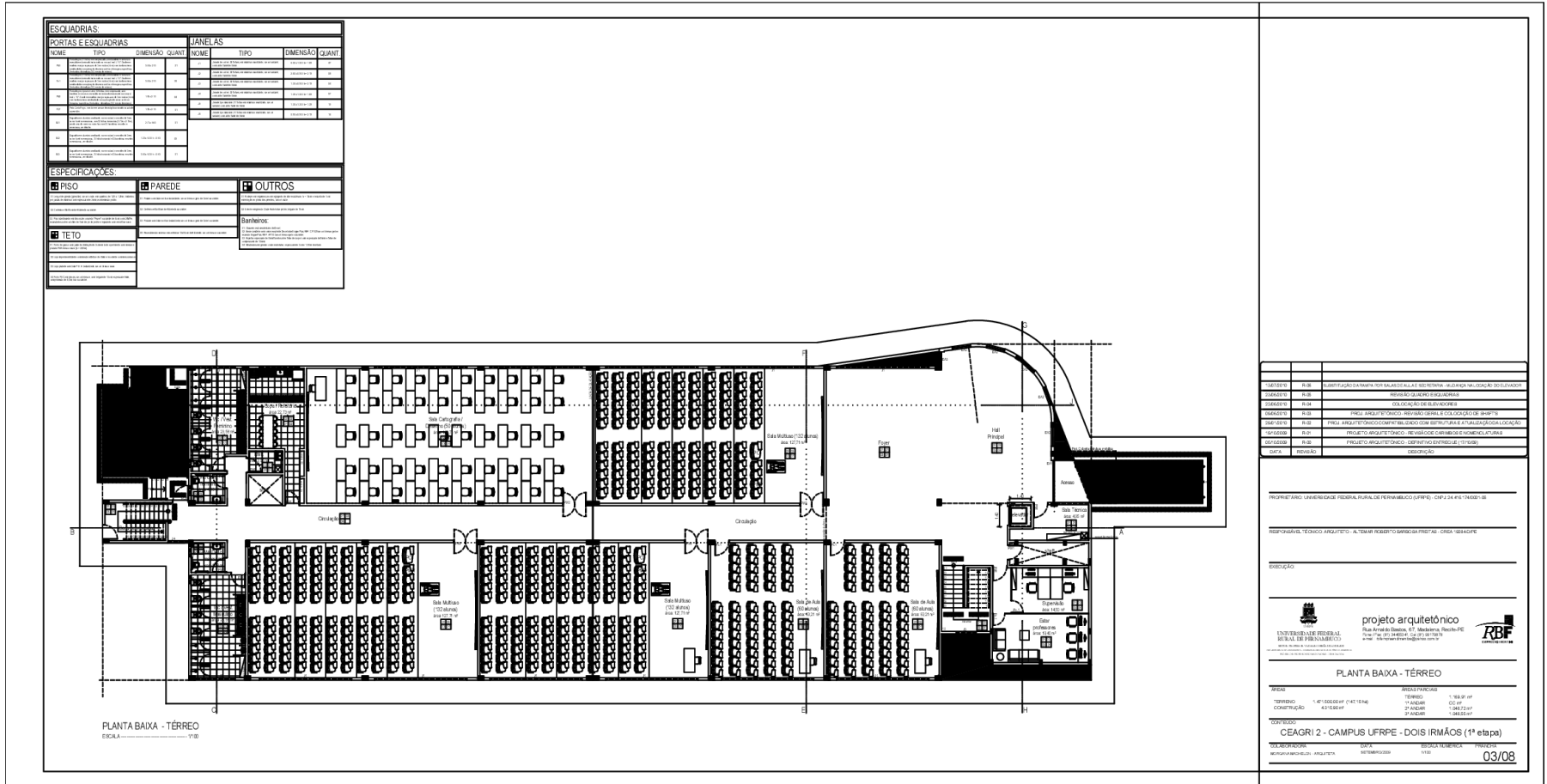
APÊNDICE 26: MODELO DE CIRCULAÇÃO DE AR PARA A SIMULAÇÃO NO OPENSTUDIO DA CONDIÇÃO ATUAL E PÓS RETROFIT: AIR LOOPS (PARTE 2)



The screenshot displays the HVAC Systems interface in OpenStudio. The main window shows a vertical air loop diagram with a central duct and multiple branches. The interface includes a top menu bar with 'HVAC Systems', 'Layout', 'Control', and 'Grid' tabs, and a search bar labeled 'Air Loop HVAC 1'. A vertical toolbar on the left contains various icons for system components. On the right side, a panel titled 'My Model' lists the air loops with checkboxes for selection.

Air Loop Name	Selected
AFFF1-VENTILACAO	<input type="checkbox"/>
AFFF10-SALA	<input checked="" type="checkbox"/>
AFFF11-SALA	<input type="checkbox"/>
AFFF12-SALA	<input type="checkbox"/>
AFFF13-SALA	<input type="checkbox"/>
AFFF2-BANHEIRO	<input type="checkbox"/>
AFFF2-SALA	<input checked="" type="checkbox"/>
AFFF3-BANHEIRO	<input type="checkbox"/>
AFFF3-SALA	<input checked="" type="checkbox"/>
AFFF4-BANHEIRO	<input type="checkbox"/>
AFFF4-SALA	<input checked="" type="checkbox"/>
AFFF5-BANHEIRO	<input type="checkbox"/>
AFFF5-SALA	<input checked="" type="checkbox"/>
AFFF6-BANHEIRO	<input type="checkbox"/>
AFFF6-SALA	<input checked="" type="checkbox"/>
AFFF7-SALA	<input checked="" type="checkbox"/>
AFFF8-SALA	<input checked="" type="checkbox"/>

ANEXO 4: PLANTA BAIXA DO TÉRREO



PROJETO	ARQUITETURA
PROJETO	PROJETO
PROJETO	PROJETO
PROJETO	PROJETO
PROJETO	PROJETO
PROJETO	PROJETO
PROJETO	PROJETO
PROJETO	PROJETO
PROJETO	PROJETO
PROJETO	PROJETO

PROJETO ARQUITETÔNICO

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DO RIO DE JANEIRO

REPRESENTANTE TÉCNICO ARQUITETO: ALVARO MAGALHAES FERREIRA - CREA 18834/0

OBJETO: PROJETO ARQUITETÔNICO DO TERREO DO CAMPUS UFRPE

PROJETO ARQUITETÔNICO

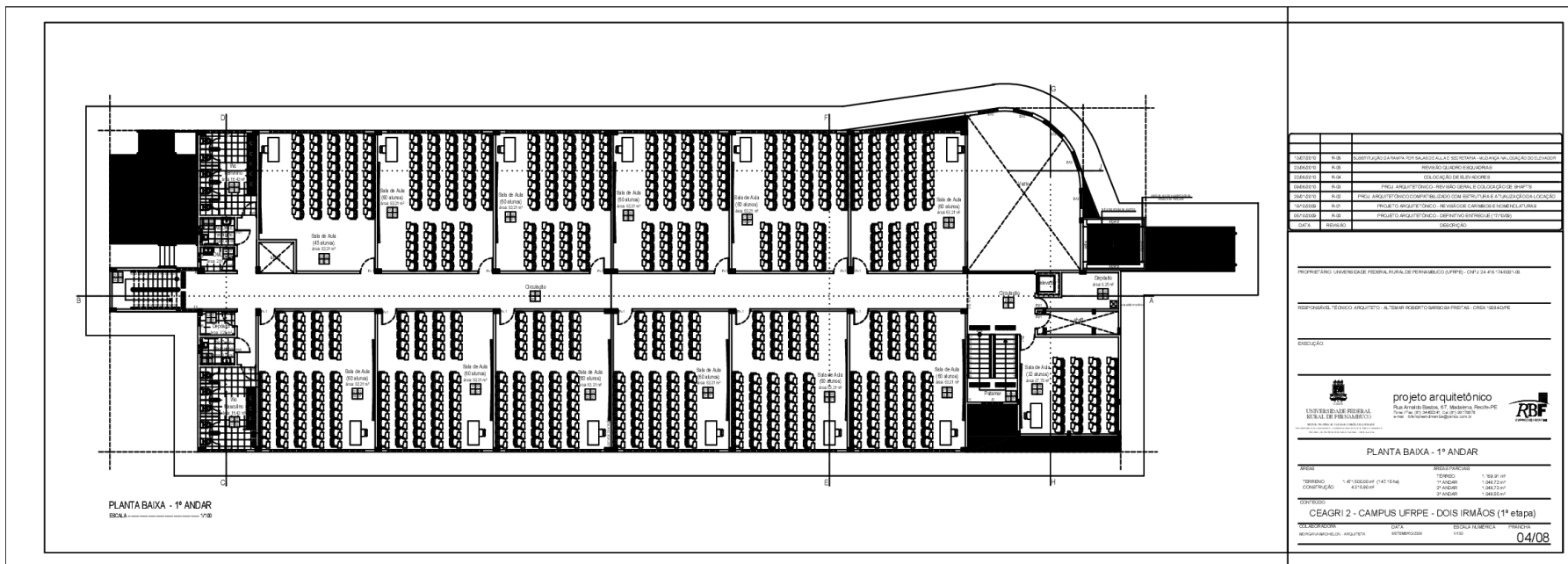
PLANTA BAIXA - TÉRREO

ÁREA	1.162,00 m²
TÉRREO	1.162,00 m²
SUBTERRÂNEO	0,00 m²
TOTAL	1.162,00 m²

CEAGRI 2 - CAMPUS UFRPE - DOIS IRMÃOS (1ª etapa)

03/08

ANEXO 5: PLANTA BAIXA DO 1º ANDAR



PROJETO	PLA	SUBSTITUIÇÃO DA PLANTA DO LABORATÓRIO DE REFINAÇÃO DE ÓLEO COMERCIAL DO COLÉGIO
PROJETO	PLA	REVISÃO QUANTO ESQUEMATISMOS
PROJETO	PLA	REVISÃO QUANTO A REVISÃO DE REVISÃO
PROJETO	PLA	PROJETO ARQUITETÔNICO: REVISÃO QUANTO A REVISÃO DE REVISÃO
PROJETO	PLA	PROJETO ARQUITETÔNICO: REVISÃO QUANTO A REVISÃO DE REVISÃO
PROJETO	PLA	PROJETO ARQUITETÔNICO: REVISÃO QUANTO A REVISÃO DE REVISÃO
PROJETO	PLA	PROJETO ARQUITETÔNICO: REVISÃO QUANTO A REVISÃO DE REVISÃO
DATA	REVISÃO	REVISÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (UFRGS) - CAMPUS UFRPE

RESPONSÁVEL TÉCNICO ARQUITETO: ALTON M. ROSSO DE MENEZES PEREIRA - CREA 10416/RS

REVISÃO


projeto arquitetônico
 UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
 Rua Américo Bentes, 47 - São Bento, Porto Alegre
 91201-900 - Fone: (51) 3308-1000
 www.projetoarquitetonico.com.br

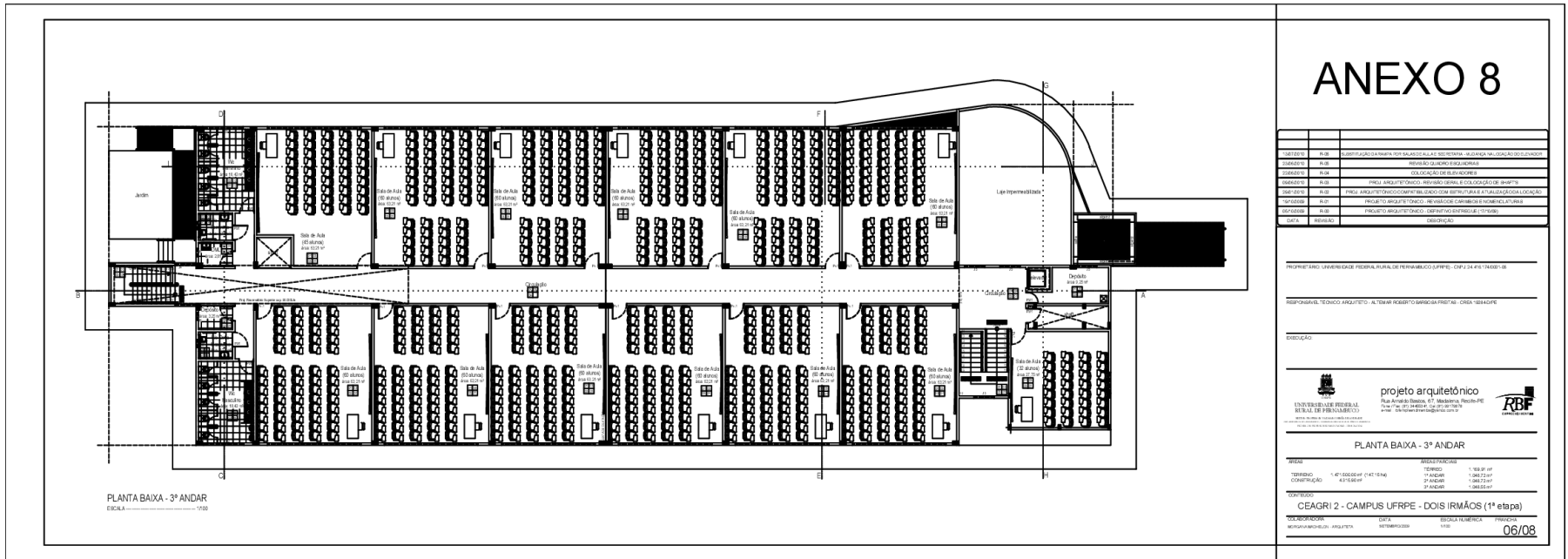
PLANTA BAIXA - 1º ANDAR

ÁREA	ÁREA ÚTIL	ÁREA TOTAL
TERRAÇO	1.471,00 m² (14.710,00 ft²)	1.471,00 m² (14.710,00 ft²)
CONSTRUÇÃO	437,00 m² (4.643,00 ft²)	1.908,00 m² (20.353,00 ft²)

CEAGRI 2 - CAMPUS UFRPE - DOIS IRMÃOS (1ª etapa)

PROJETO ARQUITETÔNICO: 04/08

ANEXO 7: PLANTA BAIXA DO 3º ANDAR



ANEXO 8

PROJETO	RUBRICA	DESCRIÇÃO
PROJETO	RUBRICA	DESCRIÇÃO
PROJETO	RUBRICA	DESCRIÇÃO
PROJETO	RUBRICA	DESCRIÇÃO
PROJETO	RUBRICA	DESCRIÇÃO
PROJETO	RUBRICA	DESCRIÇÃO
PROJETO	RUBRICA	DESCRIÇÃO
PROJETO	RUBRICA	DESCRIÇÃO
PROJETO	RUBRICA	DESCRIÇÃO
PROJETO	RUBRICA	DESCRIÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (UFRGS) - CAMPUS CARVALHO LOPES - BR 295, 91247-900 PORTO ALEGRE, RS

PROFESSOR: TÉCNICO ARQUITETO - ALTON M. ROBERTO DE SAUSSELES PIRES - CREA 10844/RS

DESCRIÇÃO

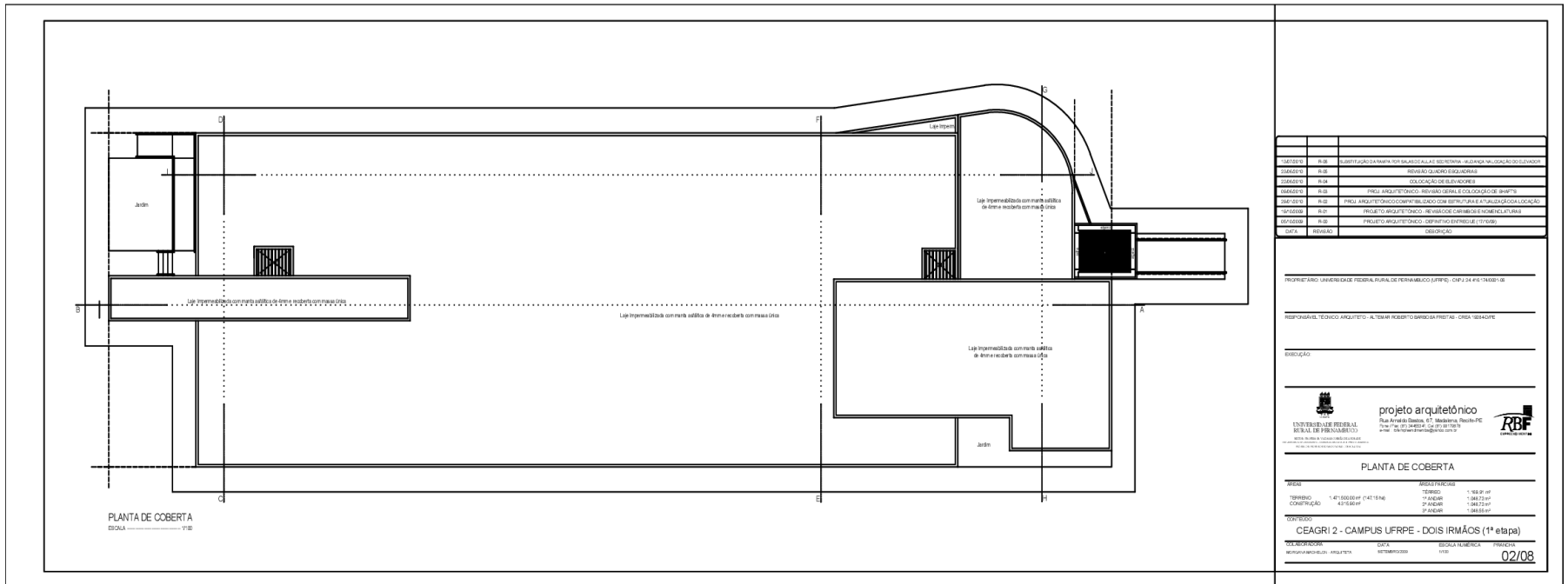
projeto arquitetônico
 UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (UFRGS)
 Rua Avenida Itália, 717 - São Camilo, Porto Alegre - RS
 91247-900 - Fone: 51 3085-1000 - Fax: 51 3085-1001
 www.ufrgs.br/portal/informacao

PLANTA BAIXA - 3º ANDAR			
ÁREA	ÁREA ÚTIL	ÁREA TOTAL	ÁREA VOLUMÉTRICA
TERRENO	1.471.000,00 m² (1.471.000,00 m²)	1.500,00 m²	1.500,00 m³
CONSTRUÇÃO	437.000,00 m²	2º ANDAR	1.000,00 m³
CONSTRUÇÃO		3º ANDAR	1.000,00 m³
CONCLUZIDO			
CEAGRI 2 - CAMPUS UFRPE - DOIS IRMÃOS (1ª etapa)			
PROJETO ARQUITETÔNICO	DATA	LOCALIZAÇÃO	FUNÇÃO
MICHELLE BORGES - ARQUITETA	07/06/2008	UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL	PROFESSOR

06/08

PLANTA BAIXA - 3º ANDAR
 ESCALA 1:100

ANEXO 8: PLANTA BAIXA DA COBERTA



DISCIPLINA	PROFESSOR	CONTÉUDO
ARQUITETURA	RUBEN	ESTRUTURA PARA FORÇAS ALIAS E DE TENSÃO - QUADRO DE LOCALIZAÇÃO DE COLUNAS
ARQUITETURA	RUBEN	PROJETO QUADRO DE LOCALIZAÇÃO DE COLUNAS
ARQUITETURA	RUBEN	LOCALIZAÇÃO DE ELEVADORES
ARQUITETURA	RUBEN	PROJ. ARQUITETÔNICO - REVISÃO GERAL E COLOCAÇÃO DE SHIFTS
ARQUITETURA	RUBEN	PROJ. ARQUITETÔNICO COMPLETO COM ESTRUTURA E LOCALIZAÇÃO DE COLUNAS
ARQUITETURA	RUBEN	PROJETO ARQUITETÔNICO - REVISÃO GERAL E LOCALIZAÇÃO DE COLUNAS
ARQUITETURA	RUBEN	PROJETO ARQUITETÔNICO - DEFINIÇÃO DE REDE DE DRENAÇÃO
DATA	REVISÃO	DESCRIÇÃO

PROFESSOR(A) - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (UFRGS) - COP 234 F63 14000-00

RESPONSÁVEL TÉCNICO ARQUITETO - ALTAIR MARIANO BARBOSA FREITAS - CREA 18844/RS

REDAÇÃO



PLANTA DE COBERTA

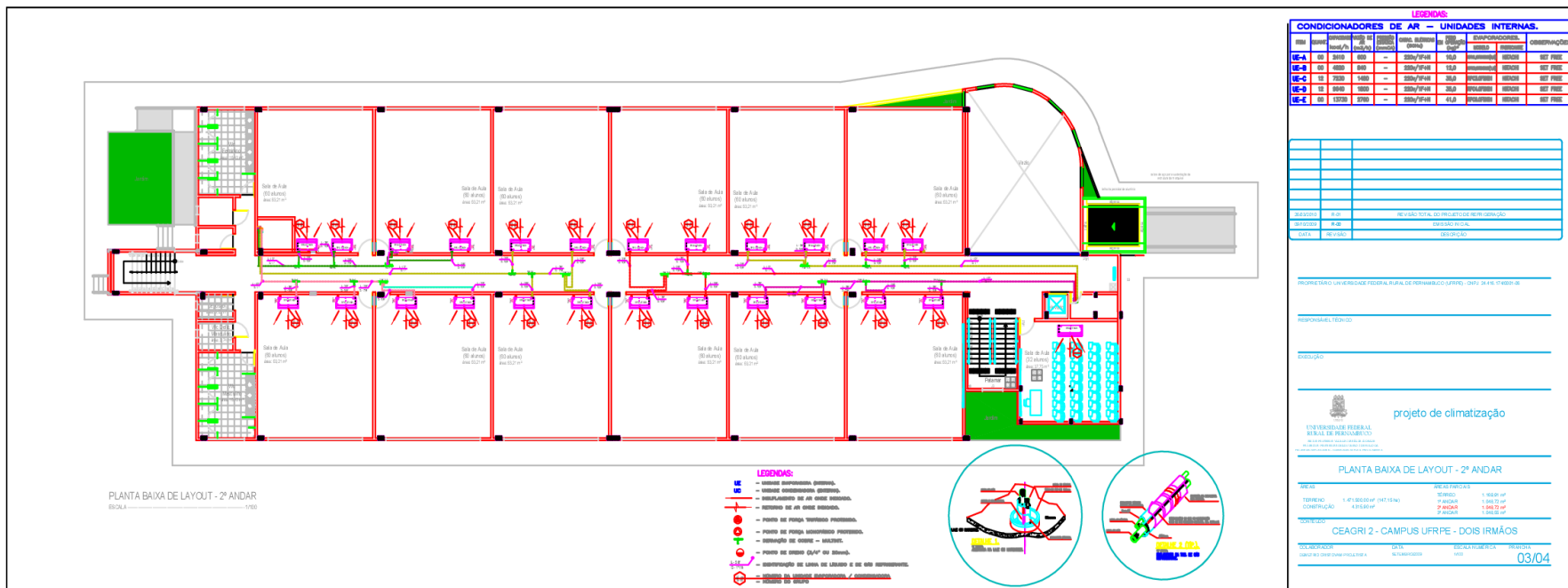
ÁREA	ÁREA ÚTIL
TÉRREÇO	1.362,37 m ²
TERREÇO	11.468,22 m ²
CORREDOR	1.982,74 m ²
TERREÇO	1.982,74 m ²

CEAGRI 2 - CAMPUS UFRPE - DOIS IRMÃOS (1ª etapa)

PROJETADE	DATA	ESCALA	FOLHA Nº	TOTAL Nº
MICHELLE BARBOSA	02/08/2008	1:100	02	08

02/08

ANEXO 11: PLANTA BAIXA DE LAYOUT – 2º ANDAR



LEGENDAS										
CONDICIONADORES DE AR – UNIDADES INTERNAS.										
TIPO	QUANT.	ÁREA (m²)	VOLUME (m³)	ÁREA (m²)	ÁREA (m²)	ÁREA (m²)	ÁREA (m²)	ÁREA (m²)	ÁREA (m²)	ÁREA (m²)
UE-A	06	3410	600	—	3300/1740	360	360	360	360	360
UE-B	12	4350	800	—	3300/1740	360	360	360	360	360
UE-C	12	3300	600	—	3300/1740	360	360	360	360	360
UE-D	12	3900	700	—	3300/1740	360	360	360	360	360
UE-E	06	1200	200	—	3300/1740	360	360	360	360	360

PROJETO	AR	REVISÃO TOTAL DO PROJETO DE REVISÃO
PROJETO	AR	REVISÃO PROJEÇÃO
DATA	REVISÃO	DATA

PROJETO DE ARQUITETURA FEDERAL, RUA DE SERRA BRANCA, 300 - CEP: 24.151-000 - RJ

RESPONSÁVEL TÉCNICO

DIREÇÃO

projeto de climatização

ESTABELECEMENTO FEDERAL
BRASÍLIA DE PARANÁ/RS

PLANTA BAIXA DE LAYOUT - 2º ANDAR

ÁREA ÚTIL	1.471,00 m²	ÁREA CONSTRUIDA	1.102,00 m²
TÉRREÇO	1.471,00 m²	ÁREA ÚTIL	1.471,00 m²
CONSTRUÇÃO	1.471,00 m²	ÁREA ÚTIL	1.471,00 m²

CEAGRI 2 - CAMPUS UFRPE - DOIS IRMÃOS

PROJETO	DATA	REVISÃO	DATA
PROJETO	14/03/2014	REVISÃO	03/04

ANEXO 12: PLANTA BAIXA DE LAYOUT – 3º ANDAR

