ANAIS
IV EURO ELECS
2021

ARTIGO

AMBIENTES UNIVERSITÁRIOS EFICIENTES: ESTUDO DO IMPACTO ENERGÉTICO-ECONÔMICO DA IMPLEMENTAÇÃO DE BRISES-SOLEIS NO EDIFÍCIO JORGE MACHADO MOREIRA



TORRES, Thiago
(thiagotorres@ufrj.br)
Universidade Federal do Rio de Janeiro – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura (PROARQ / FAU / UFRJ), Brasil

BRASILEIRO, Alice
(alicebrasileiro@ufrj.br)
Universidade Federal do Rio de Janeiro – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Brasil

SILVOSO, Marcos Martinez
(silvoso@fau.ufrj.br)
Universidade Federal do Rio de Janeiro – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura (PROARQ / FAU / UFRJ), Brasil

PALAVRAS-CHAVE:

Eficiência Energética, Brise-Soleil, Conforto Higrotérmico, Edifício Jorge Machado Moreira

RESUMO

A requalificação dos espaços edificados, visando também o conforto higrotérmico e um gasto energético eficiente, possui grande destaque nas atuais discussões acerca da mitigação dos impactos ambientais. Nesse contexto, a reformulação dos aspectos físicos e materiais da envoltória possuem relevância para a otimização do desempenho termo-energético. Este artigo, assim sendo, apresenta o estudo de uma sala de aula do Edifício JMM/FAU/UFRJ, localizado na Cidade Universitária no Rio de Janeiro. Vale salientar que o conforto térmico é um aspecto essencial para a melhoria do espaço pedagógico, uma vez que a manutenção da situação de conforto coopera para um melhor rendimento dos discentes. A pesquisa desenvolvida verificou o impacto ocasionado pela implementação do sistema de proteção solar originalmente proposto para a fachada noroeste - porém nunca executado, bem como definir em quanto tempo a incorporação deste sistema é pago a partir da economia gerada pela diminuição da carga térmica no ambiente. O estudo foi realizado em três etapas: caracterização do estudo de caso; realização de simulações com o software DesignBuilder em dois cenários, com e sem brise, para quantificar a carga térmica e horas de conforto/desconforto em cada contexto; por fim, cálculo do custo financeiro do consumo energético de cada cenário de modo a definir o "Payback" da proposta. A partir das análises foi possível constatar que a implantação dos brises gerou um aumento das horas de conforto, consequentemente influenciando na diminuição do consumo de ar-condicionado, gerando economia no consumo energético da sala de aula. Apesar de a simulação realizada ratificar o entendimento científico de que os edifícios localizados no Rio de Janeiro, em algum período do ano, demandam sistemas ativos de refrigeração para o conforto higrotérmico, também foi possível constatar que, com o projeto adequado, é possível ampliar o número de horas em conforto atendidas exclusivamente pelos sistemas passivos.

1. INTRODUÇÃO

A temática ambiental tem, cada vez mais, incentivado discussões acerca do futuro do planeta como as Conferências da Organização das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente – a partir de 1972, as Convenções do Clima e a Agenda 21 internacional - a partir de 1992; e, no âmbito nacional, a Agenda 21 Brasileira – a partir de 1996 e a Agenda Ambiental da Administração Pública (A3P) – a partir de 1999. Este último, em especial, se apresenta como um projeto lançado pelo Ministério do Meio Ambiente a fim de estimular práticas socioambientais na gestão dos órgãos públicos que minimizaria – ou eliminaria – o desperdício de recursos naturais além do uso racional e eficiente dos bens públicos (BRASIL, 2017), adequando o comportamento do consumo do Governo seguindo os ideais da Agenda Ambiental Nacional. Entendendo que vivemos num período econômico conturbado para o sistema público federal, principalmente para as Instituições de Ensino Superior - quando parte dos repasses de verbas para investimento e custeio são contingenciados - toda e qualquer ação sustentável que gere economia é de suma importância.

Apesar do incentivo a essa economia, é percebido que inúmeros ambientes públicos dotam de condicionadores de ar para climatizar e iluminação artificial para proporcionar o conforto e bem-estar para os usuários. Entendem-se que esses dispositivos auxiliam na viabilização do conforto para os usuários. Contudo, dados do Balanço Energético Nacional (EPE, 2020), o consumo de energia elétrica por edificações públicas refere-se a 8,5%; valor numérico relativamente baixo quando comparado com o setor industrial que consome cerca de 36% da energia elétrica produzida no país. Isto, porém, refere-se a uma alta despesa com relação ao gasto com energia elétrica. A adoção de novas estratégias que possam associar o aproveitamento da iluminação e ventilação natural aos dispositivos eficazes de iluminamento artificial e sistemas eficazes de ar-condicionado podem ajudar a reverter essa situação que promove um gasto excessivo de energia no país. É importante salientar que, ao aderir a essas novas estratégias, as edificações públicas federais, por força de Instrução Normativa (BRASIL, 2014) devem atingir nível de eficiência energética "A" (BRASIL, 2013) nos sistemas de iluminação artificial, bem como o de condicionamento de ar, além de não poder ter rebaixado o nível de eficiência da própria envoltória.

O uso racional e eficiente da energia elétrica em aparelhos e edificações ajudam a retardar novos impactos ambientais, uma vez que um alto consumo energético exige uma expansão da oferta, ocasionando alguma perda para o meio ambiente. Além disso, também por meio da eficiência, existe também um retorno financeiro com a economia de energia. No âmbito da administração pública, a temática da eficiência energética aparece fortemente nas Instituições de Ensino Superior, seja sobre o meio acadêmico, formando profissionais mais qualificados a disseminar boas práticas, seja sobre a gestão operacional da instituição, incorporando princípios e condutas de sustentabilidade que poderão servir de modelo para a sociedade (TAUCHEN e BRANDLI, 2006).

Nessas instituições, para a formação de futuros profissionais mais bem capacitados, é necessária a criação de um espaço confortável de sala de aula para que se contribua num melhor rendimento dos discentes. Influenciam no conforto dos

alunos os aspectos físicos do ambiente, desde iluminação, cores, até temperatura; sendo a climatização dos espaços pedagógicos um aspecto importante para a melhoria da aprendizagem na manutenção dos indivíduos em situação de conforto higrotérmico. A literatura clássica discute conforto higrotérmico através de um balanceamento equilibrado em que organismos geram e perdem energia influenciados pelo meio em que vivem (OLGYAY, 1998; RIVERO, 1985). No âmbito mais técnico, a American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers (ASHRAE) define conforto térmico como "[...] condição da mente que expressa satisfação com o ambiente térmico [...]" (ASHRAE, 2013, p. 5); a NBR 16401-2 (ABNT, 2008) define como "[...] o estado de espírito que expressa satisfação com o ambiente térmico e a temperatura do corpo como um todo [...]". Percebe-se então que esse simples balanceamento pode satisfazer o conforto do usuário.

Por outro lado, para a gestão operacional nas Instituições de Ensino Superior, essas detêm o poder de sistematizar programas que visem uma conscientização maior dos usuários ou mesmo incorporando práticas sustentáveis. Tendo como exemplo a mais antiga instituição de ensino superior - a Universidade Federal do Rio de Janeiro - pode-se destacar um programa de conscientização como o "Essa conta é de todos" que visava o incentivo ao uso racional da energia elétrica dentro dos ambientes universitários (UFRJ, 2017). Foram veiculadas mensagens aos usuários dos edifícios para que adaptassem seu modo de viver, visando um uso mais racional e com menos desperdício dentro dos campi universitários. Já um exemplo de práticas sustentáveis pela gestão operacional da UFRJ pode ser visto pela substituição das lâmpadas fluorescentes para as de LED. A UFRJ iniciou o projeto pelas áreas comuns do Centro de Tecnologia, como também em outros centros. Além de reduzir o consumo energético e, consequentemente o gasto com eletricidade, houve também uma redução nos gastos com manutenção e trocas de lâmpadas. De forma preliminar, foram divulgados breves resultados como a redução de 59% da potência instalada e com os gastos a ela atribuídos (FUNDO VERDE, 2018).

2. OBJETIVO

Esta pesquisa tem o objetivo de verificar a quantidade de horas de conforto que a implantação de um sistema de brises-soleis – originalmente proposto pelo arquiteto criador – consegue gerar em uma sala de aula voltada para a fachada noroeste no Edifício Jorge Machado Moreira – ícone carioca do Movimento Moderno. Além disso, um objetivo secundário visa descobrir em quanto tempo a incorporação desse sistema é paga por meio da economia de energia gerada pela diminuição da carga térmica no ambiente.

3. MÉTODO

A metodologia traçada para a elaboração dessa pesquisa se dividiu em 3 etapas: primeiramente a caracterização do estudo de caso, seguido do dimensionamento da carga térmica e horas de conforto e, por fim, o cálculo de custo energético e payback.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO

O estudo se debruçou sobre uma sala de aula do bloco A do edifício Jorge Machado Moreira (Figura 1). Construído no final da década de 1950 e ocupado em 1961, o arquiteto concebe um novo exemplar da Arquitetura Carioca Moderna para abrigar a futura sede da Faculdade Nacional de Arquitetura da então Universidade do Brasil que, além de ser premiado na IV Bienal de São Paulo, seguia o racionalismo construtivo, destacando sua forma de projetar por meio da modulação e padronização dos elementos.

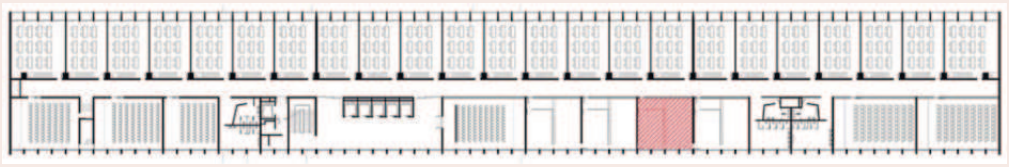

Figura 1. Planta Baixa do pavimento tipo do bloco A do Edifício JMM. Sala analisada destacada em vermelho.

Por se tratar de uma obra Moderna, a modulação acontece na totalidade do objeto e, por isso, o estudo decide focar em um exemplo de sala voltada para a fachada noroeste. A modulação contribuiu para que os ambientes fossem providos de espaços amplos, com grandes panos de vidros – que favoreceriam a iluminação – sendo também dotados de ventilação cruzada, que auxiliaria no conforto higrotérmico do ambiente. Além do pé-direito de 4m, a sala em questão possui dimensões de 9m por 9,60m, sendo esta última a dimensão da parede voltada para o exterior. A envoltória dessa sala contém, aproximadamente, 38m^2 de área, sendo mais de 50% formados por elemento translucido das janelas. Por conta disso, essa fachada foi projetada para receber brises móveis mesclados entre parte horizontal e parte vertical. Além da forma dos brises, as cores e os materiais foram definidos em um estudo (SÁ, 1951) feito pelo engenheiro Paulo Accioly Sá, a pedido do departamento de obras públicas brasileiro - responsável pela construção da Cidade Universitária - que requisitava alguns ensaios técnicos que fornecessem dados e parâmetros a fim de proporcionar a melhor implantação e construção das edificações no, então, futuro terreno. A partir desse conteúdo, o responsável técnico pela construção da Cidade Universitária – o arquiteto Jorge Machado Moreira – se utiliza desses dados para melhor detalhar os novos espaços da sede da FNA, atualmente chamado edifício JMM.

3.2 DIMENSIONAMENTO DA CARGA TÉRMICA E HORAS DE CONFORTO

Por definição, carga térmica pode ser entendida como a porção de calor retirado - ou colocado – em um espaço para que sejam propiciadas condições desejadas de temperatura e umidade (CORBELLA e YANNAS, 2009). Para melhor entendimento, foi necessário calcular a carga térmica incidida no ambiente.

Cabe lembrar que, de acordo com a NBR 16401-1 (ABNT, 2008), existe a indicação da necessidade de se calcular a carga térmica via software de computador.

Para isso foi criada a edificação e destacado o objeto de estudo (Figura 2a), juntamente com os dois cenários para investigação usando o software DesignBuilder (v6.1.8.021) – software que avalia energeticamente as variáveis compostas de uma edificação. No primeiro cenário (Figura 2b), foi modelada a sala de aula nos moldes atuais – não contendo nenhum tipo de proteção à insolação que incide sobre a fachada noroeste. No segundo cenário (Figura 2c) a modelagem da mesma sala teve o acréscimo de brises, tais quais aqueles projetados originalmente pelo arquiteto criador. Cabe salientar que, por se tratar de um estudo de simulação, certos detalhes construtivos precisam ser padronizados para a simplificação do modelo.

Em paralelo à simulação dos dois cenários, houve uma outra simulação para designar numericamente quantas horas de conforto e desconforto o ambiente comporta para cada situação. Foi necessário que o software simulasse um período de um ano para que, a partir desse dado levantado, fossem indicadas as horas de desconforto de ambos os ambientes durante o período de funcionamento da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo.

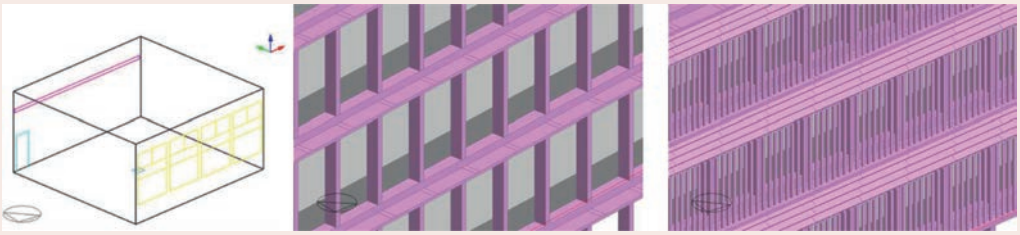

Figura 2a, 2b, 2c. Modelo do ambiente analisado e Comparativo entre o cenário 1 (sem brise) e o cenário 2 (com brise).

A determinação do horário de funcionamento foi considerada para que, posteriormente, fossem apenas aceitas as respectivas horas de conforto e desconforto durante o período em questão. Para o horário de uso foi definido 10 horas diárias, iniciando a partir de 8h e finalizando às 18h, durante todo o mês, e por 10 meses por ano (março a dezembro). A definição desse horário também é julgada importante para a abordagem dos valores a serem considerados para a tarifa energética.

3.3 CONSUMO ENERGÉTICO

Por fim, entendendo a quantidade de carga térmica exigida para manter o ambiente confortável nas horas de desconforto, foi analisado o custo energético do consumo de ar-condicionado durante o período de um ano (ano base 2018[1]). Para isso foram analisadas as contas de energia elétrica do ano de 2018 a fim de se estabelecer o valor nominal do custo de energia de cada mês. Ao fim do estudo foram analisados e comparados os custos, tanto da implantação dos brises – baseados nas informações originais – quanto no consumo eficiente de ar-condicionado para os ambientes nos horários críticos – horários de desconforto.

1 Relatórios mais recentes disponibilizados pela Administração Central da UFRJ.

3.4 INVESTIGAÇÃO

Utilizando o software DesignBuilder, foi modelado integralmente o edifício JMM conforme a construção encontra-se nos dias de hoje. Todos os atributos dos materiais e seus componentes foram devidamente inseridos. Para cada ambiente interno foi atribuído uma zona térmica e especificado uma sala de aula como objeto de estudo, nesse caso a sala 420. Apesar de especificar apenas uma sala de aula, foi necessário incluir também os mesmos parâmetros para as demais salas no software pois no cálculo existe a interferência de uma zona para com a outra. O mesmo arquivo com o modelo construído foi base para um outro arquivo similar, em que houve a inserção dos brises instalados na fachada noroeste.

Após a modelagem, foi feita a simulação para designação da carga térmica do ambiente para ambos os cenários, seguindo a metodologia especificada pela a NBR 16401-1 (ABNT, 2008). O cálculo foi realizado utilizando-se o arquivo climático EPW (EnergyPlus Weather File) para a cidade do Rio de Janeiro com registros do aeroporto Antônio Carlos Jobim - Galeão. A base de cálculo analisou um período de um ano – janeiro a dezembro – registrando o maior valor de carga térmica incidida no ambiente. Nesse caso vale utilizar a referência anual para que se determine o valor máximo de carga térmica. Os valores, expressos em kJ/h, foram convertidos posteriormente para a unidade BTU - *British Thermal Unit* para melhor compreensão (Tabela 01).

Cenários	***Carga Térmica (kJ/h)***	***BTU***
Cenário 1 – sem brise	58.140	55.106
Cenário 2 – com brise	47.628	45.142

Tabela 1. Comparativo de Carga térmica e BTU.

Comparando-se os dois cenários é possível constatar que houve uma queda substancial da carga térmica – 9.964 BTU em valores absolutos, representando uma diminuição de 18,08%. Tais dados se refletem, por consequência, na diminuição de BTUs necessários para o resfriamento do ambiente, a fim de gerar conforto para o usuário.

Posteriormente foram pesquisados os modelos de condicionadores de ar existentes no mercado que pudessem atender aos resultados obtidos para o equilíbrio da carga térmica. Vale salientar que o sistema adotado para o estudo foi de modelo "split" uma vez que a Instituição adota este sistema atualmente em suas instalações. Entende-se também que existem inúmeros sistemas mais eficazes - porém com alto investimento inicial comparados ao sistema escolhido - o que poderia tornar inviável a sua implementação devido às baixas verbas que as instituições públicas federais atualmente recebem. Nesse sentido foi optado pela marca Elgin com nível de eficiência energética "A" (BRASIL, 2013) para ambos os cenários. Para o cenário 1 – sem brise – optou-se por utilizar 2 equipamentos de 30.000 BTUs cada e para o cenário 2 – com brise – adotou-se 2 equipamentos de 24.000 BTUs cada. Na tabela 02 é apresentado um comparativo entre as características de cada modelo.

Cenário	*Modelo*	*BTU (cada)*	*BTU total*	*Potência Elétrica*	*Classificação Procel*
1 – sem brise	Eco Power	30.000	60.000	2.576W	A
2 – com brise	Eco Power	24.000	48.000	2.033W	A

Tabela 2. Comparativo de equipamentos de Ar-Condicionado para cada cenário.

Paralelamente, para gerar resultados que determinassem as horas de conforto e desconforto no ambiente, cada cenário foi simulado também utilizando o arquivo climático EPW (EnergyPlus Weather File) para a cidade do Rio de Janeiro, com registros do aeroporto Internacional Antônio Carlos Jobim - GALEÃO. Nessa simulação foram contabilizadas e utilizadas, dentre todas as temperaturas possíveis de obtenção, principalmente as temperaturas operativas – temperatura dentro dos ambientes – e as temperaturas externas ao ambiente, dentre as 8760 horas do ano.

Para melhor entendimento de um estado confortável, é preciso entender que um corpo humano, em condições de repouso, consegue suportar temperaturas distintas àquelas registradas no ambiente externo gerando, com isso, índices adaptativos que variam entre regiões e localidades específicas (PEREIRA e ASSIS, 2010). Também segundo as autoras, as medições em ambientes internos de edificações não climatizadas podem ser ampliadas a fim de se encontrar tanto a temperatura neutra como a faixa aceitável para conforto.

Sendo assim, antes de garantir a temperatura neutra para cada hora, foi necessário tabelar todas as horas operativas dentro de um arquivo Excel© (Tabela 3 e 4). Conforme fora explicitado, o funcionamento do ambiente acontece em horários e dias letivos que diminuem a quantidade de horas operativas do ambiente, reduzindo de 8760 para 3360 horas. Após essa tabulação, cada temperatura operativa por faixa de hora foi transformada em uma temperatura neutra – seguindo as conclusões definidas por Pereira e Assis (2010). Na sequência, ainda seguindo as conclusões das autoras, foi realizada uma nova equação a fim de determinar a amplitude para conforto de cada hora. Após essa determinação, foram tabuladas e somadas essas horas de conforto de cada dia a fim de quantificar o total geral para cada momento.

A partir desses dados, foi necessário separá-los mês a mês para que se pudesse calcular o consumo energético pelo acionamento do ar-condicionado para as horas de desconforto. O consumo energético de cada mês foi quantificado em valores monetários para os dois cenários: o uso do ar-condicionado nos ambientes com e sem brises. Cabe lembrar que existem custos diferentes para a tarifação a depender do horário: o período de Ponta, entre 17h30min e 20h30min, quando há um alto consumo energético e por isso o valor da taxa pode custar o triplo da tarifação normal; e o período de Fora Ponta, que compreende o restante das horas citadas. Entendendo que o horário de funcionamento da unidade é até as 18h e, consequentemente, para períodos de utilização de energia elétrica nos últimos 30 minutos a tarifação seria de Ponta, foi desconsiderada essa diferenciação a fim de facilitar os cálculos. Sendo assim, todo o consumo mensal foi especificado pela tarifação Fora Ponta.

Por fim, externamente ao uso do programa de simulação, foi necessário realizar um orçamento com empresas fornecedoras de proteções contra insolação a fim

de determinar um preço médio para a instalação dos brises. Para a cotação foi detalhada a especificação dos brises que melhor representassem o original proposto pelo arquiteto criador. Incorporando as tecnologias atuais nas especificações que datam mais de 60 anos, a solução mais indicada foi o modelo Brise Asa de Avião 350 mm da marca Refax, com acionamento manual e instalação das aletas conjugando horizontal e vertical entre os módulos. Esse módulo é definido pelo espaçamento do intercolúnio que acontece nos pavimentos tipos. A aquisição e o valor da mão-de-obra resultaram num montante de R$ 600,00 o m^{2}[2].

4. RESULTADOS

Após esse período de sistematização dos dados na fase de investigação, foi possível mensurar cada cenário e compará-los a fim de gerar quadros que expusessem as diferenças entre eles. Para melhor percepção, foram realizados dois gráficos para cada situação: o primeiro expõe a quantidade total de horas de conforto e desconforto no universo de funcionamento da sala de aula (Gráfico 1a), enquanto o segundo gráfico explicita essas mesmas horas para cada mês letivo (Gráfico 1b). O mesmo procedimento foi realizado para a segunda situação (Gráfico 2a e 2b).

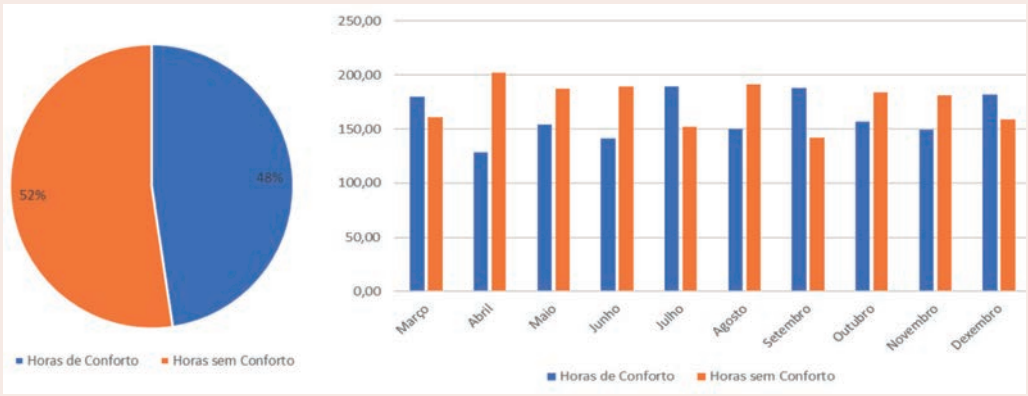

Gráfico 1a e 1b. Gráfico de horas de conforto e desconforto – Cenário 1 (Sem Brise)

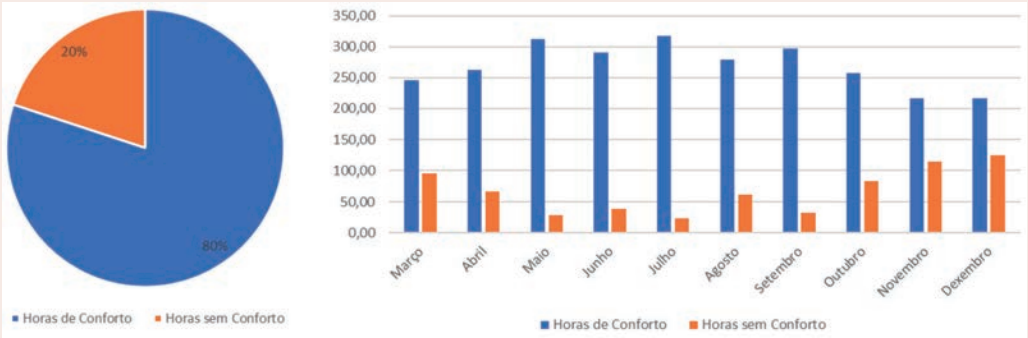

Gráfico 2a e 2b. Gráfico de horas de conforto e desconforto – Cenário 2 (Com Brise)

Diante do exposto, pode-se perceber que a presença dos brises melhoram em mais de 30% na quantidade de horas de conforto no conjunto total das horas de funcio-

namento. A melhora é bastante significativa nos meses entre maio e setembro. Essa melhora é refletida no consumo mensal de energia elétrica.

Mês	Potência Instalada (Ar-Condicionado)	Horas de Desconforto	Consumo Total	Tarifa/kWh (2018)	Custo Total
Março	5,152 kWh	161,00	829,472 kWh	R$ 0,35	R$ 290,32
Abril	5,152 kWh	202,00	1040,704 kWh	R$ 0,38	R$ 395,47
Maio	5,152 kWh	187,00	963,424 kWh	R$ 0,38	R$ 366,10
Junho	5,152 kWh	189,00	973,728 kWh	R$ 0,43	R$ 418,70
Julho	5,152 kWh	152,00	783,104 kWh	R$ 0,45	R$ 352,40
Agosto	5,152 kWh	191,00	984,032 kWh	R$ 0,43	R$ 423,13
Setembro	5,152 kWh	142,00	731,584 kWh	R$ 0,44	R$ 321,90
Outubro	5,152 kWh	215,00	1107,68 kWh	R$ 0,43	R$ 476,30
Novembro	5,152 kWh	181,00	932,512 kWh	R$ 0,41	R$ 382,33
Dezembro	5,152 kWh	159,00	819,168 kWh	R$ 0,38	R$ 311,28
TOTAL		**1779,00**	**9165,408 kWh**		**R$ 3.737,93**

Tabela 3. Tabela de Consumo energético e custo total mensal – Cenário 1 (Sem Brise)

Mês	Potência Instalada (Ar-Condicionado)	Horas de Desconforto	Consumo Total	Tarifa/kWh (2018)	Custo Total
Março	4,066 kWh	95,00	386,27 kWh	R$ 0,35	R$ 135,19
Abril	4,066 kWh	67,00	272,422 kWh	R$ 0,38	R$ 103,52
Maio	4,066 kWh	29,00	117,914 kWh	R$ 0,38	R$ 44,81
Junho	4,066 kWh	39,00	158,574 kWh	R$ 0,43	R$ 68,19
Julho	4,066 kWh	23,00	93,518 kWh	R$ 0,45	R$ 42,08
Agosto	4,066 kWh	62,00	252,092 kWh	R$ 0,43	R$ 108,40
Setembro	4,066 kWh	33,00	134,178 kWh	R$ 0,44	R$ 59,04
Outubro	4,066 kWh	84,00	341,544 kWh	R$ 0,43	R$ 146,86
Novembro	4,066 kWh	114,00	463,524 kWh	R$ 0,41	R$ 190,04
Dezembro	4,066 kWh	125,00	508,25 kWh	R$ 0,38	R$ 193,14
TOTAL		**671,00**	**2728,286 kWh**		**R$ 1.091,27**

Tabela 4. Tabela de Consumo energético e custo total mensal – Cenário 2 (Com Brise)

O consumo energético também explicita que haveria uma redução de 70% na quantidade total de kWh gasta para manter o ambiente confortável para os usuários. Essa redução permitiria uma economia de mais de R$ 2.646,00 por ambiente/ano.

A partir desse dado, consegue-se criar uma comparação para a mesma sala, indicando os custos iniciais para a incorporação dos condicionadores de ar tanto para o cenário 1 quanto para o cenário 2, bem como a incorporação dos brises para o cenário 2. Assim sendo, aos valores do primeiro ano para cada cenário estão incorporados esses custos iniciais bem como o consumo energético gasto para cada ambiente. Ainda nesse primeiro ano de simulação, foram utilizados os valores re-

ferentes a tarifas do ano de 2018 da conta de energia. Para os anos seguintes, foi indexado ao valor tarifário original de ano base 2018 – a taxa de aumento de 10% ao ano (ILUMINA, 2017) referente à média de aumento do custo de energia elétrica ao ano entre os anos de 1995 e 2015, de modo que o custo energético não se apresente estagnado e, por sua vez, influencie o estudo.

Cenários	Custo Inicial Total	1 Ano	2 Anos	3 Anos	7 Anos	11 Anos
1 – Sem brise	R$ 9.244,44	R$ 12.982,37	R$ 17.094,09	R$ 21.616,99	R$ 44.706,82	R$ 78.512,65
2 – Com brise	R$ 31.784,16	R$ 32.875,43	R$ 34.075,83	R$ 35.396,27	R$ 42.137,23	R$ 52.006,67
Diferença	R$ 22.539,72	R$ 19.893,06	R$ 16.981,74	R$ 13.779,28	-R$ 2.569,59	-R$ 26.505,98

Tabela 5. Payback do sistema de Brises

Como é possível perceber na tabela 5, o consumo energético diminuiu mais de R$ 2.600,00, considerando a aquisição dos aparelhos de ar-condicionado e o investimento nos brises. O cálculo de payback mostra que em menos de 7 anos de investimento o valor do consumo acaba compensando, gerando economia para a instituição a ponto de, após 11 anos, o próprio investimento ter sido pago pelo retorno financeiro.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O entendimento acerca da implantação de brises em uma edificação moderna que sedia a administração central da mais antiga universidade pública do país perpassa desde parâmetros históricos, que se referem à leitura de um patrimônio tombado, até vieses econômicos que podem referir-se ao volume de investimento público repassados para a Educação. Diante do pouco repasse dessas verbas federais para instituições de ensino superior, há de se entender que um investimento – quando bem planejado e implantado – tem grandes chances de gerar economia futura que poderá ser reinvestida na própria instituição.

Considerando 11 anos para a compensação pela implantação de um programa de redução de consumo de energia, é possível que esse payback consiga ser viável em datas ainda mais próximas às atuais devido aos constantes aumentos sofridos pela tarifação de energia. Cabe lembrar que todo o estudo foi realizado considerando apenas uma sala de aula dentre um universo de 66 ambientes que se voltam para a fachada noroeste e que possuem características específicas, principalmente em relação à dimensão da envoltória para esses ambientes.

A pesquisa, aqui exposta, apresenta mais do que tabelas com números e comparativos de valores; ela apresenta uma discussão sobre a realidade educacional vivenciada atualmente. Em tese, a implantação dos brises pode gerar discussões tanto econômicas, pela eficiência energética, quanto históricas, por meio da leitura de edifícios tombados. Essas colocações também são de suma importância, porém, há de levar em consideração que a eficiência de ambientes educacionais é

prover educação de qualidade, priorizando efetivamente sua estrutura física, a fim de criar ambientes propícios e confortáveis para os estudantes.

Por fim, cabe ressaltar que o estudo pode mostrar que um bom investimento a longo prazo pode gerar não apenas a implantação de sistema de proteção solar e consequentemente o aumento das horas de conforto e a redução do uso de condicionadores de ar, como também no foco de metas ambientais na redução de consumo energético por instituições públicas federais. Redução de consumo implica em economia que resulta em investimento. O ciclo da sustentabilidade se mantém ativado e impulsionando novos estudos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

American Society Of Heating, Refrigerating And Air Conditioning Engineers (ASHRAE). (2013) ANSI/ASHRAE Standard 55-2010: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. Disponível em: http://arco-hvac.ir/wp-content/uploads/2015/11/ASHRAE-55-2010.pdf

Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2008) ABNT NBR 16401-1: Instalações de ar-condicionado: sistemas centrais e unitários: Parte 1: projetos das instalações. Rio de Janeiro: ABNT.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. (1983) ABNT NBR 5858: Condicionador de ar doméstico. Rio de Janeiro: ABNT.

Brasil. (2013). Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas. Brasília.

Brasil. (2014). Ministério do Orçamento, Planejamento e Gestão. Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação. Instrução Normativa Nº 2. Brasília.

Brasil. (2017). MMA - Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Articulação Institucional e Cidadania Ambiental. A3P - Agenda Ambiental na Administração Pública. 5 Edição. Brasília. Disponível em: http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/a3p/

Corbella, O; Yannas, S. (2009). Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos: conforto ambiental. Rio de Janeiro: Revan.

EPE. (2020). Empresa de Pesquisa Energética. Balanço Energético Nacional 2020: Ano base 2019. Rio de Janeiro

Fundo Verde. (2018). Instalação de lâmpadas LED nas áreas comuns do CT, UFRJ. Rio de Janeiro. Disponível em: http://fundoverde.ufrj.br/index.php/pt/projetos/projetos-fundo-verde/energia/instalacao-de-lampadas-led-nas-areas-comuns-do-ct.

ILUMINA. (2017). Instituto de Desenvolvimento Estratégico do Setor Elétrico. A quem interessar possa – Estudo. Rio de Janeiro. Disponível em: https://www.ilumina.org.br/a-quem-interessar-possa-estudo/.

Olgyay, V. (1998). Arquitectura y Clima: Manual de Diseño Bioclimático para Arquitectos y Urbanistas. Barcelona: Gustavo Gili.

Pereira, I. M.; Assis, E. S. (2010). Avaliação de modelos de índices adaptativos para uso no projeto arquitetônico bioclimático. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 10, n. 1, p. 31-51

Rivero, R. (1985). Arquitetura e Clima: acondicionamento térmico natural. Porto Alegre: D.C. Luzzatto.

Tauchen, J.; Brandli, L. L. (2006). A gestão ambiental em instituições de ensino superior: modelo para implantação em campus universitário. Gestão & Produção, São Carlos, v.13, n.3, p.503-515

UFRJ. (2017). Essa Conta é de Todos, Rio de Janeiro. Disponível em https://ufrj.br/portal-antigo/essa-conta-e-de-todos/.

Sá, P. A. (1951). Estudos de Iluminamento Natural para a Cidade Universitária da Universidade do Brasil. Instituto Nacional de Tecnologia. Rio de Janeiro.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.