

BRUNO MARIANO LEITE

**ANÁLISE DO RETROFIT SOB A ÓTICA DA ILUMINAÇÃO ENERGÉTICA EM UM
EDIFÍCIO UNIVERSITÁRIO EM SÃO PAULO**

São Paulo

2023

BRUNO MARIANO LEITE

**ANÁLISE DO RETROFIT SOB A ÓTICA DA ILUMINAÇÃO ENERGÉTICA EM UM
EDIFÍCIO UNIVERSITÁRIO EM SÃO PAULO**

Monografia apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo,
para obtenção do título de Especialista em
Gestão de Projetos na Construção

Orientador:

Prof. Dr. Marcelo de Andrade Romero

São Paulo

2023

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo-na-publicação

Leite, Bruno Mariano

ANÁLISE DO RETROFIT SOB A ÓTICA DA ILUMINAÇÃO ENERGÉTICA EM
UM EDIFÍCIO UNIVERSITÁRIO EM SÃO PAULO / B. M. Leite -- São Paulo, 2023.
62 p.

Monografia (Especialização em Gestão de Projetos na Construção) - Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de
Construção Civil.

1.Energia 2.Retrofit 3.Construção civil 4.Economia I.Universidade de São
Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Construção Civil II.t.

AGRADECIMENTOS

Meus agradecimentos sinceros aos professores desta universidade que com tanto carinho transmitiram seus conhecimentos para que pudéssemos compor cada uma das fases deste trabalho. Agradeço a Deus, a meus familiares, amigos de curso, por todo apoio, força, e condição para que pudesse desenvolver toda visão crítica, e conceituada deste trabalho.

Agradeço as minhas caras colegas de trabalho e que também fazem parte deste curso, Ana e Marcela, pelo apoio, e ajuda para que pudesse chegar até aqui.

Agradeço a minha mulher Nadine, que me apoiou em todo tempo com estímulo e força para que pudesse desenvolver meus estudos.

Agradeço também aos professores que compõe a banca.

Ao meu orientador por toda paciência e entendimento do tema bem como sua ajuda em todas as discussões relacionadas ao trabalho.

RESUMO

Esse trabalho aborda questões e iniciativas relacionadas ao uso de energia consciente. De acordo com um estudo realizado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), a demanda por energia cresce todos os anos e a projeção de crescimento no Brasil crescer é de cerca de 3,6% ao ano até 2029, dados que compõe o Plano Decenal de Energia 2029. Desta forma, em todos os setores, é necessário que se implementem ações e um planejamento estratégico para que o uso seja consciente e racional, a fim de evitar o desperdício. A metodologia utilizada foi o estudo de caso de um edifício localizado em um campus universitário na cidade de São Paulo. Os dados obtidos através das análises do custo energético desenvolvidas nortearam o retrofit das salas de aula através de uma análise do projeto em operação. Nas universidades, o uso desta energia impacta, por exemplo, desde o conforto durante as aulas até o custo das mensalidades que os alunos arcam para manter o funcionamento das edificações e equipamentos necessários ao aprendizado. Os resultados obtidos demonstraram bom mercado ao retrofit otimizando o uso dessa energia, com diminuição do custo financeiro de operacional ao empresário e a longo prazo para os usuários finais.

Palavras chaves: Energia. Retrofit. Construção civil. Economia.

ABSTRACT

This work addresses issues and initiatives related to conscious energy use. According to a study carried out by the Energy Research Company (EPE), the demand for energy grows every year and the growth projection in Brazil is around 3.6% per year until 2029, data that makes up the Ten-Year Plan of Energy 2029. Therefore, in all sectors, it is necessary to implement actions and strategic planning so that use is conscious and rational, in order to avoid waste. The methodology used was the case study of a building located on a university campus in the city of São Paulo. The data obtained through the energy cost analyzes developed guided the retrofit of the classrooms through an analysis of the project in operation. At universities, the use of this energy impacts, for example, everything from comfort during classes to the cost of monthly fees that students bear to maintain the functioning of the buildings and equipment necessary for learning. The results obtained demonstrated a good market for retrofit, optimizing the use of this energy, with a reduction in the financial operational cost for the entrepreneur and in the long term for end users.

Key words: Energy. Retrofit. Construction. Economy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Fluxograma de Estruturação da pesquisa.....	14
Figura 2- Portifólio de produtos BEN.....	15
Figura 3- Matriz Energética do Brasil em 2023.	16
Figura 4 - Energias Renováveis e sua repartição na Oferta Interna de Energia (OIE) 2022	17
Figura 5- Energias Não-Renováveis e sua repartição na Oferta Interna de Energia (OIE) 2022.....	18
Figura 6 – Selo Procel em equipamento eletrônico (Nando Costa/Blog do Frio)	21
Figura 7 – Selo Procel (Reprodução/WebContinental).....	22
Figura 8 - Pinacoteca do Estado de São Paulo (Nelson Kon/CASACOR)	24
Figura 9 - Fachada do Edifício Renata Sampaio Ferreira, no centro de São Paulo, construído na década de 50 e que, após reformado, recebeu Habite-se da Prefeitura de São Paulo (Folha,2023).....	33
Figura 10- Stakeholders	35
Figura 11 – Prédio 45 - (Nelson Kon)	38
Figura 12 – T8 18W - Philips	43
Figura 13 – Placa de medição JE05 e quadro de iluminação	45
Figura 14 – Esquema de funcionamento da rede de supervisão	46
Figura 15 – Tela gráfica do supervisorio	47
Figura 16 – Medição de Tensão VAB/VBC/VCA	48
Figura 17 – Medição de Tensão – Gráfico consolidado	49
Figura 18 – Medição das correntes A/B/C.....	49
Figura 19 – Medição de Corrente – Gráfico consolidado	50
Figura 20 – Medição de potência ativa A/B/C	50
Figura 21 – Medição das potencias A/B/C - Consolidado	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Grau de Intervenção.....	30
Tabela 2 – Etapas do Projeto.....	31
Tabela 3 – Métodos e procedimentos do projeto.....	31
Tabela 4 – Luminárias e lâmpadas por sala/andar.....	39
Tabela 5 – Período de utilização das salas.....	42
Tabela 6 – Instalações Físicas e Procedimento Operacional da Unidade.....	42
Tabela 7 – Quantidade das luminárias e proposta de para o retrofit.....	43
Tabela 8 – Instalações Físicas e Operacionais com LED.....	44
Tabela 9 – Consumo Fluorescente x LED.....	51
Tabela 10 – Custo Consumo.....	52
Tabela 11 – Comparativo Fluorescente x LED.....	52
Tabela 12 – Custo de Material + MO.....	53
Tabela 13 – Consumo LED mensal e anual.....	53

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BEN	Balanço Energético Nacional
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
OIE	Oferta Interna de Energia
ONU	Organização das Nações Unidas
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
PAR	Plano Anual de Aplicação de Recursos
CGEE	Comitê Gestor de Eficiência Energética
CNPE	Conselho Nacional de Política Energética

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1 JUSTIFICATIVA	11
1.2 OBJETIVOS	12
1.3 MÉTODO DE PESQUISA	12
1.4 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO	13
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1 O CENÁRIO ENERGÉTICO NO BRASIL	15
2.2 ENERGIA RENOVÁVEL E NÃO RENOVÁVEL	17
2.3 PONTOS IMPORTANTES DA OFERTA INTERNA DE ENERGIA (OIE).....	18
2.4 CONSUMO FINAL DE ELETRICIDADE	19
2.5 PROCEL – O QUE É, E QUAL SUA IMPORTÂNCIA.	19
2.6 COMO SURTIU O SELO PROCEL E SUAS CLASSIFICAÇÕES	21
2.7 O RETROFIT	23
2.7.1 O QUE É O RETROFIT	23
2.7.2 A METODOLOGIA DO RETROFIT	26
2.7.3 ETAPAS E COORDENAÇÃO DE PROJETOS EM RETROFIT	29
2.7.4 ESPAÇO PARA O RETROFIT EM SÃO PAULO	32
3. ESTUDO DE CASO.....	35
3.1 IDENTIFICAÇÃO DOS AGENTES ENVOLVIDOS	35
3.2 A PROPOSTA DE RETROFIT – ILUMINAÇÃO E LOCAL DE APLICAÇÃO.....	37
3.3 PERFIL DE UTILIZAÇÃO NO CONSUMO DE ENERGIA E O SISTEMA DE ILUMINAÇÃO ATUAL	39
3.4 OPORTUNIDADES DE ECONOMIA.....	42
3.5 TIPOLOGIAS E QUANTIDADES DO DIAGNÓSTICO	43
3.6 ENERGIA ECONOMIZADA	44

3.7	CERTIFICAÇÃO DA ILUMINAÇÃO	44
3.8	ESTRATÉGIAS DE MEDIÇÃO E VERIFICAÇÃO ADOTADA.....	45
3.8.1	ILUMINAÇÃO.....	45
3.8.2	SUPERVISÓRIO – SOFTWARE SCADABR	46
3.8.3	DADOS GERAIS COLETADOS E MEDIDOR	47
3.9	COMPARATIVO FLUORESCENTE X LED	51
3.10	QUADRO FINAL COMPARATIVO.....	52
3.11	CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO E PAYBACK	53
4.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
	REFERÊNCIAS.....	55
	APÊNDICE.....	60
	RELATÓRIO FOTOGRÁFICO DOS AMBIENTES RETROFITADOS	60

1. INTRODUÇÃO

1.1 JUSTIFICATIVA

A temática deste trabalho situa-se no âmbito da qualidade do ambiente sala de aula, focando a integração entre o uso do espaço e a possibilidade de aplicação de uma ferramenta sustentável dentro da construção civil, com princípios envolvidos na produção e gestão de projetos de edifícios existentes.

Com a incerteza causada no cenário global econômico, principalmente após a pandemia da Covid-19 nos últimos anos, a elaboração de estudos que impactem diretamente na economia de energia, se faz necessária. Assim, busca-se a redução no custo do consumo da energia elétrica e alternativas para o uso de energia não renováveis em edificações.

Desta forma, diminuir o uso e otimizar o consumo energético, promove ao usuário final e ao empreendedor melhores condições financeiras na implantação e operação da edificação. Além de contribuir com o meio ambiente no uso racional e consciente. Vale ressaltar que o usuário final não se restringe somente aos alunos e professores, mas todos que usufruírem do espaço físico.

Podendo ser aplicados em vários contextos, as intervenções de adaptação e modernização de um edifício (o retrofit) é algo desafiador pois é necessária a mobilização de conhecimentos interdisciplinares, experiência de profissionais escassos e uma metodologia de intervenção, em alguns casos, com consulta em legislações específicas. Marques de Jesus e Barros (2007), pontua que, é a complexidade do processo técnico, desde a análise de viabilidade, projeto, levantamento de custos de produção, legislação, aprovação de projeto e demais etapas que tangem até a ocupação e operação do edifício.

1.2 OBJETIVOS

Identificar e explorar a oportunidade de economia de energia com um projeto de retrofit focado na iluminação de um edifício com uso comercial/educacional em São Paulo.

- **Objetivo principal:**

Essa pesquisa tem como objetivo a identificação dos elementos de iluminação que oneram a conta de energia, a quantificação desse gasto energético, principalmente em São Paulo.

- **Objetivos secundários:**

Como objetivos secundários se pretende possibilitar diagnósticos e um planejamento com ajustes dos itens que impactam na diminuição do valor quantitativo gasto bem como no valor pago de energia, promovendo o verdadeiro custo-benefício e agregando a sustentabilidade durante a operação.

1.3 MÉTODO DE PESQUISA

Como forma de argumentação para sustentar os objetivos que foram propostos neste trabalho, foi realizada uma pesquisa bibliográfica voltada as áreas de energia e a uma área específica de técnica arquitetônica, para melhor compreensão das ferramentas e procedimentos técnicos relacionados a gestão de projetos de retrofit.

Foram levantados os dados secundários do estudo de caso aplicado em um edifício de uma universidade em São Paulo, relacionado a troca de lâmpadas fluorescentes para LED na iluminação de salas de aula com a redução do consumo energético, buscando melhorar ou manter o nível de iluminação do ambiente.

Foram identificados todos os pontos principais de economia aplicados, bem como a projeção de retorno de valor investido (payback), além da compilação de dados de resultados de iluminação dentro do local de intervenção.

Para que essa pesquisa pudesse ser desenvolvida, foi analisado em primeira instância quais elementos energéticos compunham os maiores usos dentro da edificação.

1.4 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho está dividido em 4 partes. A primeira, introdutório, apresenta o assunto a ser estudado, a relevância do tema, sua justificativa para a elaboração deste estudo, os objetivos (principal e secundários), a metodologia da pesquisa adotada e sua estruturação.

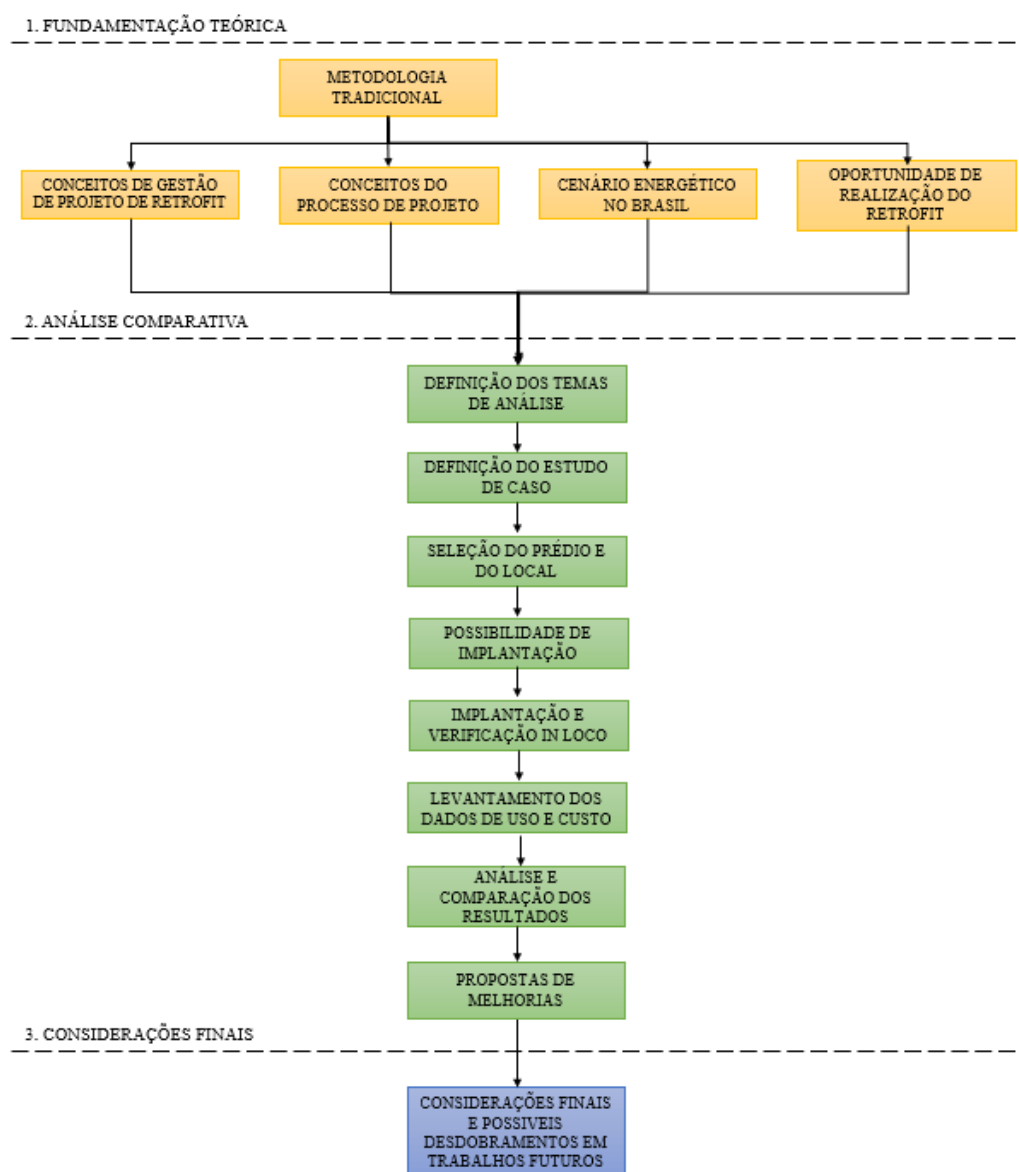
Na sequência, o segundo capítulo reúne tópicos da fundamentação teórica através de uma revisão bibliográfica. São apresentados os principais conceitos e definições relacionados ao cenário energético brasileiro atual, o consumo de energia pelo usuário, conceito de retrofit e a metodologia de aplicação, o que nortearam a análise do estudo de caso.

Iniciado pela identificação dos agentes envolvidos no processo de projeto, o terceiro capítulo traz o estudo de caso através da descrição e a caracterização dos objetos de estudo. Posteriormente, é apresentado os dados coletados e informações obtidas através do levantamento e tratamento dos dados, que resultaram na análise dos resultados, identificando as dificuldades e as oportunidades de melhorias.

Por fim, no quarto capítulo são expostas as conclusões e as considerações finais deste trabalho, com uma abordagem geral do desenvolvimento e resultados obtidos. Também é abordado os possíveis desdobramentos para futuros trabalhos.

A figura 1 exemplifica o fluxograma da estruturação da pesquisa.

Figura 1- Fluxograma de Estruturação da pesquisa



Fonte: Autor (2023)

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O CENÁRIO ENERGÉTICO NO BRASIL

Em cumprimento ao estabelecido em sua lei de criação, a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) elabora e publica anualmente o Balanço Energético Nacional (BEN), mantendo a tradição iniciada pelo Ministério de Minas e Energia. O BEN tem por finalidade apresentar a contabilização relativa a oferta e ao consumo de energia no Brasil, contemplando as atividades de extração de recursos energéticos primários, sua conversão em formas secundárias, importação e exportação, a distribuição e o uso final da energia.

O BEN é fruto de extensa pesquisa, constituindo-se como base de dados ampla e sistematizada, atualizada em ciclos anuais. De suma importância para os estudos relacionados ao planejamento energético nacional, o BEN também tem se mostrado como importante instrumento de pesquisa para estudos setoriais, na medida em que apresenta estatísticas confiáveis, muitas vezes reveladoras de tendências, da oferta e do consumo de energia. O documento é tido como referência para os dados de energia do país. O Relatório Síntese do Balanço Energético Nacional 2023 – ano base 2022, apresenta informações consolidadas sobre quanto e como se usou a energia no Brasil em 2022.

Figura 2- Portifólio de produtos BEN



Fonte: BEN – Relatório Síntese (2023)

Um dos princípios do desenvolvimento sustentável é a capacidade que um país tem de oferecer condições de energia e logística, em condições competitivas e com segurança para sua produção interna, de forma limpa.

O Brasil tem um destaque internacional positivo e importante sendo referência na quantidade de formas de produção de energia que o país possui. Diversas formas de geração são encontradas, principalmente pela infinidade de recursos naturais.

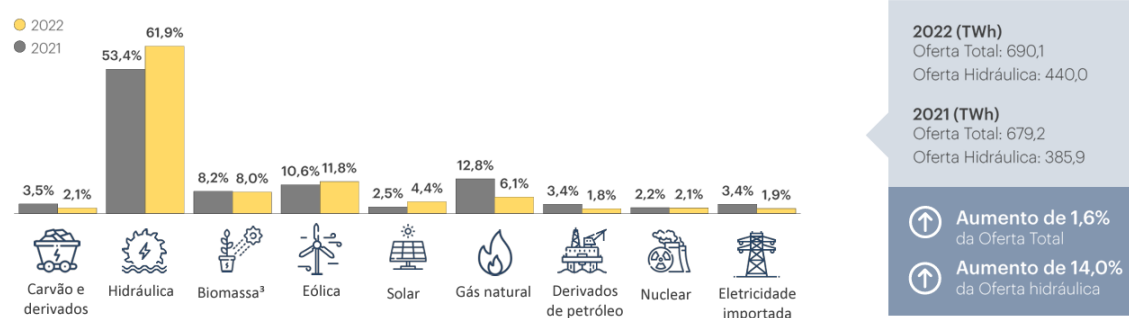
Quase metade da energia energética produzida no Brasil vem de fontes renováveis, de acordo com o Ministério de Minas e Energia. A maior parte é produzida em usinas hidrelétricas, mas nos últimos anos, a geração de energia eólica, produzida pelo vento, e a solar vem ganhando cada vez mais destaques.

“A matriz brasileira é uma das mais renováveis do mundo com uma proporção de 48%, indicador mais de três vezes superior ao mundial”, segundo o diretor do Departamento de Informações e Estudos Energéticos do Ministério de Minas e Energia (MME), André Osório.

A matriz energética em 2022, é exemplificada na figura 3.

Figura 3- Matriz Energética do Brasil em 2023.

A matriz elétrica brasileira em 2022 apresentou mudanças em função do aumento do despacho hídrico ocorrido ao longo do ano.



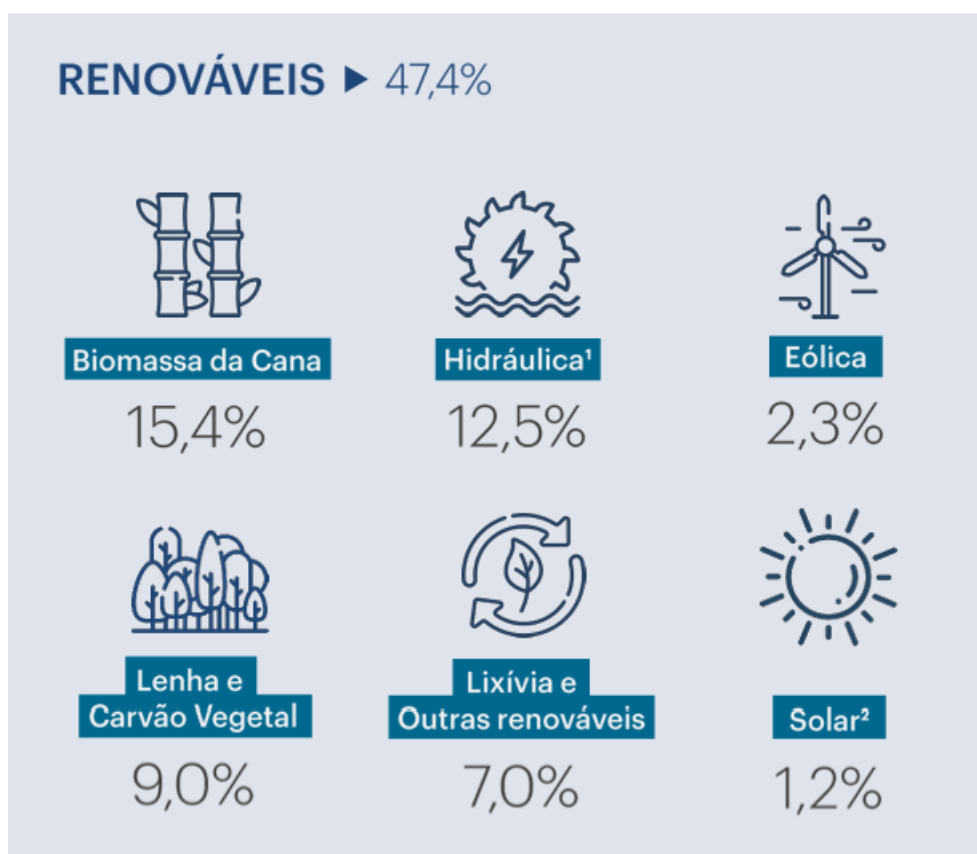
O regime de chuvas em 2022 provocou aumento do nível dos reservatórios das principais hidrelétricas do país e o consequente aumento da oferta de hidreletricidade. Tal movimento compensou a queda da oferta de energia elétrica de outras fontes, sobretudo fósseis, como o carvão e derivados (-40,8%), o gás natural (-51,6%) e os derivados de petróleo (-45,8%).

* Inclui gás de coqueria, gás de alto forno, gás de aciaria e alcatrão
 * Inclui lenha, bagaço de cana, lixívia, biodiesel e outras fontes primárias

2.2 ENERGIA RENOVÁVEL E NÃO RENOVÁVEL

A energia pode ser produzida de fonte renovável ou não renovável. A Organização das Nações Unidas (ONU) por meio dos seus relatórios de clima, define a energia renovável como a energia derivada de fontes naturais que, por sua vez, são reabastecidas a uma taxa maior do que são consumidas. Entre essas fontes que se reabastecem pela natureza estão as energias hídrica (da água dos rios), solar (do sol), eólica (do vento), biomassa (de matéria orgânica), geotérmica (do interior da Terra) e oceânica (das marés e das ondas), como explica a EPE do Ministério de Minas e Energia do Brasil. Porcentagens, vide figura 4.

Figura 4 - Energias Renováveis e sua repartição na Oferta Interna de Energia (OIE) 2022

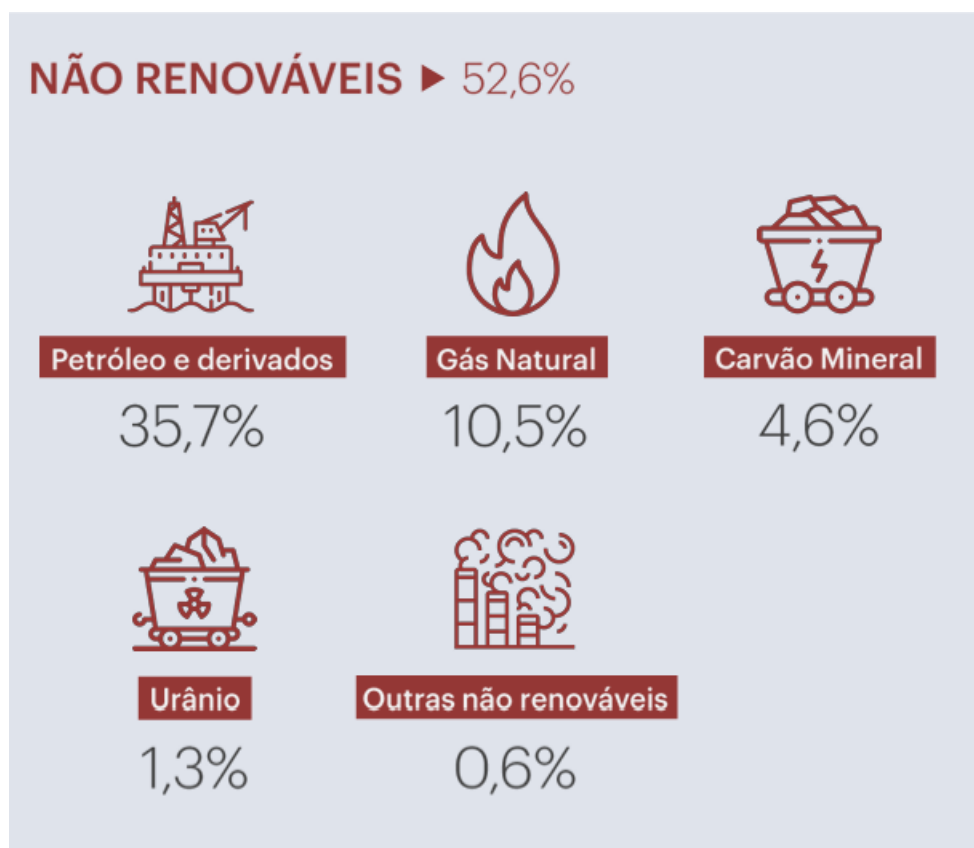


Fonte: BEN – Relatório Síntese (2023)

Já as classificadas como não renováveis são aquelas provenientes de combustíveis fósseis, como o carvão, o petróleo e o gás natural, cuja produção demora centenas de milhões de anos para se formarem na natureza. E, quando

usados como fonte de energia, normalmente em forma de queima, emitem substâncias nocivas ao ambiente, como os gases de efeito estufa, figura 5.

Figura 5- Energias Não-Renováveis e sua repartição na Oferta Interna de Energia (OIE) 2022



Fonte: BEN – Relatório Síntese (2023)

2.3 PONTOS IMPORTANTES DA OFERTA INTERNA DE ENERGIA (OIE)

Em 2022, a oferta interna de energia (total de energia disponibilizada no país) atingiu 303,1 Mtep, registrando um recuo de 0,03% em relação ao ano anterior. A participação de renováveis na matriz energética foi marcada pelo aumento da oferta de energia hidráulica, associada à melhoria do regime hídrico e à redução do uso das usinas termelétricas a partir de combustíveis fósseis como gás natural, carvão, e derivados de petróleo.

Adicionalmente, associado à expansão da fonte hidráulica, o incremento das fontes eólica e solar na geração de energia elétrica (perda zero), assim como de outras

renováveis como lixo, biogás e outras biomassas, contribuíram para que a matriz energética brasileira se mantivesse em um patamar renovável de 47,4%, muito superior ao observado no resto do mundo, é o que o BEN expõe.

Em tempos de bom desempenho hídrico no país, a oferta de energia é maior. Desta forma, em tempos hídricos menos favoráveis, o maior gerador da matriz energética fica parcialmente comprometido, o que reforça a ideia de expandir novas fontes, para equilibrar e garantir a suficiência.

2.4 CONSUMO FINAL DE ELETRICIDADE

O consumo final de eletricidade no país em 2022, cresceu 2,3%. Os setores que mais contribuíram para este avanço em valores absolutos foram o Comercial que cresceu 6.8 TWh (+7,5%), seguido pelo Industrial que aumentou o seu consumo em 5,2 TWh (+2,4%), pelo Residencial, que cresceu 4,5 TWh (+3,0%) e pelo Setor Público, com incremento em 1,9 TWh (+4,3%) pontua o BEN.

Em um cenário pós pandemia, onde a recuperação de vários setores da economia precisa ser estimulada para que possa crescer, esperava-se alta no consumo. Principalmente no setor de comercial/serviços, parte dele como *stakeholder*¹ objeto desse estudo.

2.5 PROCEL – O QUE É, E QUAL SUA IMPORTÂNCIA.

O Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica foi iniciado pelo Governo Federal em 30 de dezembro de 1985, através da Portaria Interministerial nº 1.877, sob administração do Ministério de Minas e Energia e com a participação da gestão executiva da Eletrobrás.

O projeto desde o início procurou se adaptar a agenda global, com responsabilidades voltadas para a redução do custo energético e diminuição dos impactos ambientais causados pela emissão de gases do efeito estufa.

¹ *Stakeholders*: um indivíduo, grupo ou organização que pode afetar, ser afetado por ou perceber a si mesmo como afetado por uma decisão, atividade ou resultado de um projeto (Lanz, 2014)

Com a promulgação da Lei nº 13.280, em 03 de maio de 2016, que alterou a Lei 9.991, de 24 de julho de 2000, o Procel passou a contar com um Plano Anual de Aplicação de Recursos (PAR) elaborado e aprovado, após processo de consulta pública, por representantes do governo e agentes do setor energético nacional, proporcionando transparência e credibilidade aos investimentos realizados. O PAR é aprovado, avaliado e acompanhado pelo Comitê Gestor de Eficiência Energética (CGEE), constituído no âmbito do Ministério de Minas e Energia.

Recentemente, em consonância com as diretrizes do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), o papel do Procel foi reafirmado através do Decreto nº 9.863, de 27 de junho de 2019, que menciona os objetivos do Programa em promover ações de eficiência energética elétrica na geração, transmissão e distribuição de energia, bem como para o usuário final, destinadas a aumentar a competitividade do País, postergar investimentos no setor elétrico; e reduzir a emissão de gases de efeito estufa.

A instrução é um ponto muito claro dentro do projeto, cuja existência alcança 40 anos de história. Portanto uma estratégia adotada e eficiente é, mostrar ao consumidor de forma clara, quais equipamentos promovem a melhor eficiência energética por meio de um selo colado - grande parte na frente dos eletrodomésticos - informando o melhor desempenho, conforme figura 6.

Figura 6 – Selo Procel em equipamento eletrônico (Nando Costa/Blog do Frio)



Fonte: Canaltech (2023)

2.6 COMO SURTIU O SELO PROCEL E SUAS CLASSIFICAÇÕES

O Selo Procel de Economia de Energia teve sua criação em dezembro de 1993, com o objetivo de informar aos compradores dados de consumo de energia dos equipamentos eletrônicos. Desta forma a colagem desta etiqueta permite rapidamente que o consumidor identifique quais desses equipamentos são mais eficientes.

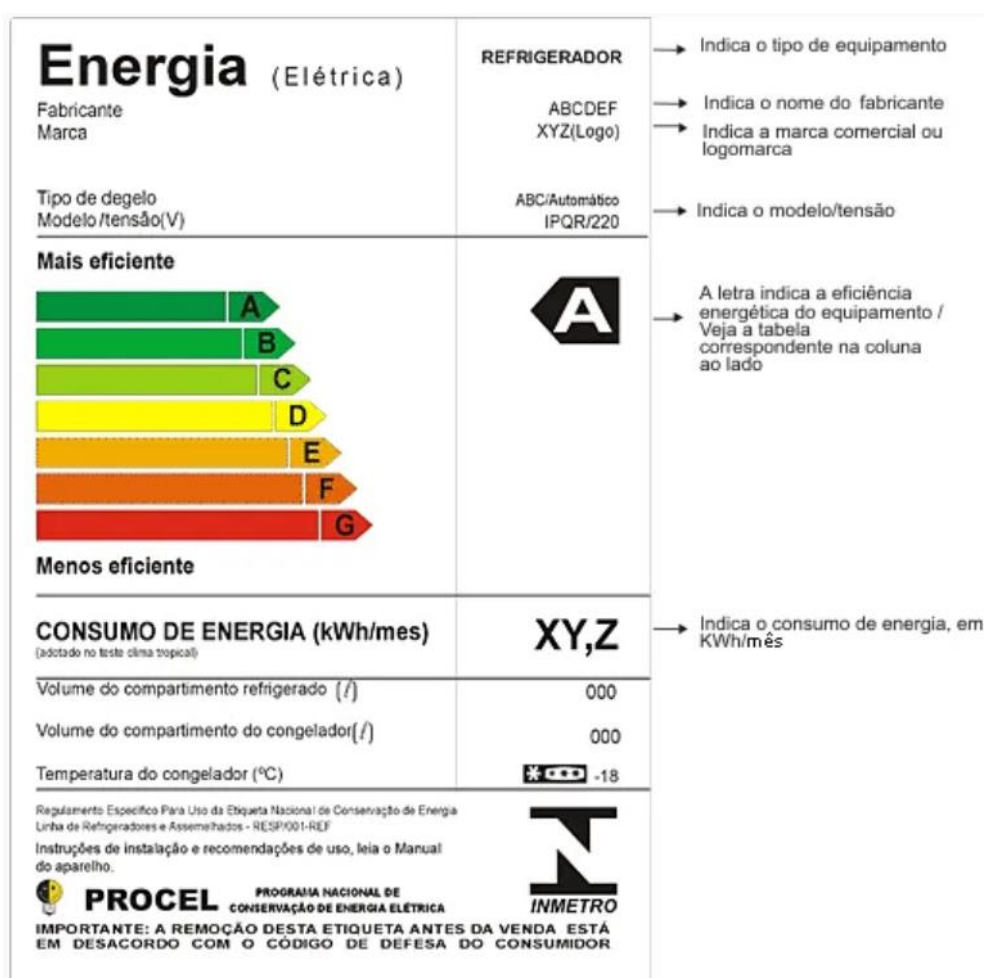
É também uma forma de expressar a parceria realizada entre o programa e o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO), que dentre suas atribuições tem o objetivo de garantir conformidade, funcionamento e segurança dos produtos mesmo antes de vendidos ao público final.

Portanto os produtos que recebem o Selo Procel passaram por testes e avaliações em laboratórios especializados com a coordenação da Eletrobrás, e com base em índices de consumo de energia de cada categoria, os eletrodomésticos recebem uma nota de eficiência.

Utilizando letras, a classificação vai de “A” (aparelhos mais eficientes) até “G” (eletrônicos menos eficientes). Assim, o consumidor tem uma rápida percepção de onde o produto está em relação ao consumo de energia, vide figura 7.

O Selo segmenta os produtos em quatro categorias principais: eletrodomésticos, iluminação, bombas e motores e solares.

Figura 7 – Selo Procel (Reprodução/WebContinental)



Fonte: Canaltech (2023)

No alto do selo identificam-se dados relacionados a categoria, nome do fabricante, o modelo do aparelho e atenção de energia. Logo abaixo as indicações gráficas com informações relacionadas à eficiência energética do aparelho.

Destaca-se também consumo de energia em KWh/mês, algumas informações técnicas a depender do produto, e a aprovação do INMETRO, corroborando que todos os critérios de qualidade inspecionados foram devidamente atestados.

A segurança do consumidor em adquirir um produto de qualidade e mais econômico, a indústria que entende a importância e investe no desenvolvimento contribuindo para o crescimento tecnológico do país, são pontos claros garantidos pelo selo.

Ademais, o selo possibilita que o Procel cumpra a proposta de ter maior controle dos custos do setor elétrico com investimentos mais assertivos na construção de novas estações de geração e transmissão de energia para suprir a demanda energética das cidades. Bem como, garante que o meio ambiente continue sendo preservado.

2.7 O RETROFIT

2.7.1 O QUE É O RETROFIT

“O retrofit é um processo que tem por objetivo restaurar parte ou totalmente um prédio com o objetivo de preservar as características arquitetônicas originais, e também adequá-lo à uma legislação vigente. É feita uma reforma com materiais de alta qualidade e super resistentes para manter o edifício como um espaço seguro e arrojado.” (COELHO, 2021)

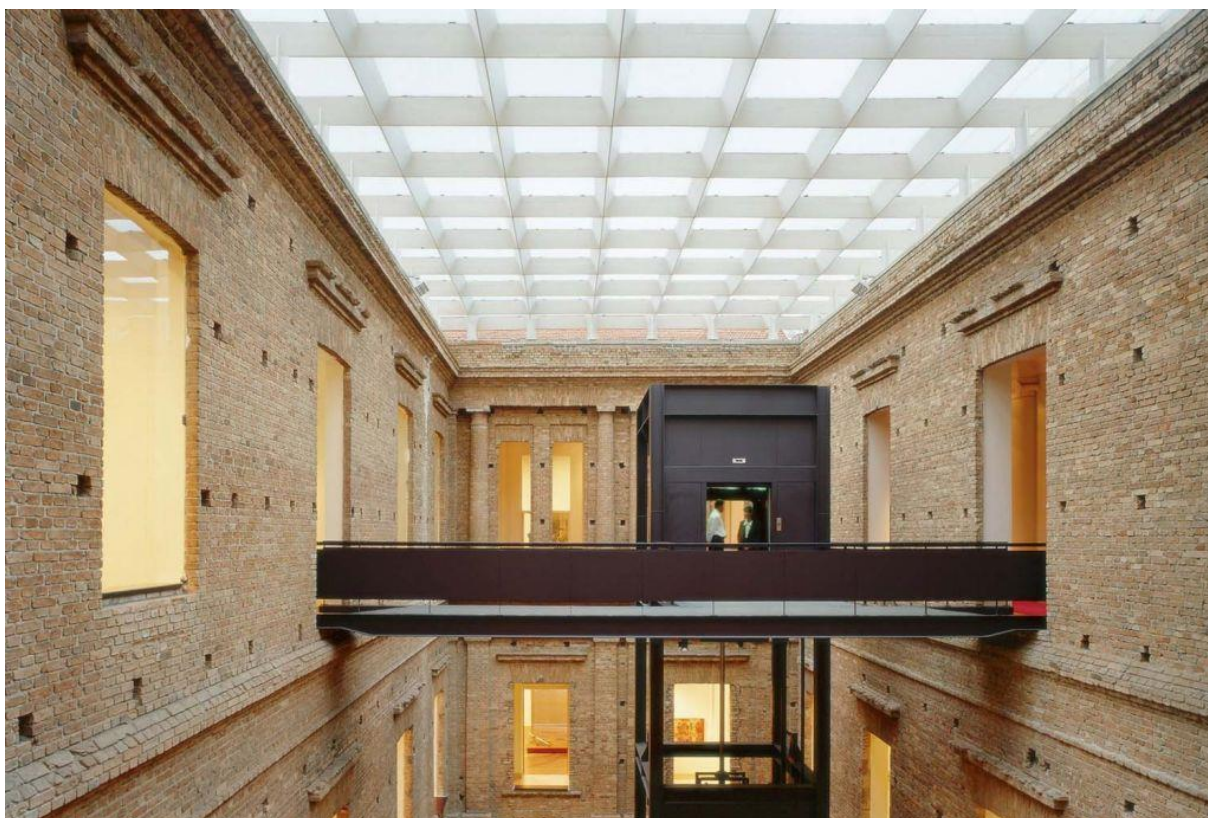
Segundo Barrientos (2004), retrofit é a conjunção dos termos “*retro*”, oriundo do latim, que significa movimentar-se para trás, e de “*fit*,” do inglês, que significa adaptação, ajuste.

Conforme Moraes e Quelhas (2012) o termo apareceu primariamente na utilização em projetos da indústria aeronáutica, quando se referia à atualização de aeronaves, em que os equipamentos novos e modernos passariam a ser incorporados

a um projeto existente. O termo popularizou, e o conceito difundido a outras indústrias, como é o caso da construção civil.

Retrofit é um termo utilizado principalmente em engenharia para designar o processo de modernização de algum equipamento já considerado ultrapassado ou fora de norma, pode-se notar a intervenção na figura 8.

Figura 8 - Pinacoteca do Estado de São Paulo (Nelson Kon/CASACOR)



Fonte: <http://casacor.abril.com.br/arquitetura/retrofit/> (2021)

A prática processo do retrofit surgiu no final da década de 90, na Europa e Estados Unidos. A legislação nestes países não permitiu que o rico acervo arquitetônico fosse substituído, ocasionando o surgimento desta solução e possibilitando um novo campo de atuação a todos os profissionais envolvidos.

Assim, o patrimônio histórico, o partido arquitetônico e estrutural é preservado, permitindo a utilização adequada do imóvel. Já bastante rotineira na Europa, esta modalidade construtiva de reformas e reabilitações chega a 50% das obras e em países como a Itália e a França, este índice aumenta para 60% conforme Moraes e Quelhas (2012).

Estes países têm intensificado tais práticas de reabilitação em edificações residenciais, comerciais e industriais, objetivando valorizar velhas edificações, aumentando, assim, a sua vida útil através da incorporação de avanços tecnológicos e da utilização de materiais e processos de última geração, além de ser uma prática mais econômica e eficiente do que a demolição.

Nestes países, gestores de edifícios “sabem desde o seu primeiro dia de funcionamento que será necessário não só recuperar os investimentos realizados, dimensionar e controlar corretamente as despesas operacionais, mas também abrir mão de partes das receitas líquidas para um fundo de reposição de ativo” (Almeida e Assumpção, 2009).

Qualharini (2000) descreve retrofit como sendo o processo de interferir em uma benfeitoria, que foi executada em padrões inadequados às necessidades atuais. Assim, retrofit, em sua forma original, é qualquer tipo de reforma, a renovação completa de uma edificação, uma intervenção em um patrimônio, ou seja, colocar o velho em forma de novo preservando seus valores estéticos e históricos originais, além de trabalhar com o conceito de sustentabilidade, na medida em que busca preservar os elementos que caracterizam a edificação ao invés de simplesmente descartá-los.

Não se limitando somente a edificações antigas, a reabilitação de edifícios também se aplica, segundo Croitor (2009), quando há interesse do empreendedor pela substituição de sistemas prediais ineficientes e/ou inadequados, pela mudança de uso do imóvel ou, também, quando as edificações se encontram inacabadas e abandonadas. Ou seja, há um amplo campo de aplicação de empreendimentos dessa natureza, que se traduz em oportunidades de negócios para as empresas e profissionais do setor da construção civil.

São fatores que justificam, o uso do processo de retrofit: aproveitamento da infra-estrutura existente no entorno e da sua localização, impacto na paisagem urbana, preservação do patrimônio histórico e cultural, déficit habitacional e a sustentabilidade ambiental, mais econômica e eficiente do que a demolição seguida de uma reconstrução.

Outro exemplo de Retrofit consiste na adaptação tecnológica das instalações elétricas, hidráulicas e dos principais equipamentos instalados nas áreas comuns dos edifícios, como elevadores, sistemas de iluminação e mobiliários, dentre outros. Revitalizar e atualizar as construções para aumentar a vida útil do imóvel, através da incorporação de modernas tecnologias e materiais de qualidade avançada, é fundamental para reconquistar a valorização da unidade.

2.7.2 A METODOLOGIA DO RETROFIT

A implantação de um projeto de retrofit exige analisar, customizar, adaptar, modificar, características que proporcione melhorias no desempenho energético, aumentar sua eficiência funcional e valorizar sua estética, pois ao chegarem ao final de seu ciclo de ocupação, edificações obsoletas estão completamente desgastadas e com pouco recurso financeiro para recuperação.

Segundo Moraes e Quelhas (2012) a metodologia do *retrofit* envolve sete passos.

- a. Análise mercadológica e financeira, incluindo valores, estudo vocacional e viabilidade comercial;
- b. Definição do conceito do projeto, o que envolve análise das possibilidades de expansão de área;
- c. Legislação - plano jurídico;
- d. Critérios de reaproveitamento de materiais e sistemas;
- e. Diagnóstico - etapa que considera elementos como a história da edificação; estudo de arquitetura e eficiência da laje; análise das condições de sistemas e equipamentos;
- f. Propostas de implementação, incluindo vários cenários, entre eles, da arquitetura, eletricidade, dados, voz, elevador e fachada. (O cronograma de implantação e a análise financeira correm paralelos a todas essas análises);
- g. Comercialização.

Assim, o uso do processo do *retrofit* tem o sentido de renovação, em que pressupõe uma intervenção integral, obrigando-se soluções nas fachadas, instalações, elevadores, proteção contra incêndio e demais itens que caracterizam seu posicionamento no que existe de melhor no mercado.

De acordo com Barrientos (2004), conhecer o estágio de degradação de uma construção é muito importante para que a requalificação seja capaz de suportar os acréscimos de carga gerada por futuras mudanças no *layout*, com incorporação de automatismos, e novos partidos de atualização exequíveis.

Dentre as diversas etapas de um empreendimento de reabilitação, o diagnóstico e estudo de viabilidade se destacam pela importância e por estar diretamente relacionados ao sucesso do empreendimento. Assim, alguns conceitos devem ser observados nos edifícios antes de sua revitalização:

- a. Realizar um minucioso levantamento e estudo dos sistemas e equipamentos já instalados. Observar o caminho físico percorrido na época da construção e propor as soluções dos possíveis novos caminhos;
- b. Definição dos subsistemas a serem implantados obedecendo aos padrões nacionais usados nos empreendimentos do mesmo porte;
- c. Aproveitamento de equipamentos e funções antigas, bastando apenas interligá-los ao novo sistema;
- d. Documentar em um memorial descritivo todos os procedimentos de modificações ocorridas. Através de uma listagem, descrever a interligação dos sistemas antigos aos novos tais como os sistemas de segurança e incêndio;
- e. Nas plantas de arquitetura, desenho técnico e instalações, mostrar as modificações e acréscimos, evidenciando o posicionamento da distribuição dos possíveis novos caminhos, fornecendo dados complementares que auxiliem na melhor solução possível de ser executada.

De tudo o que foi exposto, percebe-se que existem basicamente dois tipos de intervenção para transformação de um ambiente construído ocioso em um reabilitado. Primeira intervenção, segundo Yolle (2006), é através da demolição total do edifício

antigo e a construção de um novo prédio no mesmo local, e um segundo processo, Barrientos (2004), define como uma reabilitação, uma reforma gerenciada de uma construção visando à sua adaptação às novas necessidades dos usuários ou à otimização das atividades desempenhadas por ela com o objetivo de prolongar a vida útil da edificação, proporcionar a modernização de suas funcionalidades e promover a possibilidade de redução do custo de utilização, através da implantação das tecnologias disponíveis.

De acordo com Moraes e Quelhas (2012) é necessário que se realize um levantamento de dados para obter qualquer informação relacionada ao seu histórico: levantamento métrico da edificação, (traduzido em plantas originais, cortes e fachadas), levantamentos cadastrais das instalações existentes (elétrica, hidráulica e sanitária) e, no caso de um bem histórico, realizar também o levantamento dos elementos artísticos móveis e integrados pertencentes àquela edificação pois fazem parte de sua história.

Portanto para gerar indicadores de solução que poderão ser adotadas em estudos aprofundados são necessários:

- a. Levantamento cadastral da edificação resgatando os registros construtivos, os projetos originais, as normatizações e manuais de segurança;
- b. Através da elaboração de um anteprojeto, fazer uma definição prévia da metodologia e dos procedimentos de intervenção visando melhor desempenho dos novos materiais nos ambientes modificados alcançando a sustentabilidade;
- c. Ampliar o modelo proposto em empresas do setor da construção civil, a fim de comparar e fazer uso da nova forma de intervenção do ambiente construído, uma vez que a viabilização deste tipo investimento não é uma operação simples;
- d. Fazer reuniões e entrevistas com os usuários na tentativa de separar as características das atividades desenvolvidas no ambiente em questão;
- e. Ampliar a amostragem das edificações intervindas como, por exemplo: escritórios, moradias, escolas, aeroportos, hospitais etc, a fim de fazer um comparativo e verificar se há diferentes critérios para utilização do método de intervenção;

f. Pesquisar o uso do processo do *retrofit* fora do Brasil, a fim de avaliar se as prioridades dos critérios mudam em função da cultura em outros países.

Vale (2006), aponta também algumas sugestões futuras:

g. Aplicabilidade dos processos de *retrofit* nas áreas hospitalares, residenciais, hotelaria e escolares, visando atender ao trinômio de Qualidade, Segurança e Saúde, sem deixar de lado as questões ambientais;

h. Identificação de cada etapa dos processos de *retrofit*, com suas respectivas análises e propostas;

i. A influência dos assuntos relacionados ao *retrofit* nas edificações atuais, de modo a facilitar suas futuras reabilitações, com a pesquisa de novos materiais e tecnologias que venham a facilitar os processos;

j. A importância dos processos de *retrofit* para a preservação dos valores arquitetônicos e paisagísticos das cidades.

Enfim, pode-se concluir que a recuperação de obras danificadas através do uso do processo do *retrofit* arquitetônico é uma ferramenta de intervenção limpa e confiável que evita que as edificações tornem-se obsoletas. Possibilita ainda uma recuperação segura abrangendo os aspectos históricos, econômicos e ecológicos. Proporciona a maximização do ciclo de vida dos edifícios existentes, readequando-os às necessidades dos novos usuários, tornando-os funcionais para o tempo presente.

2.7.3 ETAPAS E COORDENAÇÃO DE PROJETOS EM RETROFIT

Os empreendimentos de reabilitação de edifícios (o *retrofit* em especial) assim como os demais empreendimentos na construção civil contemplam atividades por diversos agentes que atuam de maneira sequencial e muitas vezes simultânea. Assim, é importante que as informações coletadas e produzidas estejam conectadas, pois na maioria das vezes influencia diretamente os resultados do empreendimento. Croitor (2008), afirma que, independente da organização das relações entre os agentes, as informações coletadas e produzidas nas diversas fases do empreendimento estão

conectadas, ainda que em diferentes níveis de intensidade, e exercem impactos sobre as demais atividades.

Wiazowski (2007) apresenta três graus de intensidade de reabilitação em empreendimentos, conforme ilustrado na tabela 1.

Tabela 1 – Grau de Intervenção

Graus de Intervenção de empreendimentos de reabilitação		
Tipo	Descrição	Coordenação de Projetos
Leve	Apenas poucos itens do edifício sofrem algum tipo de intervenção como, por exemplo, a instalação de um sistema de ar condicionado etc	Não
Média	Intervenção pouco mais complexa, com a introdução de diversos sistemas (cabearamento estruturado, piso elevado, instalações hidráulicas, elevadores, instalações elétricas, automação etc)	Desejável
Profunda	Reabilitação completa do empreendimento. Nestes casos, apenas a estrutura do edifício é aproveitada.	Desejável

Fonte: Wiazowski (2007)

Execução do diagnóstico com base na formulação do processo de projeto com base nos quadros 2 e 3.

Tabela 2 – Etapas do Projeto

Etapa	Produto da etapa	Conteúdo
Diagnóstico	Dossiê histórico	Estudo sobre a história do imóvel, o qual inclui plantas da época e de outras intervenções realizadas, bem como informações a respeito de materiais e componentes utilizados na época da construção do imóvel.
	Projeto arquitetônico do imóvel existente	Plantas, cortes e vistas do edifício do empreendimento antes do início das operações de reabilitação e renovação (<i>retrofit</i>).
	Diagnóstico do estado de conservação do imóvel	Estudo sobre as condições de desempenho do edifício e de seus componentes, o que possibilita a análise da viabilidade técnica e econômica do projeto.
	Esboços das possibilidades do projeto de arquitetura	Estudos e elaboração de esboços do projeto arquitetônico, considerando as várias possibilidades de modificação do projeto existente. Este estudo considera questões arquiteturais e também algumas questões técnicas, com relação à possibilidade de alterar o invólucro do edifício.
	Estudo de viabilidade técnico-econômica	Neste estudo, também é analisada a viabilidade técnico-econômica de atender às legislações de segurança vigente.
	Projeto preliminar de renovação do empreendimento	Proposta preliminar (plano de conservação) do projeto de reabilitação submetido à aprovação por um conselho.

Fonte: Oliveira (2009). Adaptado por Moraes (2011)

Tabela 3 – Métodos e procedimentos do projeto

Técnicas	Procedimentos
Entrevistas com responsáveis por projetos e pela construção de edificações	Questionamento direto da opinião dos arquitetos e engenheiros
Registros fotográficos	Identificação da edificação, através de fotos das fachadas principais e circunvizinhas. Principais detalhes construtivos da edificação.
Registro gráfico da localização do empreendimento	Mapa de localização onde está situado o edifício de intervenção
Registro gráfico da edificação	Projetos construtivos (planta baixa, implantação e memorial descritivo)
Visitas exploratórias	Visita de observação técnica.
Elaboração das propostas de <i>retrofit</i>	Formulação das propostas baseadas nas observações dos profissionais envolvidos no processo.

Fonte: Oliveira (2009). Adaptado por Moraes (2011)

Marques de Jesus e Barros (2010) afirmam que há uma grande interação dos sistemas prediais com outros subsistemas do edifício, particularmente a estrutura e as vedações, o que deverá ser adequadamente contemplado no projeto de reabilitação.

Leitão e Almeida (2004) afirmam que toda metodologia tem que estar embasada em técnicas de inspeção e diagnósticos para que se permita constituir uma importante base de informações para métodos de apoio à decisão no âmbito da reabilitação de edifícios. E é fundamental que pessoas com experiência comprovada em trabalhos de reabilitação apresentem seus pareceres técnicos.

Assim, a partir do exposto das reais necessidades de intervenção, ficou demonstrado que o uso do *retrofit* como uma ferramenta útil na otimização dos recursos e na gestão de qualidade dos processos, é uma necessidade presente nas obras de readequação.

2.7.4 ESPAÇO PARA O RETROFIT EM SÃO PAULO

De acordo com a Folha de São Paulo (2023) a Prefeitura de São Paulo autorizou em média, a cada 18 dias, uma requalificação (*retrofit*) de prédio antigo da cidade, entre março e outubro de 2023. Essas ações fazem parte do Programa Requalifica Centro (Lei 17.577/2021), iniciativa da Prefeitura que concede incentivos fiscais e edificações para interessados em requalificar prédios antigos na região central e que tem o objetivo de atrair cerca de 220 mil moradores e novos investimentos para o centro da cidade.

Portanto o espaço para o *retrofit* vem crescendo. Podem participar do programa as edificações construídas até 23 de setembro de 1992 ou licenciadas com base na legislação edilícia vigente e localizadas em um perímetro estimado em 6,4 km² da região central. Um amplo mercado incentivado pelo governo nos tempos atuais que tende a crescer ainda mais ao simples passo da observação a quantidade de massa construída existente.

A todo instante novos edifícios vão surgindo, mas existem outros milhares já construídos. E conforme a legislação se altera para possibilitar que dentro do espaço urbano todos os indivíduos possam ser integrados, a demanda pela atualização do edifício para atendimento as novas necessidades são notadas, vide figura 9.

Figura 9 - Fachada do Edifício Renata Sampaio Ferreira, no centro de São Paulo, construído na década de 50 e que, após reformado, recebeu Habite-se da Prefeitura de São Paulo (Folha,2023)



Fonte: Folha (2023)

O processo de modernização é motivado tanto pela recuperação do valor deste edifício, quanto pela demanda do novo uso, porém com o cuidado em manter ali as lembranças das características originais.

É tema de debate nas regras do Plano Diretor das regiões, essa preservação, aliada a recuperação dos espaços que ao longo do tempo foram se transformando. A gestão desse processo é pauta do poder público juntamente com os profissionais responsáveis pela criação dos projetos de retrofit, bem como dos usuários finais daquele espaço.

Gerar valor é possibilitar que em qualquer espaço, possa-se manter a qualidade, utilizando o mínimo de recursos financeiros, adaptando esses espaços para o melhor uso dos recursos renováveis ambientais.

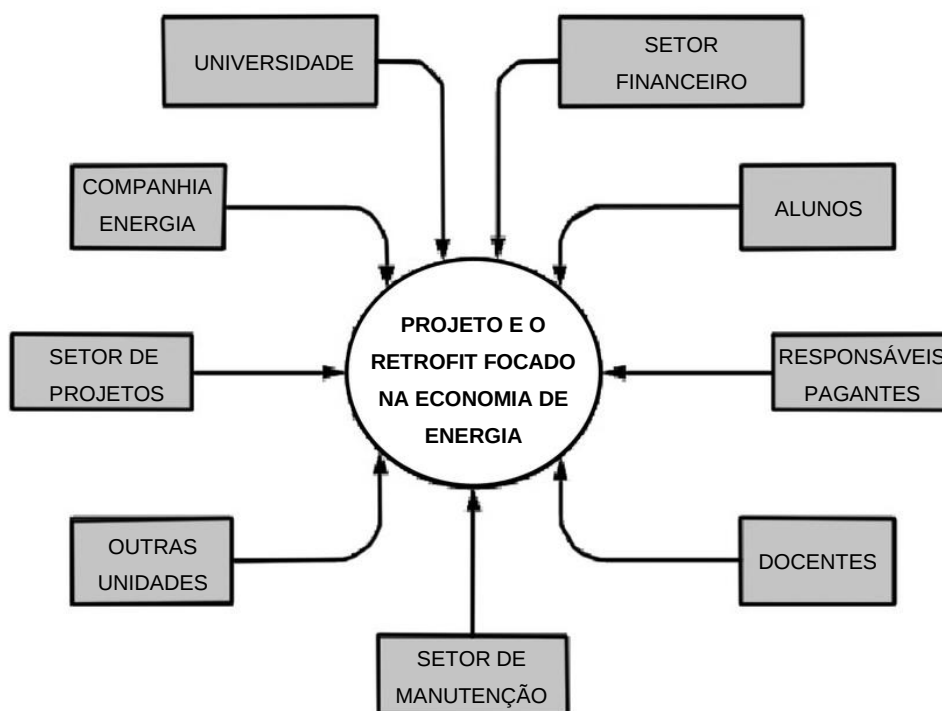
A energia é um elemento crucial no desenvolvimento de qualquer país. A produção deve estar aliada a demanda, e a capacidade de utilizar com mais qualidade e menos desperdício a produção atual. Todas essas perdas, somadas ano a ano, impedem que muito mais se faça, principalmente em grandes centros financeiros, como São Paulo.

3. ESTUDO DE CASO

3.1 IDENTIFICAÇÃO DOS AGENTES ENVOLVIDOS

A Figura 10 demonstra de forma específica os agentes interessados no projeto.

Figura 10- Stakeholders



Fonte: Autor (2023)

Universidade: é uma instituição educacional privada, confessional e sem fins lucrativos, com mais de 140 anos de história. Desde sua fundação, a Instituição, agente de uma série de inovações pedagógicas, acompanha e influencia o cenário da educação no país, tendo como uma de suas principais preocupações o ideal de formar cidadãos com capacidade de discernimento, com critérios e condições para fazer a leitura do mundo em que vivem e aptos a intervir na sociedade da qual fazem parte. Ao longo de sua existência, implantou cursos com o objetivo de abranger novas áreas do conhecimento e acompanhar a evolução da sociedade, com intensa participação na comunidade. Tornou-se reconhecido pela tradição, pioneirismo e inovação na educação, o que permitiu alcançar o posto de uma das renomadas instituições de ensino que mais contribuem para o desenvolvimento científico e acadêmico do país. Como entidade confessional, promove o desenvolvimento de cidadãos que entendem a solidariedade como elemento indispensável para o dia-a-dia.

Setor Financeiro: responsável pela administração financeira do negócio, é interessante que os custos baixem para que a competitividade dentro da área de atuação seja favorável.

Alunos: usuários finais dentro desse negócio, os alunos tem papel crucial na conscientização ambiental dos usos finais de energia, bem como promovem a proposta para outros ambientes que frequentam. O aprendizado está amplamente ligado a iluminação do local, visto que ambientes escuros podem causar sonolência, impossibilitando a aprendizagem completa e ativa.

Responsáveis financeiros pelos clientes, alunos a quem é atribuído o uso da prestação de serviço do negócio, estarão mais satisfeitos com o repasse dessa economia do valor no serviço prestado.

Docentes: os profissionais docentes (professores) conseguem que seus alunos tenham melhor aproveitamento nas matérias oferecidas, bem como promovem a eficiência do projeto em demais locais onde administrarem aulas.

Manutenção: Os responsáveis pela manutenção elétrica do edifício, serão menos demandados a essa atividade a partir do momento que o ciclo de vida das lâmpadas substituídas é maior que as atuais. Portanto se empenharão em outras demandas, além de manter estoque de menos tipos de lâmpadas a partir do momento que o projeto é escalado para outros edifícios do mesmo campus.

Outras unidades do mesmo negócio poderão utilizar deste mesmo estudo, a partir das observações de economia gerada a longo prazo.

Setor de projetos: os novos projetos executados pela engenharia e arquitetura para ampliação do negócio poderão incluir esses elementos executados no retrofit, com impacto logo no início para redução dos custos e vida útil dos novos materiais.

Companhia de Energia: a economia de energia gerada em potencial poderá ser oferecida a um novo cliente, de forma que mantenha em sua carteira uma diversificação importante para o negócio. Poderá também utilizar-se do exemplo para geração de valor agregado ambiental e sustentável.

3.2 A PROPOSTA DE RETROFIT – ILUMINAÇÃO E LOCAL DE APLICAÇÃO

O edifício escolhido para a proposta de retrofit, tem cerca de 15 anos de construção, portanto um prédio considerado jovem, se comparado aos demais edifícios existentes no campus, com mais de 100 anos. Em concreto armado aparente, o prédio foi projetado para compor grandes salas de aula, com sistema central de ar condicionado do tipo VRF, caixilhos lacrados para melhor eficiência e funcionamento do ar condicionado, e dotado de brises externos na fachada com o intuito de segurar parte da luminosidade que se transforma em calor nas dependências das salas de aula.

Para as considerações iniciais do levantamento de campo, observou-se que as fachadas estão íntegras e sem imperfeições. Os brises projetados atendem ao esperado em seu funcionamento e apresentam boas condições visuais. O sistema de ar condicionado é novo, com manutenções regulares periódicas preventivas e eventualmente corretivas. As cores das salas de aula já eram cores claras, imprimindo um ar agradável ao ambiente. Toda infraestrutura hidráulica e elétrica, adequadas e em excelentes condições.

O valor previsto para intervenção neste edifício era baixo devido a outras demandas estabelecidas pelo cliente. Observou-se, porém, que haveria a possibilidade de aplicar um projeto de retrofit voltado a iluminação, que não compunha a tecnologia LED na época da fabricação deste edifício.

Portanto, no que tange a tabela 1 sobre o grau de intervenção a proposta deve ser classificada como leve, sem a necessidade de uma coordenação de projetos atuante para essa proposta. Como princípio levantado na pesquisa bibliográfica, as luminárias apresentavam excelente desempenho funcional e visual, provocando a equipe de engenharia na escolha da troca da lâmpada sem que haja necessidade da troca da luminária.

Em relação ao diagnóstico, tabela 2, o dossiê histórico e o projeto arquitetônico do imóvel existente permitiram um levantamento da época da construção e constatação do componente de iluminação (lâmpada e luminária) instalado no local, confirmado pelo diagnóstico visual das inspeções de campo.

Questões técnicas foram levantadas afim de procurar qual opção atenderia a utilização com as luminárias locais, bem como satisfaria as condições de iluminação em um completo estudo de viabilidade técnico-econômico a ser apresentado ao contratante investidor, para que sendo aprovado pudesse ter enfim sua implantação.

As técnicas e procedimentos apresentados na tabela 3 nortearam as escolhas a serem apresentadas juntamente com o projeto abaixo.

O projeto consiste na substituição das lâmpadas existentes nas salas de aula por lâmpadas do tipo LED – segundo Mattede (2023) a palavra LED vem do inglês Light Emitting Diode, que significa Diodo Emissor de Luz. Essa proposta de retrofit foi elaborada para atender um edifício denominado como prédio 45, do 1º ao 6º andar, com 58 salas. O local escolhido é composto em sua maioria por salas de aula, mas também possui uma parte administrativa, pouca em relação a quantidade das salas de aula. Nestas salas escolhidas as lâmpadas instaladas são do tipo fluorescentes T8 de 32 [W]. Fachada do edifício, figura 11.

Deste prédio, foi levantado o consumo com as lâmpadas fluorescentes, instalações físicas e procedimentos operacionais da unidade consumidora.

Figura 11 – Prédio 45 - (Nelson Kon)



Fonte: Nelson Kon (2018)

3.3 PERFIL DE UTILIZAÇÃO NO CONSUMO DE ENERGIA E O SISTEMA DE ILUMINAÇÃO ATUAL

Estimou-se o consumo a partir do levantamento realizado para atender ao projeto de retrofit. As lâmpadas instaladas no local são do tipo fluorescentes. Para esse cálculo utilizou-se o padrão de ocupação das salas de aula para determinação do período de funcionamento e a quantidade de lâmpadas em cada ambiente.

A tabela 4 compõe as quantidades de luminárias e lâmpadas por ambiente e andar do prédio 45, objeto do estudo.

Tabela 4 – Luminárias e lâmpadas por sala/andar.

Andar	Local	Luminárias					Total Lâmpadas
1º Andar	Sala 101	6	-	1	x	32 [W]	6 un.
		12	-	2	x	32 [W]	24 un.
	Sala 102	6	-	1	x	32 [W]	6 un.
		12	-	2	x	32 [W]	24 un.
	Sala 103	6	-	1	x	32 [W]	6 un.
		12	-	2	x	32 [W]	24 un.
	Sala 104	6	-	1	x	32 [W]	6 un.
		12	-	2	x	32 [W]	24 un.
	Sala 105	6	-	1	x	32 [W]	6 un.
		12	-	2	x	32 [W]	24 un.
	Sala 107	6	-	1	x	32 [W]	6 un.
		12	-	2	x	32 [W]	24 un.
	Sala 108	6	-	1	x	32 [W]	6 un.
		12	-	2	x	32 [W]	24 un.
	Sala 109	6	-	1	x	32 [W]	6 un.
		12	-	2	x	32 [W]	24 un.
2º Andar	Sala 201	6	-	1	x	32 [W]	6 un.
		12	-	2	x	32 [W]	24 un.
	Sala 202	6	-	1	x	32 [W]	6 un.
		12	-	2	x	32 [W]	24 un.
	Sala 203	6	-	1	x	32 [W]	6 un.
		12	-	2	x	32 [W]	24 un.
	Sala 204	6	-	1	x	32 [W]	6 un.
		12	-	2	x	32 [W]	24 un.
	Sala 205	6	-	1	x	32 [W]	6 un.
		12	-	2	x	32 [W]	24 un.
	Sala 206	6	-	1	x	32 [W]	6 un.
		12	-	2	x	32 [W]	24 un.

	Sala 207	6	-	1	x	32 [W]	6 un.
		12	-	2	x	32 [W]	24 un.
	Sala 208	6	-	1	x	32 [W]	6 un.
		12	-	2	x	32 [W]	24 un.
	Sala 209	6	-	1	x	32 [W]	6 un.
		12	-	2	x	32 [W]	24 un.
3° Andar	Sala 301	6	-	1	x	32 [W]	6 un.
		12	-	2	x	32 [W]	24 un.
	Sala 302	6	-	1	x	32 [W]	6 un.
		12	-	2	x	32 [W]	24 un.
	Sala 303	6	-	1	x	32 [W]	6 un.
		12	-	2	x	32 [W]	24 un.
	Sala 304	6	-	1	x	32 [W]	6 un.
		12	-	2	x	32 [W]	24 un.
	Sala 305	6	-	1	x	32 [W]	6 un.
		12	-	2	x	32 [W]	24 un.
	Sala 306	6	-	1	x	32 [W]	6 un.
		12	-	2	x	32 [W]	24 un.
	Sala 307	6	-	1	x	32 [W]	6 un.
		12	-	2	x	32 [W]	24 un.
	Sala 308	6	-	1	x	32 [W]	6 un.
		12	-	2	x	32 [W]	24 un.
	Sala 309	6	-	1	x	32 [W]	6 un.
		12	-	2	x	32 [W]	24 un.
4° Andar	Sala 401	6	-	1	x	32 [W]	6 un.
		12	-	2	x	32 [W]	24 un.
	Sala 402	6	-	1	x	32 [W]	6 un.
		12	-	2	x	32 [W]	24 un.
	Sala 403	6	-	1	x	32 [W]	6 un.
		12	-	2	x	32 [W]	24 un.
	Sala 404	6	-	1	x	32 [W]	6 un.
		12	-	2	x	32 [W]	24 un.
	Sala 405	6	-	1	x	32 [W]	6 un.
		12	-	2	x	32 [W]	24 un.
	Sala 406	6	-	1	x	32 [W]	6 un.
		12	-	2	x	32 [W]	24 un.
	Sala 407	6	-	1	x	32 [W]	6 un.
		12	-	2	x	32 [W]	24 un.
	Sala 408	6	-	1	x	32 [W]	6 un.
		12	-	2	x	32 [W]	24 un.
	Sala 409	6	-	1	x	32 [W]	6 un.
		12	-	2	x	32 [W]	24 un.
5° Andar	Sala 501	6	-	1	x	32 [W]	6 un.
		12	-	2	x	32 [W]	24 un.
	Sala 502	6	-	1	x	32 [W]	6 un.
		12	-	2	x	32 [W]	24 un.

6° Andar	Sala 503	6	-	1	x	32 [W]	6 un.	
		12	-	2	x	32 [W]	24 un.	
	Sala 504	6	-	1	x	32 [W]	6 un.	
		12	-	2	x	32 [W]	24 un.	
	Sala 505	6	-	1	x	32 [W]	6 un.	
		12	-	2	x	32 [W]	24 un.	
	Sala 506	6	-	1	x	32 [W]	6 un.	
		12	-	2	x	32 [W]	24 un.	
	Sala 507	6	-	1	x	32 [W]	6 un.	
		12	-	2	x	32 [W]	24 un.	
	Sala 508	6	-	1	x	32 [W]	6 un.	
		12	-	2	x	32 [W]	24 un.	
	Sala 509	6	-	1	x	32 [W]	6 un.	
		12	-	2	x	32 [W]	24 un.	
	6° Andar	Sala 601	10	-	2	x	32 [W]	20 un.
		Sala 602	4	-	2	x	32 [W]	8 un.
		Sala 603	4	-	2	x	32 [W]	8 un.
		Sala 604	4	-	2	x	32 [W]	8 un.
		Sala 605	4	-	2	x	32 [W]	8 un.
		Sala 606	4	-	2	x	32 [W]	8 un.
Sala 607		6	-	1	x	32 [W]	6 un.	
		4	-	2	x	32 [W]	8 un.	
Sala 608		4	-	2	x	32 [W]	8 un.	
Sala 609		6	-	1	x	32 [W]	6 un.	
		4	-	2	x	32 [W]	8 un.	
Sala 610		6	-	1	x	32 [W]	6 un.	
		12	-	2	x	32 [W]	24 un.	
Sala 611		6	-	1	x	32 [W]	6 un.	
		12	-	2	x	32 [W]	24 un.	
Sala 612		4	-	2	x	32 [W]	8 un.	
Sala 613		6	-	1	x	32 [W]	6 un.	
		4	-	2	x	32 [W]	8 un.	
Sala 614		6	-	1	x	32 [W]	6 un.	
		12	-	2	x	32 [W]	24 un.	
TOTAL							1528	

Fonte: Dados de pesquisa

Tem-se 1528 lâmpadas de 32W totalizando 48.896W de Potência de Iluminação, explicitadas na tabela 6.

O período de utilização das luminárias foi estimado conforme o uso temporal das salas de aula, tabela 5.

Tabela 5 – Período de utilização das salas

Utilização do Prédio 45		
Dias da Semana		
SEG - SEX		
07h30 - 11h50	13h15 - 17h35	18h30 - 22h50
4 Horas e 20 Min	4 Horas e 20 Min	4 Horas e 20 Min
13 horas de Utilização por Dia		
65 Horas de Utilização por Semana		
44 Semanas no Ano Letivo		
2860 Horas de Utilização por Ano		

Fonte: Dados de pesquisa

Tabela 6 – Instalações Físicas e Procedimento Operacional da Unidade

Potência de Iluminação	Consumo atual estimado 22 dias uteis no mês	Consumo atual estimado Ano
48.896 W	13.984,26 kWh	139,84 MWh/Ano

Fonte: Dados de pesquisa

Após os cálculos chegamos a uma média de 635,65 kWh/dia. Como o perfil do local do projeto é sala de aula, pode-se estimar o consumo em dias da semana.

Através da previsão semanal do consumo pode-se prever a utilização mensal e anual.

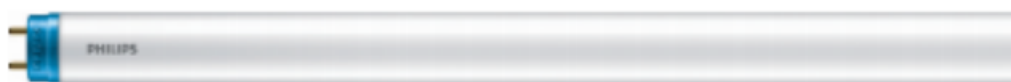
3.4 OPORTUNIDADES DE ECONOMIA

O objetivo do diagnóstico energético é apresentar a ação de eficiência prevista no sistema de iluminação nas dependências do prédio 45 conforme descritas a seguir.

- A eficiência energética corrente e em decorrência o consumo de energia nas salas de aulas.
- A proposta de eficiência.
- Vida útil maior do sistema de iluminação.

O levantamento técnico no edifício do 1º ao 6º Andar do prédio 45 para a verificação do tipo de iluminação que o prédio possuía. O levantamento foi realizado apenas nas salas de aula já que o corredor do prédio possuía lâmpadas LEDs. Foram contabilizados 914 pontos de luminárias separadas em 58 salas de aula no total de 1528 lâmpadas. O sistema era composto por lâmpadas T8 de 32 W. As luminárias que possuíam T8 em sua grande maioria eram do tipo 2x32 [W], no entanto, as salas de aula também possuíam luminárias de 1x32 [W]. Está sendo proposto a substituição pela lâmpada da fabricante Phillips do modelo ESSENTIAL LEDtube T8 de 18W, pois garantia o Selo Procel de eficiência e qualidade, o fabricante demonstrou excelente condição comercial no momento da procura, com logística de entrega rápida para atendimento no período curto de obras de substituição. Detalhe lâmpada, figura 12.

Figura 12 – T8 18W - Philips



Fonte: Catálogo Técnico Philips (2022)

3.5 TIPOLOGIAS E QUANTIDADES DO DIAGNÓSTICO

Nesta proposta, para economia do custo das luminárias, que estão em bom estado, estão sendo propostas apenas a troca das lâmpadas, identificadas na tabela 7.

Tabela 7 – Quantidade das luminárias e proposta de para o retrofit

Tipologia	Quantidade de Luminárias	Quantidade de Lâmpadas	Proposto
T8 – 1x32 [W]	300	300	T8 - ESSENTIAL LEDtube 18 [W]
T8 – 2x32 [W]	614	1228	T8 - ESSENTIAL LEDtube 18 [W]
TOTAL	914	1528	-

Fonte: Autor (2023)

3.6 ENERGIA ECONOMIZADA

Com a iluminação toda em LED há um impacto direto na redução a potência de iluminação e consequentemente o consumo de energia nos ambientes dedicados do projeto. 1528 luminárias a uma potência de 18W, totalizam 27.504 W de potência instalada. Através dessas reduções chegam-se nos números apresentados na tabela 8.

Tabela 8 – Instalações Físicas e Operacionais com LED

Potencial Atualizado de Iluminação com LED	Consumo previsto	Consumo atual estimado
	22 dias úteis no mês	Ano
27.504 W	7.866,14 kWh	78,66 MWh/Ano

Fonte: Autor (2023)

Estima-se que a economia gerada pela substituição da iluminação fluorescente por LED, pode chegar a 61,18 MWh/ano.

3.7 CERTIFICAÇÃO DA ILUMINAÇÃO

O modelo de lâmpada escolhido para o processo de eficiência energética do prédio 45 foi:

- ESSENTIAL LEDtube 1200mm 18W840 T8 CWG

O modelo escolhido para a substituição das lâmpadas possui certificação Procel conforme catálogo técnico “Selo_Procel_Lâmpadas_LED”.

As lâmpadas escolhidas para o processo de eficiência energética possuem uma temperatura de cor de 4000K, fator de potência de 0,92, tensão nominal de 100-240 V e vida útil de 30.000h, conforme catálogo técnico do fabricante.

3.8 ESTRATÉGIAS DE MEDIÇÃO E VERIFICAÇÃO ADOTADA

A estratégia de M&V foi elaborada com base no Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance (PIMVP), no Procedimentos do Programa de Eficiência Energética (PROPEE), no Guia de M&V da ANEEL e nos termos do edital da Chamada Pública Eletropaulo 2018.

3.8.1 ILUMINAÇÃO

Iluminação Para a Estratégia de M&V serão adotados os seguintes parâmetros:

- Fronteira de Medição: A Fronteira de Medição será a própria luminária ou circuito de luminárias (Opção B do PIMVP). O local de instalação foi no quadro de alimentação de iluminação do 1º ao 6º andar do prédio 45, vide figura 13.

Figura 13 – Placa de medição JE05 e quadro de iluminação

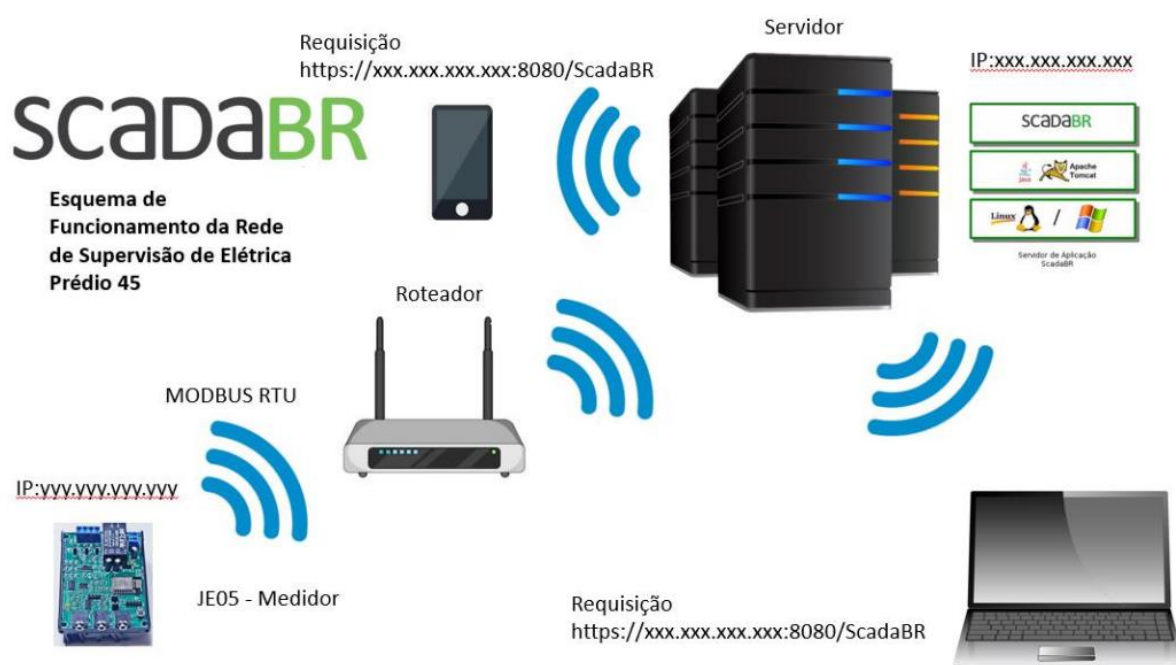


Fonte: Autor (2022)

Poderiam ter sido utilizadas outras placas com a mesma função. O supervisório e as placas escolhidas, foram utilizadas por estarem em estoque na universidade para aplicação em algumas aulas.

3.8.2 SUPERVISÓRIO – SOFTWARE SCADABR

Figura 14 – Esquema de funcionamento da rede de supervisão

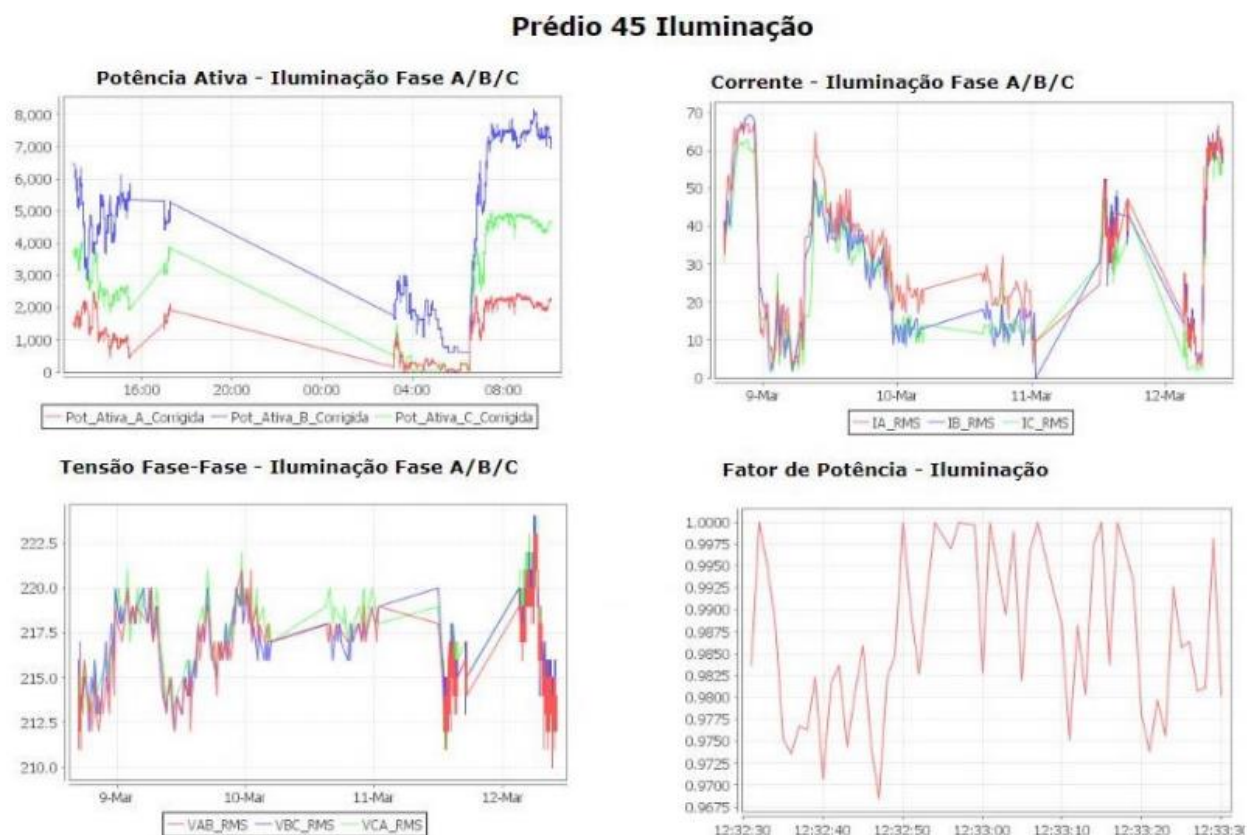


Fonte: Autor (2022)

A placa de medição escolhida para monitorar o prédio 45 foi a JE05. Este multimedidor se comunica através da rede WIFI. Os dados colhidos e tratados pelo multimedidor são levados até um roteador que será responsável por levar o dado ao servidor. Neste servidor está instalado o supervisório ScadaBR, o servidor de aplicação Apache Tomcat e o Banco de dados para armazenar os dados. O usuário para ter acesso ao supervisório, faz uma requisição ao servidor utilizando seu endereço IP e entrando com usuário e senha. A partir desse ponto o usuário pode ter total visão do supervisório e dos dados salvos, vide esquema figura 14.

Ao entrar no sistema o usuário se depara com a tela gráfica, figura 15.

Figura 15 – Tela gráfica do supervisório



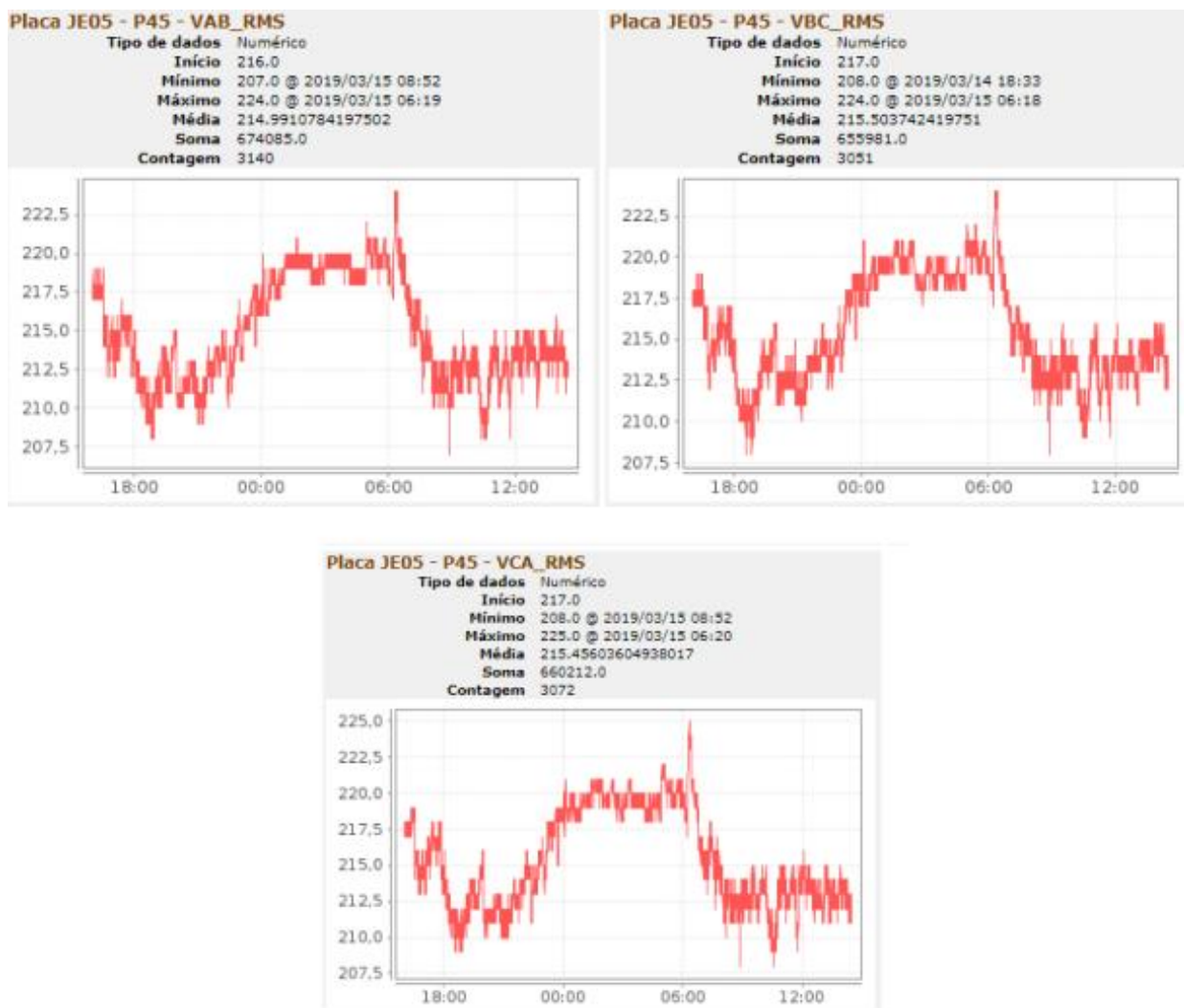
Fonte: Autor (2022)

A vantagem de um supervisório é a flexibilização na coleta de dados, através dele podem-se extrair relatórios, habilitar alarmes e visualizar o que está acontecendo instantaneamente. Todos os dados mostrados nesse diagnóstico de eficiência energética foram coletados utilizando o ScadaBR.

3.8.3 DADOS GERAIS COLETADOS E MEDIDOR

Foram realizadas algumas medições para verificar a variação da alimentação da iluminação. Mediu-se a tensão, corrente e potência ativa do quadro de distribuição, vide figuras 16 a 21.

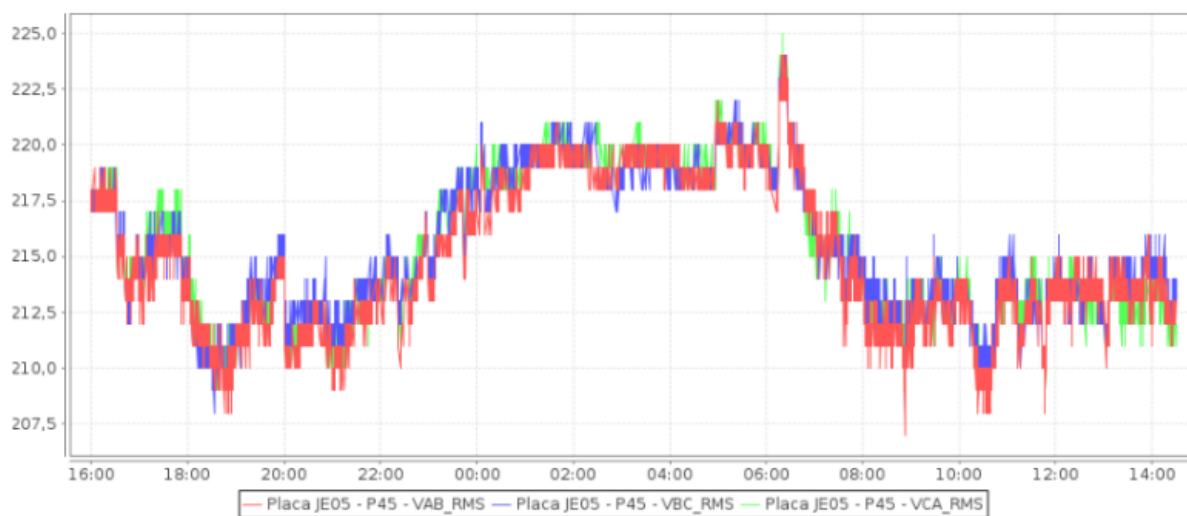
Figura 16 – Medição de Tensão VAB/VBC/VCA



Fonte: Autor (2022)

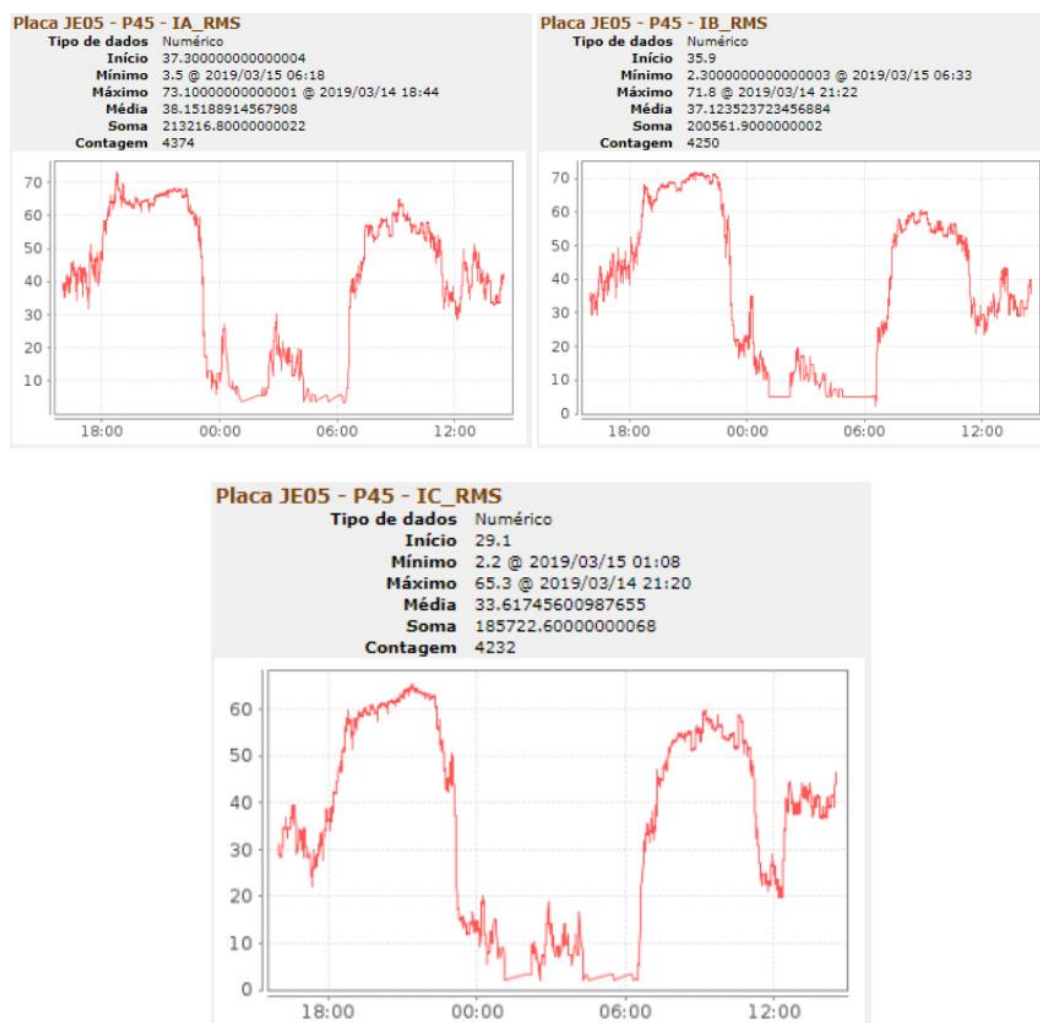
Figura 17 – Medição de Tensão – Gráfico consolidado

Gráfico consolidado



Fonte: Autor (2022)

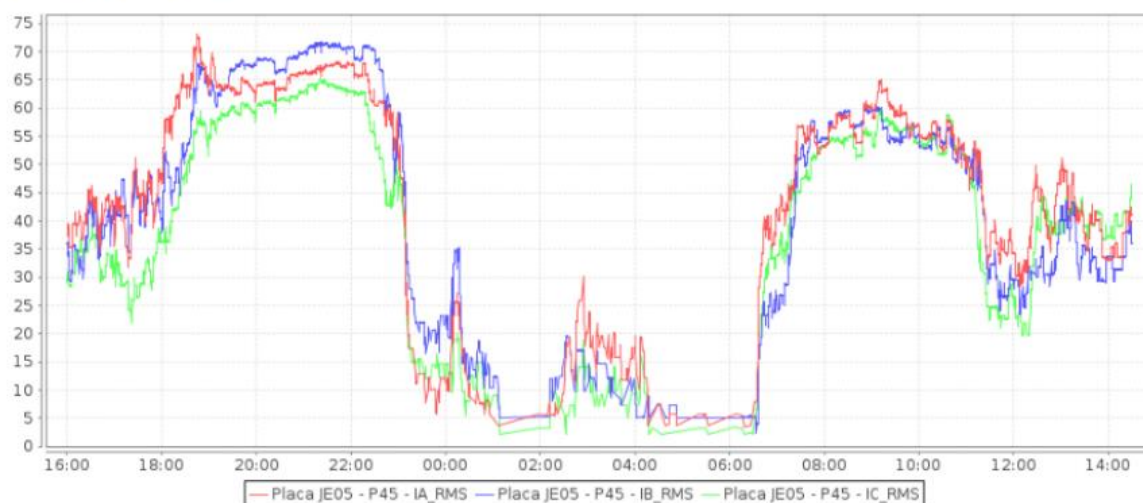
Figura 18 – Medição das correntes A/B/C



Fonte: Autor (2022)

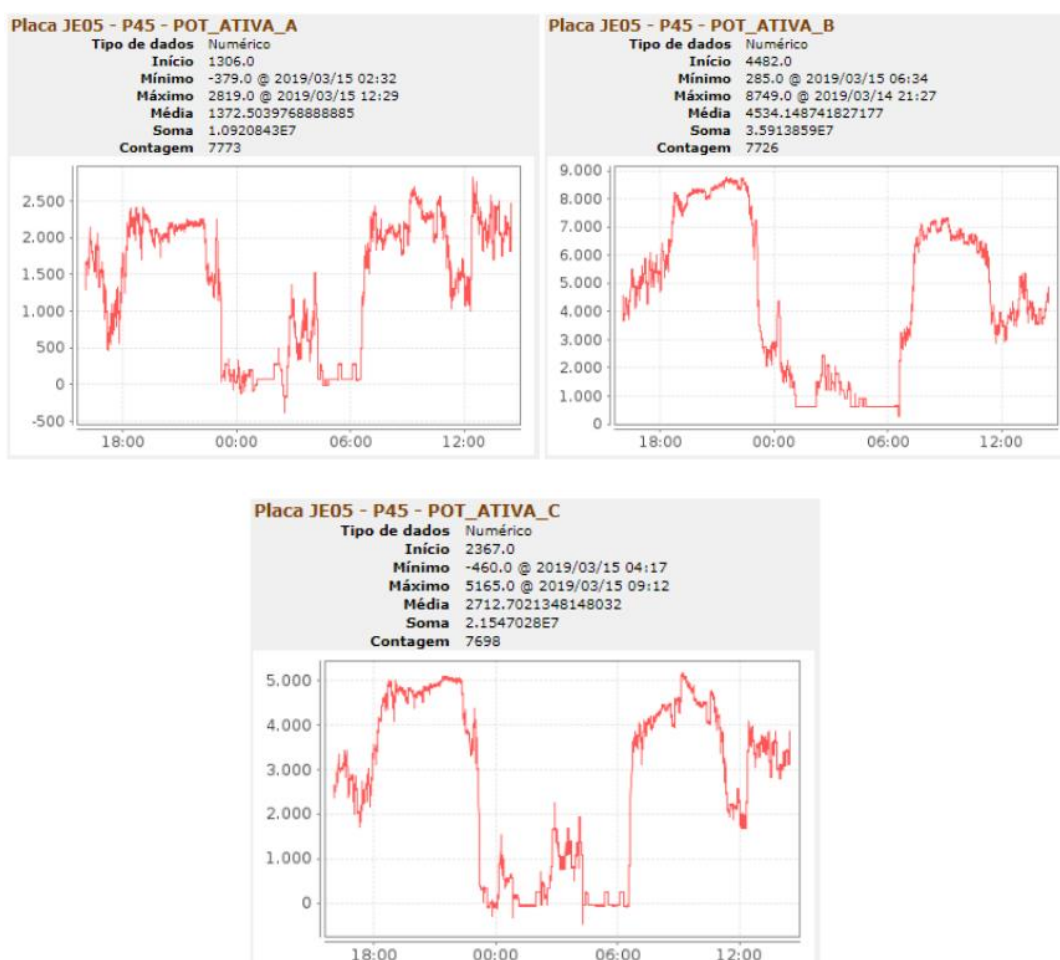
Figura 19 – Medição de Corrente – Gráfico consolidado

Gráfico consolidado



Fonte: Autor (2022)

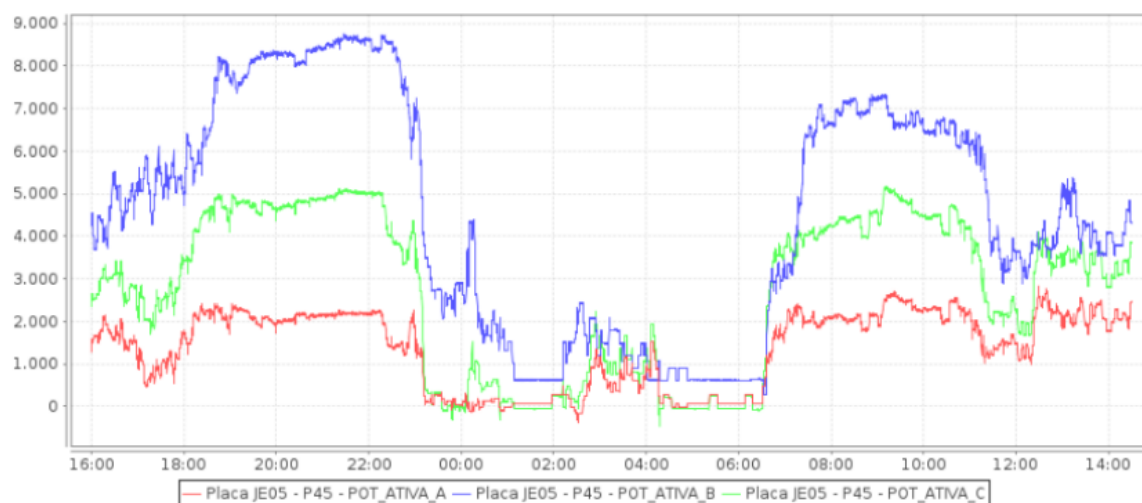
Figura 20 – Medição de potência ativa A/B/C



Fonte: Autor (2022)

Figura 21 – Medição das potências A/B/C - Consolidado

Gráfico consolidado



Fonte: Autor (2022)

O medidor escolhido para o monitoramento do projeto foi o WATT METER JE05 – Ver 01.00. Esse medidor suporta o protocolo Modbus TCP/IP e MQTT Client onde é possível a leitura via WIFI de todas as medidas da placa. O modo escolhido de operação foi o Modbus TCP/IP, através do supervisório ScadaBR consegue-se fazer a aquisição dos dados através dos registradores do medidor. Poderiam ter sido selecionados outros medidores. A escolha baseou-se no material existente e disponível dentro da universidade para tal finalidade.

3.9 COMPARATIVO FLUORESCENTE X LED

Conforme cálculos apresentados o consumo para dias de semana tanto para lâmpadas fluorescentes quanto para lâmpadas LEDs são explicitados na tabela 9.

Tabela 9 – Consumo Fluorescente x LED

Dias da Semana	Consumo Fluorescente	Consumo LED
Segunda	635,65 kWh	357,55 kWh
Terça	635,65 kWh	357,55 kWh
Quarta	635,65 kWh	357,55 kWh
Quinta	635,65 kWh	357,55 kWh
Sexta	635,65 kWh	357,55 kWh
Consumo total semanal	3178,25 kWh	1787,75 kWh

Fonte: Autor (2022)

O medidor de energia registrou 1.560 kWh de consumo de energia no período de 11/03/2022 a 15/03/2022. O estimado no consumo de energia do LED era de 1.787,76 kWh, no entanto o medidor conseguiu registrar o valor um pouco abaixo por conta de variação no uso dos horários, ou até mesmo por uma oportunidade maior ainda de economia de energia.

3.10 QUADRO FINAL COMPARATIVO

Valores de referência para o cálculo de custo explicitados na tabela 10.

Tabela 10 – Custo Consumo

Custo no horário Ponta:	0,56548 R\$/k[Wh]
Custo no horário Fora Ponta:	0,39918 R\$/k[Wh]

Fonte: Autor (2022)

Tabela 11 – Comparativo Fluorescente x LED

Prédio	Potência de Iluminação	Consumo atual estimado	Consumo atual estimado	Custo estimado do consumo atual (mês) - Bandeira Verde	Custo estimado do consumo atual (anual)
		22 dias uteis no mês	Ano		
45	48.896 W	13.984,26 kWh	139,84 MWh/Ano	R\$ 6.118,91	R\$ 61.189,08
	Potencial Atualizado de Iluminação	Consumo previsto	Consumo atual estimado	Custo estimado do consumo atual (mês) - Bandeira Verde	Custo estimado do consumo atual (anual)
		22 dias uteis no mês	Ano		
	27.504 W	7.866,14 kWh	78,66 MWh/Ano	R\$ 4.240,27	R\$ 42.402,71
	Redução de Consumo Mensal	Redução de Consumo Anual	Redução Custo Mensal	Redução Custo Anual	Eficiência energética
	6.118,11 kWh	61,18 MWh/Ano	R\$ 1.878,64	R\$ 18.786,37	43,75%

Fonte: Autor (2022)

3.11 CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO E PAYBACK

Nos custos do projeto estão embutidos o valor do material e o valor da mão de obra conforme quadro apresentado, tabela 12.

Tabela 12 – Custo de Material + MO

Quantidade de Lâmpadas	Valor Unitário (Material)	Valor Unitário Mão de Obra	Total
1528 un.	23,95 R\$/un.	1,50 R\$/un.	R\$ 38.887,60

Fonte: Autor (2022)

Custo envolvido na economia de energia em lâmpadas LED, tabela 13.

Tabela 13 – Consumo LED mensal e anual

Custo estimado do consumo Lâmpada LED (mês)	Custo estimado do consumo Lâmpada LED (anual)
R\$ 4.240,27	R\$ 42.402,71

Fonte: Autor (2022)

A somatória do custo material, e da mão de obra para o serviço fica em: R\$ 38.887,60. A economia gerada por ano apenas no ganho energético é de R\$ 18.786,37. Portanto o retorno do investimento será de aproximadamente 2 anos com a execução deste projeto de retrofit.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cidade de São Paula está em constante crescimento e modernização de tal forma que o retrofit estabelece uma necessidade em edificações antigas. Cada minuto é significativo em relação ao tempo e ao custo para a viabilidade de um empreendimento. O estudo de caso deste trabalho se mostrou extremamente viável economicamente e claramente exequível. Foi apresentado que o payback do investimento é de apenas 2 anos, proporcionando a partir desse período, a diminuição no custo do serviço prestado e trazendo melhores condições comerciais para o cliente final.

A economia anual em apenas uma edificação foi de R\$ 18.786,37. O campus estudado há outros edifícios e áreas comuns externas, com as mesmas características em que é possível implementar o mesmo retrofit e expandir a economia energética da universidade.

Este trabalho cumpriu o seu papel social em promover a melhoria da utilização energética gerada pelo país e possibilita que novos estudos o acompanhem nessa necessidade atual de modernizar edifícios com sustentabilidade. Cada vez mais a demanda por retrofits aumentará, com as trocas de finalidade de usos dos prédios atuais, bem como da necessidade da sociedade em promover inclusão em todos os aspectos.

Financeiramente, tanto o empreendedor e construtor, quanto o usuário final e todos aqueles que usufruem do espaço, notam a importância dessa diminuição de custos, com a diminuição das mensalidades a longo prazo.

Como oportunidade para novos estudos, este trabalho propõe um estudo mais aprofundado das edificações vizinhas no sistema de climatização, nas instalações elétricas e hidráulicas; na adaptação e incorporação de tecnologias dentro das salas como sistema de áudio e vídeo; em edifícios que a fachada não é patrimônio histórico pode-se propor a implementação de brises a fim de melhorar a eficiência energética do empreendimento; na classificação e envolvimento de um coordenador de projetos específicos para um projeto completo de retrofit.

REFERÊNCIAS

BARRIENTOS, M. I. G. G., QUALHARINI, E. L. **Retrofit de Construções frente a óptica Brasileira**. In 3º ENCORE – Encontro sobre Conservação e Reabilitação de edifícios, 2003, Lisboa, Portugal. Anais, 2003.

BARRIENTOS, M. I. G. G. **Retrofit de edificações: estudo de reabilitação e adaptação das edificações antigas às necessidades atuais**. 2004. 189 f. Dissertação (Faculdade de Arquitetura e Urbanismo), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

BRASIL. Empresa de Pesquisa Energética. Ministério de Minas e Energia. **Relatório Síntese do Balanço Energético Nacional – BEN 2023**. [S. l.]: Governo Federal, 2023. 65 p. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-748/topico-681/BEN_S%C3%ADntese_2023_PT.pdf. Acesso em: 20 ago. 2023.

BRASIL. Governo Federal. Ministério de Minas e Energia (comp.). **Demanda de energia no Brasil tem forte recuperação em 2021: consumo de eletricidade teve alta de 6,9% de janeiro a maio**. A demanda total de energia poderá crescer 4,3% nos 12 meses de 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/demanda-de-energia-nobrasil-tem-forte-recuperacao-em-2021>. Acesso em: 16 abr. 2022.

COELHO, Y. **Retrofit: o que é, como funciona e exemplos no Brasil**: tudo sobre o retrofit, uma técnica que alia tecnologia com materiais de qualidade para recuperar prédios antigos, preservando sua arquitetura original. Tudo sobre o Retrofit, uma técnica que alia tecnologia com materiais de qualidade para recuperar prédios antigos, preservando sua arquitetura original. 2021. Disponível em: <https://casacor.abril.com.br/arquitetura/retrofit/>. Acesso em: 25 out. 2023.

CROITOR, E. P. N. **A gestão de projetos aplicada à reabilitação de edifícios: estudo da interface entre projeto e obra**. 2009. 178f. Dissertação (Departamento de Engenharia de Construção Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, USP, São Paulo, 2009.

DENISE LUNA (Brasil). **EPE prevê crescimento da demanda de energia de 3,6% ao ano até 2029**. 2019. Disponível em: <https://economia.uol.com.br/noticias/estadao-conteudo/2019/08/29/epepreve-crescimento-da-demanda-de-energia-de-36-ao-ano-ate-2029.htm>. Acesso em: 16 abr. 2022.

ESTÚDIO FOLHA (São Paulo). **Prefeitura autoriza um retrofit a cada 18 dias para viabilizar unidades residenciais no centro de SP**: ação faz parte do programa requalifica centro, para atrair 220 mil moradores e novos investimentos para a região; neste mês, foi concedido o primeiro habite-se, após reforma no edifício renata sampaio ferreira, na república. Ação faz parte do programa Requalifica Centro, para atrair 220 mil moradores e novos investimentos para a região; neste mês, foi concedido o primeiro Habite-se, após reforma no Edifício Renata Sampaio Ferreira, na República. 2023. Disponível em: <https://estudio.folha.uol.com.br/prefeitura-de-saopaulo/2023/10/prefeitura-autoriza-um-retrofit-a-cada-18-dias-para-viabilizar-unidades-residenciais-no-centro-de-sp.shtml>. Acesso em: 24 out. 2023.

FONTES de energia renováveis e não renováveis: Qual a diferença entre fontes de energia renováveis e não renováveis?. Disponível em: <https://www.diferenca.com/fontes-energia-renovaveis-nao-renovaveis/>. Acesso em: 25 out. 2023.

GOVERNO FEDERAL. **Procel - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica**. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/sntep/procel>. Acesso em: 15 out. 2023.

LEITÃO, D. – **Soluções e Trabalhos de Reabilitação – Metodologia para a Implementação de Checklists**. Tese para a obtenção do grau de mestre em Engenharia Civil pela Universidade do Minho (2003).

MARQUES de JESUS, C.R.;BARROS,M.M.S.B. **Reabilitação de edifícios: a importância dos sistemas prediais**. Revista Construção Mercado. Editora PINI, edição 156, março/2010.

MATTEDE, H. **O que é um LED?** 2023. Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/o-que-e-um-led/>. Acesso em: 25 out. 2023.

Acesso em: 25 out. 2023.

Ministério de Minas e Energia. **Energia renovável chega a quase 50% da matriz energética brasileira**: estudo indica que o Brasil lidera geração de energia limpa entre os países dos brics. Estudo indica que o Brasil lidera geração de energia limpa entre os países dos Brics. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/energia-minerais-e-combustiveis/2021/08/energia-renovavel-chega-a-quase-50-da-matriz-eletrica-brasileira-1>. Acesso em: 25 out. 2023.

MORAES, V. T. F.; QUELHAS, O. L. G. **O DESENVOLVIMENTO DA METODOLOGIA E OS PROCESSOS DE UM “RETROFIT” ARQUITETÔNICO**. *Sistemas & Gestão*, Niterói, Rio de Janeiro, v. 7, n. 3, p. 448-461, 15 set. 2012. Quadrimestral. Disponível em: <https://revistasg.uff.br/sg/article/view/V7N3A13/V7N3A13>. Acesso em: 25 out. 2023.

MORAES, V. T. F. **Propostas e diretrizes para projeto de “Retrofit”. O caso de uma edificação para atividade de ensino**. 2011. 199f. Dissertação (Mestrado em Sistema de Gestão), - LATEC - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2011.

MORE: **Mecanismo online para referências, versão 2.0**. Florianópolis: UFSC Rexlab, 2013. Disponível em: <http://www.more.ufsc.br/>. Acesso em: 25.10.2023.

OLIVEIRA, L. A. d. **Metodologia para desenvolvimento de projeto de fachadas leves**. 2009. 287f. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

PROCEL INFO. Ministério de Minas e Energia. **Sobre o Procel**. 2006. Disponível em: <http://www.procelinfo.com.br/main.asp?Team=%7B505FF883%2DA273%2D4C47%2DA14E%2D0055586F97FC%7D>. Acesso em: 25 out. 2023.

QUALHARINI, E., L., **Retrofit de construções: metodologia de avaliação**. In: ENCONTRO NAIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO,10, 2004, São Paulo. Construção Sustentável. São Paulo, 2004.

REDAÇÃO NATIONAL GEOGRAPHIC BRASIL. **A energia solar é um caminho para reduzir o aquecimento global?**: baixas emissões de carbono e preços cada vez mais acessíveis fazem da energia solar uma alternativa sustentável aos combustíveis fósseis.. Baixas emissões de carbono e preços cada vez mais acessíveis fazem da energia solar uma alternativa sustentável aos combustíveis fósseis.. 2022. Disponível

em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/meio-ambiente/2022/04/a-energia-solar-e-um-caminho-para-reduzir-o-aquecimento-global>. Acesso em: 25 out. 2023.

RIO DE JANEIRO. Luiz Augusto Nobrega Barroso. Ministério de Minas e Energia (org.). **Projeção da demanda de energia elétrica: para os próximos 10 anos (2017-2026)**. Rio de Janeiro, 2017. 83 p. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dadosabertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-245/topico261/DEA%20001_2017%20%20Proje%C3%A7%C3%B5es%20da%20Demanda%20de%20Energia%20El%C3%A9trica%202017-2026_VF%5B1%5D.pdf. Acesso em: 16 abr. 2022.

SEBRAE. **Conheça as perspectivas para o cenário energético do Brasil**: brasil pode tornar-se um dos líderes mundiais na produção de hidrogênio verde, mas nesse cenário energético, há desafios políticos e tecnológicos.. Brasil pode tornar-se um dos líderes mundiais na produção de hidrogênio verde, mas nesse cenário energético, há desafios políticos e tecnológicos.. 2022. Disponível em: <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/conheca-as-perspectivas-para-o-cenario-energetico-do-brasil,aa74dc24ab584810VgnVCM100000d701210aRCRD>.

TOLMASQUIM, M. T. Perspectivas e planejamento do setor energético no Brasil. **Estudos Avançados**, [S.L.], v. 26, n. 74, p. 247-260, 2012. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-40142012000100017>.

VALE, M. S d. **Diretrizes para racionalização e atualização das edificações: segundo o conceito da qualidade e sobre a ótica do retrofit** 2006. 195 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ/FAU Rio de Janeiro, 2006.

WIAZOWSKI, I. **Renovação e requalificação de edifícios de escritórios na região central de São Paulo: o caso do edifício São Bartholomeu**. 2007. 110f. Monografia (MBA em gerenciamento de Empresas e Empreendimentos na Construção Civil, com ênfase em Real Estate) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Programa de Educação Continuada em engenharia, São Paulo, 2007.

YOLLE, J. N. **Diretrizes para o estudo de viabilidade da reabilitação de edifícios antigos na região central de São Paulo visando a produção de HIS: Estudo de**

Caso inserido no Programa de Arrendamento Residencial (PAR – Reforma) - Edifícios: Olga Benário e Labor e Joaquim Carlos 2006. 178f. Dissertação (Departamento de Engenharia de Construção Civil e Urbana) – Escola Politécnica

APÊNDICE

RELATÓRIO FOTOGRÁFICO DOS AMBIENTES RETROFITADOS

1º Andar

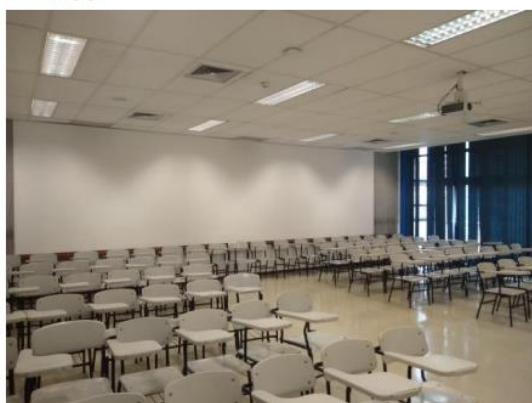


Sala 104 – 1º Andar

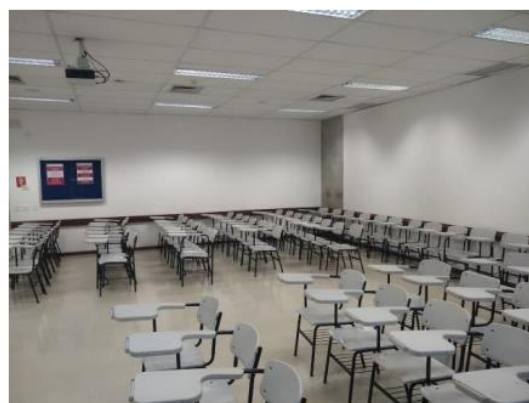


Sala 105 – 1º Andar

2º Andar



Sala 202 – 2º Andar

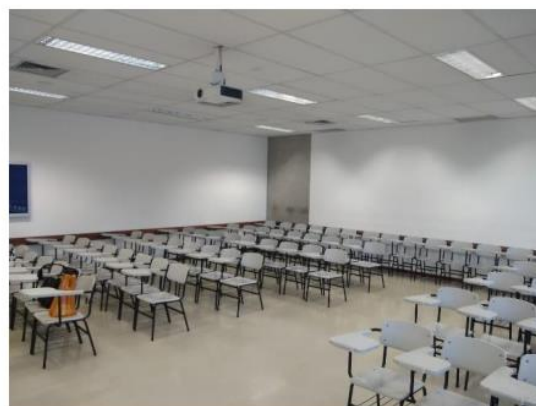


Sala 205 – 2º Andar

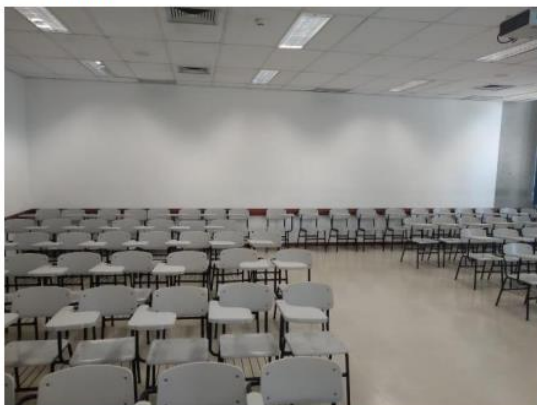
3º Andar



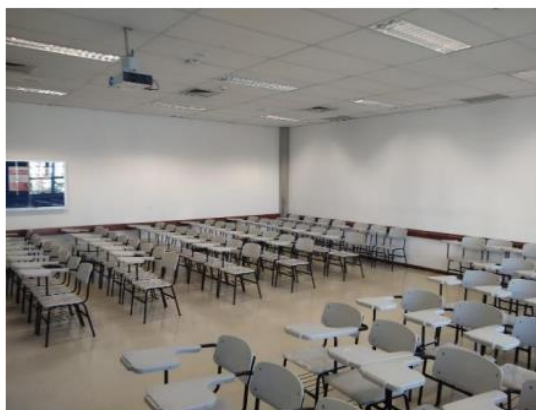
Sala 301 – 3º Andar



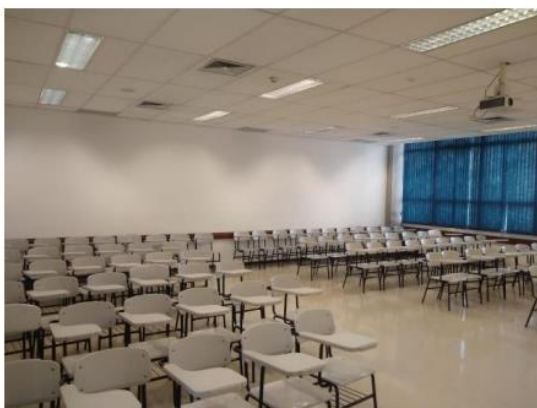
Sala 307 – 3º Andar

4º Andar

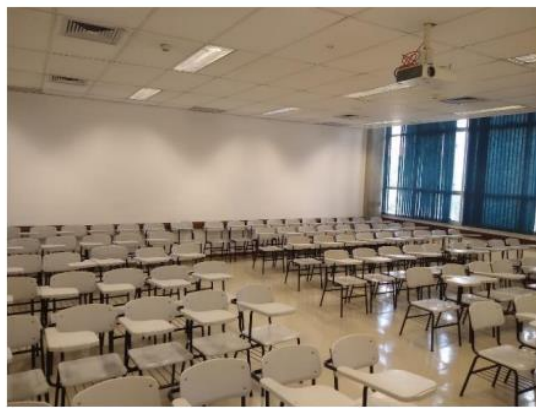
Sala 404 – 4º Andar



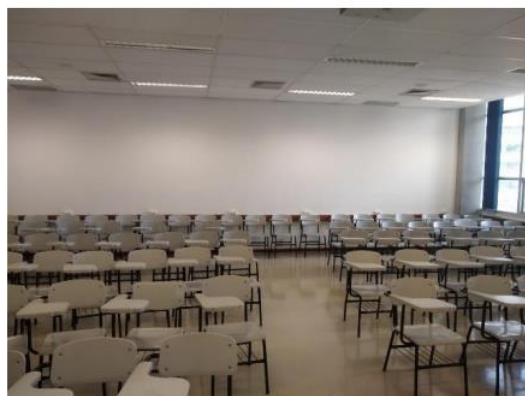
Sala 408 – 4º Andar

5º Andar

Sala 502 – 5º Andar



Sala 503 – 5º Andar

6º Andar

Sala 602 – 6º Andar



Sala 606 – 6º Andar