



DIÁRIO OFICIAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

Publicado na Edição de 5 de junho de 2024 | Caderno Executivo | Seção Atos Normativos

COMUNICADO Nº 01/2024 CPQFAU, DE 4 DE JUNHO DE 2024

EDITAL FAU CPQ 01/2024

EDITAL PARA SELEÇÃO DE BOLSISTA DE PÓS-DOCTORADO

O Diretor da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, usando de suas atribuições legais, nos termos do art. 1º da Resolução nº 8241/2022 tendo em vista o uso de Recursos Próprios, e considerando a relevância das ações de sustentabilidade e eficiência energética, torna público o presente edital para seleção de candidatos (as) a uma bolsa auxílio para Pós-doutorando para atuar juntamente com o Departamento de Tecnologia da Arquitetura incentivado pela Superintendência de Gestão Ambiental (SGA-USP) que busque o estudo de ações voltadas às iniciativas de monitoramento de energia e *retrofit* para prédios inteligentes e inovações no prédio da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo de São Paulo.

1. Valor da bolsa

1.1. A Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP concederá uma bolsa auxílio PD no valor de **R\$ 4.239,6** (quatro mil duzentos e trinta e nove reais e sessenta centavos) mensais no período de **8 (oito) meses**.

2. Atuação

2.1. A atuação do(a) bolsista estará vinculado ao projeto "O aproveitamento da luz natural e o uso consciente da iluminação artificial no edifício Vilanova Artigas, FAU-USP" como parte do programa das "Iniciativas de Monitoramento de Energia e *Retrofit* para Prédio Inteligentes e Inovações em Circularidade nos Campi da Universidade de São Paulo". O projeto será supervisionado por docentes da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAU-USP).

2.2. As atividades a serem realizadas pelo(a) bolsista PD deverá atender as seguintes etapas:

2.2.1. Elaboração e implementação de uma programação de gestão eficiente com base na leitura dos resultados das simulações de desempenho luminoso para os ambientes pré-definidos;

2.2.2. Modificação do sistema de acendimento dos circuitos na circulação dos laboratórios e na circulação dos departamentos;

2.2.3. Análise da troca das lâmpadas dos ambientes selecionados por sistemas mais eficientes e adequados;

2.2.4. Análise e projeto para monitoramento do consumo de energia nos Estúdios;

2.2.5. Desenvolvimento do Manual do Usuário para o Uso Consciente da Iluminação Artificial no edifício.

2.3. A atuação do(a) bolsista PD será supervisionada pela prof. Dra. Roberta Consentino Kronka Mülfarth.

2.4. Para realização das atividades, o(a) bolsista PD atuará junto à Seção Técnica de Infraestrutura da própria universidade.

3. Elegibilidade

3.1. O(a) candidato(a) deve possuir o título de doutor(a), obtido em Programa de Pós-Graduação reconhecido, nacional e/ou estrangeiro. O diploma obtido em Instituição estrangeira deverá ser aceito pela comissão responsável pelo processo seletivo.

3.2. Poderão inscrever-se candidato(as) brasileiro(as) ou estrangeiro(as).

3.3. O(a) candidatos(as) estrangeiro(as) devem ter ciência de que, se selecionados(as), deverão apresentar no ato da assinatura do termo de outorga: Visto Temporário para pesquisa, autorização de residência e cópia da Carteira de Registro Nacional Migratório (CRNM) obtida junto à Polícia Federal no Brasil (contato: dpf.cm.pca.srsp@dpf.gov.br)

3.4. Só participará do processo seletivo o(a) candidato(a) que reunir a documentação completa.

4. Inscrições

4.1. Para inscrição à bolsa auxílio, os(as) candidatos(as) devem enviar a documentação descrita abaixo para o e-mail: cpqfau@usp.br

4.1.1. Cópia do RG. Para estrangeiros RE ou protocolo. Estrangeiros devem enviar cópia de página do passaporte com visto permanente no Brasil, em vigência, ou protocolo;

4.1.2. Cópia do CPF;

4.1.3. Comprovante da titulação de doutor contendo frente e verso do documento;

4.1.4. Cartas de Apresentação da candidatura em arquivo pdf com no máximo 5 (cinco) páginas, cujo conteúdo deverá incluir:

4.1.4.1. Descrição de experiência profissional em área de eficiência energética e sustentabilidade;

4.1.4.2. Descrição de produção acadêmica com o tema de sustentabilidade, qualidade ambiental e eficiência energética;

4.1.4.5. Arquivo pdf reunindo documentos que comprovem a experiência profissional e a produção acadêmica descritas na Carta de Apresentação.

4.2. Haverá pré-seleção de até cinco candidatos(as) a partir da análise da carta de apresentação. No prazo estipulado no cronograma, o(a) candidato(a) receberá um e-mail informando se está

habilitado(a) para a etapa de entrevista do processo de seleção.

5. Critérios de seleção

5.1. Os(as) candidatos(as) habilitados(as) na primeira fase receberão nota de 0 (zero) a 10 (dez) e serão classificados(as) em ordem decrescente de nota. As notas serão atribuídas pela avaliação e arguição da Carta de Apresentação encaminhada.

5.2. A arguição dos(as) candidatos(as) ao PD será realizada de forma virtual, agendada no período de seleção estipulado pelo cronograma presente neste Edital, em data e horário definidos pela comissão responsável pelo processo seletivo e informados pelo e-mail fornecido na inscrição.

5.3. A arguição será conduzida pela comissão responsável pelo processo seletivo, que será composta pela participação da supervisora da Bolsa (PD) e dos(as) orientadores(as) da equipe para esta atividade.

6. Disposições gerais

6.1. O bolsista selecionado deverá estar cadastrado no sistema Atena

6.2. O apoio da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP deverá ser mencionado em todo material de divulgação dos projetos e nas publicações geradas.

7. Obrigações dos(as) bolsistas

7.1. O(a) bolsista deverá:

7.1.1. Cumprir as atividades da bolsa PD com dedicação de 20 horas semanais.

7.1.2. Manter o cadastro ativo no Programa de Pós-doutorado da Universidade durante o período de vigência da bolsa.

7.1.3. Entregar Relatório de Atividades até 30 dias após o fim da vigência da bolsa ou após a solicitação de encerramento antecipado, se aplicável, sob pena de obrigatoriedade de restituição dos recursos.

7.1.4. Cumprir as regulamentações dispostas na Resolução CoPq N° 7406, de 03 de outubro de 2017, na Resolução N° 8241, de 26 de maio de 2022, e na Portaria GR N° 7750, de 09 de junho de 2022.

8. Prorrogação

8.1. A bolsa em questão não será prorrogada.

9. Prestação de contas

9.1. Para fins de prestação de contas, em até 90 dias após o encerramento da bolsa, o(a) bolsista deverá apresentar os seguintes documentos:

9.1.1. Relatório de Atividades entregue pelo(a) bolsista e comprovante de aprovação pela Comissão de Pesquisa e Inovação;

9.2 O Relatório de Atividades deverá ser apresentado pelo(a) bolsista à supervisora da Bolsa PD e, após aprovação deste à Superintendência de Gestão Ambiental (SGA).

9.3. A prestação de contas que se mantiver em aberto, excedendo o prazo de entrega determinado neste edital, torna seu(sua) responsável inelegível para os próximos Editais, Programas e Auxílios Financeiros subvencionados pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo.

10. Desligamento

10.1. A participação do(a) bolsista poderá ser cancelada a qualquer momento mediante solicitação, devidamente justificada, do(a) próprio(a) ou da supervisora da Bolsa PD

10.2. Caberá à FAU-USP comunicar o desligamento do(a) bolsista à Assistência Financeira da FAU-USP e à Comissão de Pesquisa e Inovação da FAU-USP antes do processamento da folha mensal.

10.3. Serão causas de desligamento com restituição integral da bolsa:

10.3.1. A não apresentação ou reprovação de relatório(s) pelo(a) bolsista;

10.3.2. O descumprimento do Código de Ética da USP, verificado por meio de procedimento que assegure o contraditório e a ampla defesa

Cronograma

Divulgação do Edital	05/06/2024
Período de Inscrição	06/06/2024 a 20/06/2024
Resultado da Seleção de Candidatos – primeira fase	24/06/2024
Entrevistas – segunda fase	25/06/2024 a 27/06/2024
Divulgação do Aprovado	28/06/2024
Inscrição do aprovado para bolsa auxílio	01/07/2024
Início das Atividades	15/07/2024

ANEXO 1 – Termo de Referência

Apresentação

O presente Termo de Referência busca subsidiar o Edital para seleção de candidatos a uma bolsa auxílio para Pós-Doutorado (PD) para coordenação técnica do projeto “O Aproveitamento da luz natural e o uso consciente da iluminação artificial no edifício Vilanova Artigas, FAU-USP” como contrapartida de apoio ao projeto que obteve verba do Edital SGA nº 01/2023 - Concurso de fomento às iniciativas de monitoramento de energia e *retrofit* para prédios inteligentes e inovações em circularidade nos *campi* da universidade de são paulo, com recursos financeiros da superintendência de gestão ambiental.

1. Introdução e Justificativa

Segundo o quarto relatório elaborado pelo Painel Internacional de Mudanças Climáticas (2007), o setor edílico é tido como o líder mundial em emissões de CO₂. O mesmo documento aponta ainda, em contrapartida, que o setor é também o que apresenta maior potencial na redução do gás em decorrência da qualidade dos projetos, dos avanços tecnológicos e do comportamento do usuário.

Sabe-se também que cerca de 25% do consumo mundial de energia primária refere-se ao uso e ocupação dos edifícios, sendo os países desenvolvidos a maior fração desse consumo (LEVINE et al., 2007).

O mesmo relatório do IPCC traz uma estimativa de 29% de redução na emissão de CO₂, a custo zero pelo setor. Tal possibilidade está, em grande parte, atrelada ao papel do usuário, responsável direto pelo desempenho energético das construções.

Quando se trata de edifícios educacionais, o consumo energético costuma ser elevado, refletindo diretamente nos gastos institucionais (RUPP et al., 2016 apud SEKKI et al, 2015). Escolas no Reino Unido, por exemplo, poderiam reduzir seus gastos energéticos em cerca de £44 milhões ao ano, prevenindo a emissão de 625.000 toneladas de CO₂ no ambiente (CARBON TRUST, 2012).

O edifício da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo foi projetado por João Batista Vilanova Artigas em 1960-61 e sua construção foi concluída em 1969 no campus da Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira (CUASO), no Butantã. Segundo Contier (2015) os estúdios tiveram prioridade no programa do edifício. Esses espaços foram concebidos pelo arquiteto propositalmente sem aberturas para o exterior a fim de criar um ambiente de imersão, dotado apenas de iluminação zenital, desejável para as atividades de desenho e oferecendo as mesmas condições de iluminação para todos os usuários.

O prédio foi tombado pelo CONDEPHAAT em 1982 e desde então qualquer intervenção que remeta à preservação do edifício deve estar relacionada à concepção original do arquiteto. A necessidade de manutenção do prédio era urgente, principalmente em relação à estrutura da cobertura, que apresentava problemas de estabilidade e estanqueidade desde a década de 90, e se tornou ainda mais evidente quando da interdição do Estúdio 3, em 2009. No ano seguinte, foi instalada uma tela de proteção que se estendeu pela área do Salão Caramelo (OKSMAN, 2011). Desde então, várias propostas de intervenção da cobertura foram realizadas.

Somente no ano de 2013 iniciou-se a reforma do edifício. Para a cobertura, considerou-se importante retomar o conceito original de Artigas em relação aos domos. Em outras palavras, a luz natural proveniente dos domos deveria ser parte do cotidiano do prédio, uma vez que, após 50 anos, os domos originais de fibra de vidro já não atendiam à função de transmissão luminosa.

A partir de estudos de iluminação e térmica realizadas por Pinho (2013), definiu-se, com exceção das salas de aula, que todos os domos da cobertura tivessem o fechamento com peça de acrílico simples de transmissão visual (Tvis) de 20%, a fim de causar o efeito difusor da luz necessário para o impedimento do acesso de radiação direta.

A reforma possibilitou também o retrofit do projeto luminotécnico com a substituição das antigas lâmpadas fluorescentes tubulares HO fixadas entre as estruturas portantes dos domos por sistema de iluminação artificial que utiliza lâmpadas fluorescentes tubulares T5 de 54W, com luminárias de luz direta e indireta com difusor, evitando possíveis ofuscamentos notados pelos ocupantes. Tal

sistema ilumina o plano de trabalho de modo homogêneo, seguindo a concepção do arquiteto modernista, não havendo contrastes de luz e sombra. A luz indireta, por sua vez, ilumina e valoriza a estrutura da cobertura.

Uma iluminação inadequada para o desenvolvimento de qualquer atividade pode se tornar um risco físico e psicológico a todos. Isso não se restringe a apenas níveis baixos de iluminância. Exposições por tempo prolongado a fontes luminosas podem alterar o ciclo circadiano humano, responsável por regular o funcionamento do organismo em decorrência da disponibilidade de luz, adaptando o homem aos estímulos do meio em que habita (MARTAU, 2015). Além disso, estudos apontam que a falta de exposição à luz natural está relacionada a altos níveis de cortisol e baixos níveis de melatonina durante a noite, relacionando-se aos sintomas da depressão e da má qualidade do sono (HARB et al., 2015).

Assim sendo, níveis corretos de iluminação, em todos os programas arquitetônicos, devem ser atingidos para realizar determinadas tarefas e, somado a isso, a qualidade luminosa deve ser levada em consideração, priorizando quando possível a iluminação natural, tendo em vista não só a economia energética, mas também questões de saúde.

O projeto ainda segue a Política Ambiental da USP nas categorias Edificações Sustentáveis, Educação Ambiental, Energia e Sustentabilidade na Administração.

2. Objetivo

O objetivo do trabalho é a avaliação do desempenho luminoso do Ed. Vilanova Artigas, localizado na Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira - CUASO -, e posterior estudo de eficiência energética, com o intuito de desenvolver um plano de gestão a fim de educar todos seus usuários a utilizar de forma consciente a iluminação artificial como se encontra hoje, aproveitando, com isso, a iluminação natural presente no interior do edifício da FAUUSP.

3. Método

3.1. Método indutivo-empírico: Aferição dos níveis de iluminação

Foi feita a coleta de dados de iluminância interna durante um período de seis dias consecutivos, entre o dia 16 e 21 de março, abrangendo o equinócio de outono, para investigar os níveis de iluminâncias internos no edifício. A medição nesses dias de equinócio permitiu a aferição da luz natural em dias de céu claro e também nublado, típicos desta estação do ano, assim como do clima da cidade de São Paulo, classificada como Zona Bioclimática 3 pelo zoneamento proposto pela ABNT NBR 15220 (2005).

A medição interna foi realizada em intervalos de 15 minutos entre cada coleta por meio de *dataloggers* Hobo com fotocélula inclusa, modelo U12-012, posicionados em três ambientes, os mais significativos, do Ed. Vilanova Artigas: Estúdio 3, Corredor das salas de aula dois equipamentos na Sala de aula 812 posicionados em um tripé e os da sala de aula foram afixados juntamente à mesa do professor (domos escuros) e a uma carteira de estudo (domos translúcidos), ficando todos a uma distância de aproximadamente 0,75 m do nível do piso acabado, como recomendado pela ABNT NBR 15215-3 (2005).

Os valores medidos internamente serão comparados com os dados coletados de irradiação global no plano horizontal por meio de uma estação meteorológica do tipo Campbell Scientific do Instituto de

3.2. Avaliação do desempenho de Iluminação Natural por meio de simulação computacional

Foram realizadas simulações computacionais para o cálculo dos valores de iluminância natural ao longo do dia em três períodos do ano: equinócios (21 de março e de setembro), solstícios de verão (21 de dezembro) e de inverno (21 de junho). Tais períodos limitam a trajetória solar na abóbada celeste, delimitando também os ângulos de incidência da radiação direta e as intensidades da radiação global. Para os três dias foram ainda considerados dois cenários distintos de condição de céu para a simulação, sendo um de céu claro e outro encoberto. As análises computacionais foram realizadas com a ferramenta Dialux EVO 8.0 de acesso gratuito. Essas simulações foram desenvolvidas apenas para o Estúdio 3, levando em consideração a multifuncionalidade do espaço, períodos longos de uso e de sua relevância para o projeto da FAUUSP.

Com respeito aos critérios de desempenho para análise, tomou-se como limite mínimo a faixa entre 250 e 300 lux, seguindo as recomendações de Mardaljevic et al. (2012). Essa variação de iluminâncias é baseada em resultados de estudos de campo que registram as preferências e o comportamento de usuários de edifícios naturalmente iluminados, sem o impacto da radiação solar direta, como é o caso do edifício em questão. A partir dos resultados das simulações, foram extraídos os intervalos de horário para os três dias selecionados em que os níveis de iluminação nos estúdios são suficientes para o cumprimento de tarefas no plano de trabalho (estabelecido à 0,75m do piso) e com conforto visual.

Por meio da simulação computacional, foram geradas imagens com os resultados para cada hora do dia, de onde obtemos os resultados que limitam o período de iluminâncias úteis, ou seja, aquelas acima da faixa supracitada, para a realização das atividades com quantidades satisfatórias de luz natural.

3.3. Levantamento e Mapeamento da Iluminação Artificial

Para a caracterização do funcionamento (uso e operação) do sistema de iluminação artificial do Edifício Vilanova Artigas, foram realizados o levantamento e o mapeamento desses sistemas em nove espaços internos com potencial de uso eficiente da luz artificial, incluindo as principais áreas de uso comum e circulação. Esses espaços encontram-se evidenciados na Figura 1 e são eles: (I) estúdios; (II) circulação dos estúdios; (III) circulação das salas de aula; (IV) área interdepartamental (A.I.); (V) circulação dos departamentos; (VI) rampas; (VII) Salão Caramelo; (VIII) circulação dos laboratórios; e (IX) estacionamento dos professores.

O levantamento incluiu a localização e quantificação do número de lâmpadas e luminárias, bem como a setorização dos circuitos de acendimento. Paralelamente, foi identificada a localização dos interruptores e das chaves de controle, assim como o funcionário ou setor responsável por esse controle.

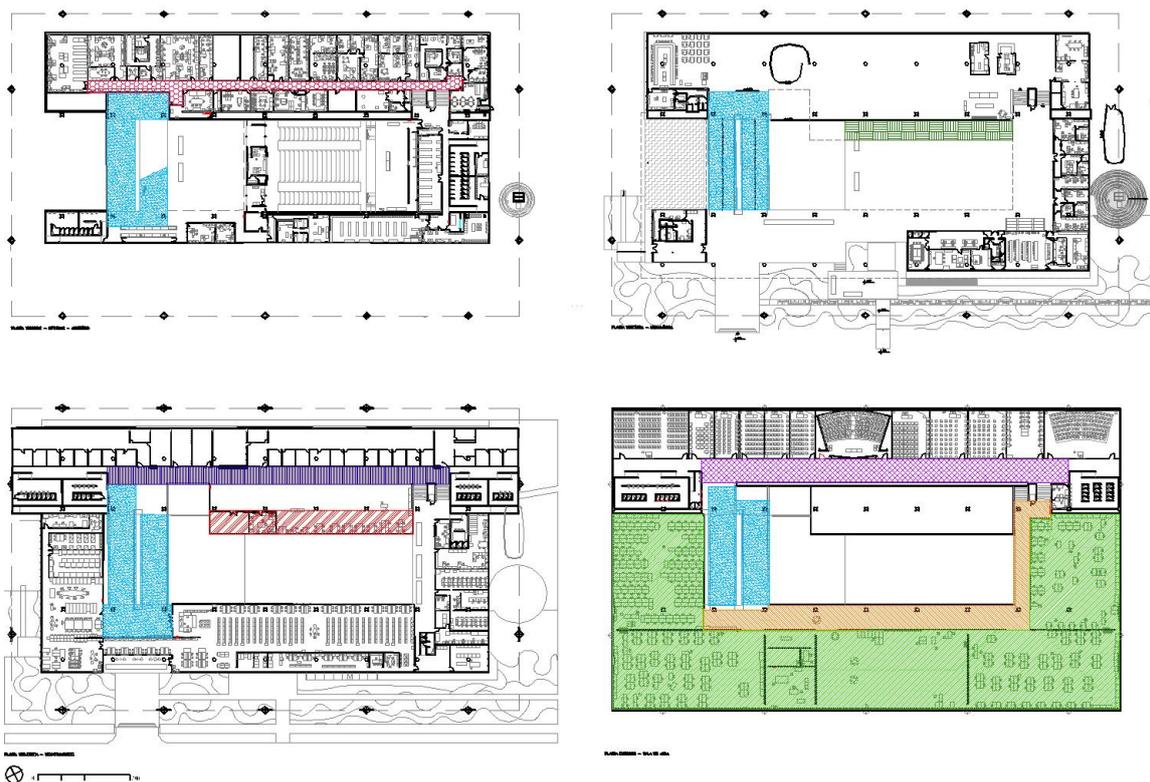


Figura : Planta dos ambientes contemplados da pesquisa. Fonte: Elaborado pelos autores

3.4. Compatibilização entre luz natural e artificial

Após o cruzamento dos dados obtidos, uma programação visando a gestão energética eficiente do sistema de iluminação foi elaborada com base em uma leitura dos resultados de desempenho luminoso obtidos para os estúdios. Foram levadas em consideração também às possibilidades oferecidas pelos sistemas de circuito e controle da iluminação artificial.

Os resultados das simulações de luz natural no espaço dos estúdios foram tomados como referência para suas áreas de circulação, bem como as das salas de aula e, conseqüentemente, para a elaboração da proposta de gestão do sistema de iluminação artificial desses espaços.

Para o contexto desses estudos técnicos, os períodos de outono e primavera foram estabelecidos como 1º de março à 30 de maio e 1º de setembro à 30 de novembro, respectivamente. O verão foi estabelecido entre 1º de dezembro à 28 de fevereiro e o inverno entre 1º de junho à 31 de agosto, tornando a abrangência do plano de gestão entre os funcionários maior e facilitando seu processo de implementação.

4. Ações a serem desenvolvidas

Uma programação para a gestão eficiente energeticamente do sistema de iluminação foi elaborada com base em uma leitura dos resultados das simulações de desempenho luminoso para os estúdios (que determinou o período de iluminâncias úteis para diferentes épocas do ano, sob condições de

céu distintas), somada às possibilidades oferecidas pelos sistemas de circuito e controle da iluminação artificial, levantado para os nove tipos de espaço do edifício, apresentados anteriormente.

Dos nove espaços para os quais foram feitos os levantamentos e o mapeamentos do sistema de iluminação artificial, sete foram contemplados e em uma programação de acionamento do sistema considerando as quatro estações do ano e as condições de céu claro e encoberto, sendo esses: *Estúdios, Circulação dos estúdios, Circulação Salas de Aula, Área interdepartamental, Rampas* (do piso dos departamentos até as salas de aula, visto que os outros lances de rampa tem que ficar com a iluminação artificial ligada em um período contínuo por questões de segurança), *Salão caramelo e Estacionamento dos professores*.

No caso da circulação dos laboratórios, o sistema de iluminação está ligado em um único circuito, não permitindo assim nenhuma flexibilidade para um acendimento parcial do conjunto de luminárias e, como esse espaço é totalmente desprovido de iluminação natural, o uso tem que realmente ser contínuo.

Já no caso da circulação dos departamentos, apesar do conjunto de luminárias estar dividido em dois circuitos, o fato desses corresponderem a sequencias contínuas e não alternadas de luminárias impossibilita o acendimento alternado dos circuitos na busca de uma maior eficiência energética, apesar da iluminação resultante de um acionamento parcial da luminárias ser suficiente para o uso de passagem nesse espaço de circulação, principalmente nos horários do meio do dia, quando a luz natural é mais intensa no edifício como um todo. Nos dois casos mencionados acima, um uso mais eficiente do sistema de iluminação artificial vai além da gestão dos sistemas instalados, estando atrelado a uma mudança na configuração dos circuitos existentes.

Os resultados das simulações de luz natural no espaço dos estúdios foram tomados como referência para os espaços da circulação dos estúdios e das salas de aula e, conseqüentemente, para a elaboração da proposta de gestão do sistema de iluminação artificial desses espaços.

Para o contexto desses estudos técnicos, os períodos de outono e primavera foram estabelecidos como 1º de março à 30 de maio e 1º de setembro à 30 de novembro, respectivamente. O verão foi estabelecido entre 1º de dezembro à 28 de fevereiro e o inverno entre 1º de junho à 31 de agosto.

A gestão da iluminação artificial dos setes espaços acima referenciados considerou as possibilidades dos circuitos existentes. Além disso, se levou em conta o calendário letivo da USP (com julho, janeiro e parte de fevereiro sem aulas) e a grade horária dos cursos de graduação da FAUUSP. Assim, para o período diurno, quando acontece o curso de Arquitetura e Urbanismo, considerou-se que a maior parte das aulas do período da manhã acontecem de 8:00h às 12:00h, dentro das salas de aula, e somente na parte da tarde, das 14:00h às 18:00h, as aulas ocorrem nos estúdios.

Somado a isso, o programa de gestão aqui sugerido também considerou que a iluminação artificial dos principais espaços do edifício é acionada às 5:30h da manhã para o trabalho da equipe de limpeza e, posteriormente desligada às 23:00h, quando se encerram as aulas do curso de *Design*, em todos os dias da semana. A iluminação de partes das áreas de circulação é acesa de 1 em 1 hora para rondas da equipe de segurança.

Serão sugeridos horário para o controle do sistema de iluminação artificial nos sete espaços acima referidos, para o período diurno. Sabe-se que, quando houver necessidade, os sistemas de

iluminação podem ser ligados ou desligados anterior ou posterior aos horários sugeridos. Em períodos de férias, por exemplo, os estúdios, a área interdepartamental, a circulação dos estúdios e a circulação das salas de aula ficam praticamente vazios, podendo ficar desligados por um intervalo de tempo ainda maior do que o aqui proposto.

Nos espaços em que o controle sob o acendimento das luminárias é restrito, como é o caso da circulação dos estúdios, circulação das salas de aula, dos dois últimos lances das rampas e do estacionamento dos professores, a implementação da proposta de gestão pode ser imediata. Por outro lado, nos locais onde o controle dos interruptores é de acesso geral ao público, como nos estúdios e na área interdepartamental, é preciso que seja criada uma estratégia de controle envolvendo uma ou mais equipes de funcionários do edifício, ao lado de uma campanha de conscientização de todos os usuários sobre práticas para a economia de energia.

De forma geral, uma campanha para a informação e a conscientização de todos os grupos de usuários do edifício (funcionários não docentes, docentes, alunos e visitantes) sobre o potencial de aproveitamento da luz natural e de economia de energia em decorrência de um uso racional da iluminação artificial, na grande maioria dos espaços do edifício, se faz necessário para a conquista de economias significativas de energia elétrica para os sistemas de iluminação artificial, no edifício como um todo.

Sobre as salas de aula, fica aqui a proposta do uso mínimo da iluminação artificial durante o dia nesses espaços, tendo em vista o acesso controlado, mas suficiente, da luz natural zenital para o conforto visual e a saúde, como apontado por Pinho (2013), e o fato de grande parte do uso desses espaços atualmente ser para aulas com projeções, que necessitam de ambientes mais escurecidos.

Após modificação dos sistemas de acionamento da luz elétrica nas duas circulações (laboratórios e departamentos), o projeto prevê a troca de lâmpadas dos sistemas de iluminação elétrica por mais eficientes e econômicos, priorizando o conforto luminoso dos ambientes.

5. Resultados esperados indicadores de avaliação, de acompanhamento e de medição dos objetivos programados

Com base no levantamento das características e especificações dos sistemas de iluminação artificial e suas rotinas de uso e operação e, paralelamente, na proposta de gestão dos sistemas de iluminação artificial (apresentada no item anterior), foram então calculadas as possíveis economias de energia a serem alcançadas com um uso mais eficiente da iluminação artificial nos sete espaços acima referenciados. Inicialmente, foram calculadas as potências totais de energia por ambiente, apresentadas na Tabela 4. Na sequência, nas Tabelas de 5 a 8, são mostrados os valores de consumo de energia para o cenário atual e o de gestão para a eficiente energética, com os valores referentes à consequente economia de energia (kWh) e financeira. Sendo a Tabela 5 referente ao verão, a Tabela 6 ao outono, a Tabela 7 ao inverno e a Tabela 8 à primavera.

Assim como feito para o plano de gestão, os cálculos de economia foram feitos por estações do ano. De acordo com a análise dos dados climáticos de São Paulo feita por Marcondes-Cavaleri, Cunha e Gonçalves (2018) foram assumidas as seguintes condições de céu para cada estação do ano: céu claro por todo o tempo para os períodos de outono e primavera, céu claro por 2/3 do tempo e céu

encoberto por 1/3 do tempo para o inverno e, céu claro para o verão, quando se tem os maiores valores de iluminância no céu e, conseqüentemente, quando pode ser alcançada a maior independência da iluminação artificial.

Para o salão caramelo, foi considerado o consumo apenas das lâmpadas de modelo HO, sugerindo a utilização dos projetores exclusivamente para períodos de exposições no espaço. Mesmo com a ocorrência de exposições, diferente do que acontece atualmente, as mesmas podem ser desligadas das 23:00h às 7:00 horas, horário esse em que o edifício é fechado para qualquer tipo de uso e visitaçãõ.

Vale ressaltar que a economia em relação ao uso da iluminação artificial nos estúdios pode ser maior ainda do que a estimada para a proposta de gestão para a eficiente energética. Isso porque na maioria das vezes os estúdios 3 e 5 ficam vazios tanto no período da manhã quanto da tarde e, por isso, podem permanecer com a iluminação artificial desligada, mesmo fora dos períodos recomendados nas tabelas de 1 a 3. Além disso, pela grade horária da faculdade, os estúdios ficam vazios na maior parte do tempo no período da manhã. Como os circuitos dos estúdios estão divididos em 3 ou 4, dependendo do estúdio, quando esse não está sendo utilizado na sua totalidade, o sistema de iluminação artificial pode ser parcialmente acionado, servindo apenas ao terço ou quadrante onde há usuários.

Para a circulação das salas de aula, em particular, adotou-se duas situações para o cálculo da economia de energia. Em uma delas, foi considerado o período de aulas das 7:00h às 23:00h, horário de término do curso de graduação em *Design*. E o outro, que corresponde ao período de ronda, onde uma parte dos sistemas de iluminação fica acesa para rotina de segurança do edifício. Nessa segunda situação, para cada uma luminária acesa, duas ficam apagadas.

Segundo dados fornecidos da Superintendência do Espaço Físico (SEF) da USP, o valor pago em maio de 2021 pela unidade de kWh foi de R\$ 0,53581/kWh. Aplicando esse valor de referência às economias de energia apresentadas na tabelas 5, se concluí que durante um ano típico, considerando apenas os dias da semana, a economia de energia gerada no edifício Vilanova Artigas, em função do uso eficiente da iluminação artificial, em grande parte de seus espaços comuns, chega a aproximadamente R\$ 118.500,00.

Com respeito ao perfil de economia de energia em função de um melhor aproveitamento da luz natural, acompanhado de um uso mais racional dos sistemas nos períodos e locais que não se beneficiam dessa luz, é óbvio que as maiores economias acontecem no período de verão, totalizando 58% de redução de consumo total de energia para a iluminação artificial, no conjunto dos espaços aqui considerados. Porém, vale observar que a redução da demanda energética para o outono e primavera é de um valor bem próximo daquele do verão, ficando ao redor dos 55%, e que, no inverno, essa economia também é significativa, ficando na marca dos 47%.

Analisando o desempenho dos espaços, separadamente, as maiores reduções no consumo de energia acontecem no espaço de circulação de salas de aula e nos estúdios, atingindo uma economia de 64% e 62%, respectivamente, no período de verão. No outono e na primavera, a economia nos estúdios cai para 59%, enquanto se mantém a mesma no corredor das salas de aula. No inverno, com já mencionado, as economias também são relevantes, ficando em 57% no corredor das salas de aula e em 51% nos estúdios.

Assim, é possível concluir que, uma gestão mais eficiente dos sistemas de iluminação artificial, contemplando o aproveitamento da luz natural, tem o potencial de trazer reduções expressivas de demanda de energia elétrica e recursos financeiros para o edifício da FAUUSP, Vilanova Artigas, na Cidade Universitária.

Tabela 1: Potencial total dos sistemas de iluminação artificial por espaço.

Ambientes	Sistemas de Iluminação	Potência Individual (W)	Qtde	Potência Total (W)
Salão caramelo	Lâmpadas 110V	100	12	1.200
	Projektor	150	19	2.850
Rampas (departamentos até sala de aula)	Luminárias 1x36W	42	80	3.360
Estacionamento professores	Lâmpadas 110W	100	14	1.400
A.I.	Lâmpadas 110W	100	31	3.100
Estúdios	Luminárias 2x54W	115	639	73.485
Circulação estúdios	2x54W	115	36	4.140
Circulação salas de aula	1x36W	42	58	2.436

Tabela 2: Potencial de economia no consumo de energia dos sistemas de iluminação artificial para o ano

CONSUMO ANUAL					
Ambientes	Consumo atual (kWh)	Consumo sugerido (kWh)	Economia kWh	Economia R\$	Economia (%)
Salão caramelo	7516,80	4.856,40	2.660,40	R\$ 1.293,51	35%
Rampas	21.047,04	12.794,88	8.252,16	R\$ 4.012,28	39%
Estacionamento (professores)	8.769,60	6.062,00	2.707,60	R\$ 1.316,47	31%
A.I.	6.472,80	5.769,10	703,70	R\$ 342,15	11%
Estúdios	326.052,95	138.372,26	187.680,69	R\$ 91.252,22	58%
Circulação estúdios	25.932,96	16.129,44	9.803,52	R\$ 4.766,57	38%
Circulação	15.259,10	5.820,02	9.439,08	R\$ 4.589,37	62%

salas de aula					
TOTAL	411.051,25	189.804,10	221.247,15	R\$ 118.546,44	54%

No cenário da criação de dois circuitos para as áreas de circulação dos laboratórios e dos departamentos, a economia de energia e recursos nesses espaços seria de pelo menos 50%, tendo em vista a possibilidade de desligar metade dos sistemas de iluminação artificial no período de ronda noturna. A tabelas de 6 mostra as economias possíveis de serem alcançadas com a divisão dos circuitos nesses dois espaços, chegando ao valor de R\$ 5.786,62 por ano. Os recursos para a modificação dos circuitos poderiam vir das economias geradas pelo uso mais racional dos sistemas de iluminação nos demais espaços do edifício Vilanova Artigas que, diferente das áreas de circulação dos laboratórios e departamentos, não precisam de modificações no sistema e sim de uma rotina diferenciada de uso e operação.

Tabela 3: Potencial de economia com modificação de circuitos para o ano.

CONSUMO ANUAL					
Ambientes	Consumo atual (kWh)	Consumo sugerido (kWh)	Economia kWh	Economia R\$	Economia (%)
Circulação laboratórios	10.022,40	4.420,22	5.602,18	R\$ 3.001,70	56%
Circulação departamentos	9.220,61	4.023,03	5.197,58	R\$ 2784,92	56%
TOTAL	19.243,01	8.443,25	10.799,76	R\$ 5.786,62	56%

A partir do exposto acima, foi possível ratificar a importância de uma gestão mais eficiente dos sistemas de iluminação artificial, contemplando o aproveitamento da luz natural, para potenciais mais expressivos de redução de demanda de energia elétrica e recursos financeiros para o edifício da FAUUSP, Vilanova Artigas, na Cidade Universitária. Além disso, também aponta para a necessidade imediata de conscientização de todos seus usuários, sejam eles alunos, professores ou funcionários.

A economia de energia gerada pela gestão proposta, somada à troca das lâmpadas fluorescentes tubulares por LED será monitorada. Assim como no Instituto de Energia e Ambiente, será instalado um aparelho para medir o consumo dos sistemas de iluminação no estúdio, onde será possível acompanhar o consumo diário, e o registro do consumo mensal e anual.

Os resultados obtidos com este projeto serão amplamente divulgados na faculdade por meio de palestras, aulas e o acompanhamento em tempo real de quanto a faculdade está economizando diariamente, que será mostrado nos televisores existentes no estúdio e em televisores que serão instalados em pontos estratégicos.

6. Estratégia de comunicação à comunidade USP e outras partes interessadas com relação aos impactos positivos do projeto

Tendo em vista os resultados obtidos com base no levantamento das características e especificações dos sistemas de iluminação artificial e suas rotinas de uso e operação e, paralelamente, na proposta de gestão dos sistemas de iluminação artificial (apresentada nesta proposta), pretende-se publicizar os resultados por meio de campanhas educativas bem como publicações para a comunidade (folhetos, folders, etc.).

Os resultados preliminares aqui apresentados apontam para a importância de ações educativas dos usuários e planos para rotinas de uso e operação. Observa-se a possibilidade da replicabilidade deste projeto nos demais edifícios da Universidade de São Paulo, tendo em vista que apenas com estudos técnicos especializados e mudanças nas rotinas de uso e operações é possível conseguir economias expressivas e significativas. O projeto aqui apresentado alia este estudo ao uso de lâmpadas mais eficientes, o que trará números ainda mais significativos.

Os resultados já alcançados bem como o projeto a ser implantado alinham-se não só à Política Ambiental da USP, bem como aos ODS, com destaque dos: ODS 07 – Energia Acessível e Limpa; ODS 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis, ODS Objetivo 13. - Ação Contra a Mudança Global do Clima, no que diz respeito à economia de energia a ser alcançada, aos aspectos de eficiência energética e comportamento dos usuários das edificações.

Referências Bibliográficas

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15215-3:** Iluminação natural – Parte 3: Procedimento de cálculo para a determinação da iluminação natural em ambientes internos. Rio de Janeiro, 2005.

____. **NBR 15220-3:** Desempenho térmico de edificações – Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e estratégias de condicionamento térmico passivo para habitações de interesse social. Rio de Janeiro, 2005.

____. **NBR ISO/CIE 8995-1:** Iluminação de ambientes de trabalho – Parte 1: Interior. Rio de Janeiro, 2013.

ALUCCI, M. **Manual para dimensionamento de aberturas e otimização da iluminação natural na arquitetura.** São Paulo: FAUUSP, 2006.

CARBON TRUST. Schools: Learning to improve energy efficiency. Disponível em: <https://www.carbontrust.com/media/39232/ctv019_schools.pdf>. Acesso em maio de 2019.

CONTIER, Felipe de Araujo. **O Edifício da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo na Cidade Universitária: Projeto e Construção da Escola de Vilanova Artigas.** 2015. 441p. Tese (Doutorado) – Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2015.

GONÇALVES, J. BODE, K. (org.) **Edifício Ambiental.** São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

HARB, F. et al. **Lack of exposure to natural light in the workspace is associated with physiological, sleep and depressive symptoms.**

Chronobiology International, 32:3, 368-375, 2015.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Dimensionamento de Aberturas e Proteções Solares.** São Paulo, 1978. (Relatório IPT nº 13.257).

IPCC -INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Energy technology perspectives 2008: Scenarios and strategies to 2050.** Paris: IEA, 2008.

LEVINE, M. et al. **Residential and comercial buildings.** In.: IPCC – INTERNATIONAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Climate change 2007: mitigation of climate change. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

MARCONDES-CAVALERI, Mônica Pereira, CUNHA, Guilherme Reis Muri, GONÇALVES, Joana Carla Soares (2018). **Iluminação natural em edifícios de escritórios: avaliação dinâmica de desempenho para São Paulo. Daylight performance of office buildings: a dynamic evaluation for the case of São Paulo.** In: PARC, Pesquisa em Arquitetura e Construção, v.9, p. 19-34. Campinas: UNICAMP.

MARDALJEVIC, J., ANDERSEN, M., ROY N., CHRISTOFFERSEN J. **Daylighting Metrics: Is there a relation between useful daylight illuminance and daylight glare probability?** In: Proceeding of the Building Simulation and Optimization Conference BSO12, Loughborough, UK, 2012.

MARTAU, B. **O conceito da luz circadiana e suas implicações na arquitetura.** In.: Anais da 67ª Reunião Anual da SBPC. São Carlos, 2015.

OKSMAN, Silvio. **Preservação do Patrimônio Arquitetônico Moderno. A FAU de Vilanova Artigas.** 2011. 130p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

PINHO, Johnny Klembe Costa. **Desempenho Ambiental da FAUUSP em Cenário de Mudança Climática.** 2013. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

RUPP, R. et al. **Modelos de Referência de Edificações Educacionais: Definição de Tipologias de Determinação do Desempenho Energético.** In.: XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

SEKKI, T.; AIRAKSINEN, M.; SAARI, A. **Measured energy consumption of educational buildings in a Finnish city.** Energy and Buildings, v. 87, p. 105–115, 2015.