



ESTUDO DE ADEQUAÇÃO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PARA EDIFICAÇÕES TOMBADAS UTILIZANDO PLATAFORMA BIM

**ROCHA, Paulo Eduardo Darski (1); MESQUITA, Claudia Baima (2); MOON,
Beatriz Se Keng (3); GÓES, Alexia Cantreva de (4)**

- (1) Universidade do Estado do Rio de Janeiro, pauloedurocha@gmail.com
(2) Universidade do Estado do Rio de Janeiro, claudia.baima31@gmail.com
(3) Universidade do Estado do Rio de Janeiro, beatrizsekengmoon@hotmail.com
(4) Universidade do Estado do Rio de Janeiro, alexiacantrevada@gmail.com

RESUMO

A falha de segurança nas instalações elétricas em edificações históricas tem sido um dos principais agentes responsáveis pela origem de incêndios, que levam a prejuízos irreparáveis e incalculáveis para o patrimônio cultural mundial. A falta de investimento em manutenção e em *retrofit* das instalações é um dos principais fatores para sobrecarga e falha de isolamento, que podem originar curto-circuito. No processo de adequação das instalações elétricas, o principal desafio é não interferir na originalidade das edificações, e ao mesmo tempo atender aos requisitos normativos e às demandas de carga, respeitando ainda os princípios de Cesare Brandi de intervenção mínima e de reversibilidade. Nosso objeto de estudo para esta pesquisa é o Museu da Casa do Colono, localizado na cidade serrana de Petrópolis, tombada pelo município. Sua construção data de 1847, com sistema construtivo em cantaria argamassada e paredes de taipa. O maior desafio deste trabalho é realizar um restauro que não a descaracterize como simples moradia vernacular, uma vez que, originalmente, ela não possuía instalações elétricas e que também a harmonize com as tecnologias do século XXI, transformando o museu em um ambiente mais dinâmico e interativo. A modelagem do estudo proposto será desenvolvida na plataforma BIM (*Building Information Modeling*), através do software REVIT. Cabe ressaltar que esta edificação apresenta seus componentes elétricos em condições precárias, com potenciais riscos de sobrecarga e curto-circuito, devido ao mal estado de conservação da isolação dos condutores, que ainda se encontram expostos e sem as devidas coordenações com a proteção termomagnética, além da falta dos dispositivos diferencial e supressor de surto. O restauro da Casa do Colono é fundamental para atender às exigências da NBR-5410 e NBR-13570, garantindo o desempenho de sua função de museu e promovendo um espaço de troca de informações e de interações sociais.

Palavras-chave: Instalações elétricas especiais, Instalações elétricas em patrimônio histórico, Instalações em edificações tombadas.

ABSTRACT

The failure of security in electrical installations in historical buildings has been one of the main agents responsible for the origin of fires, which lead to irreparable and incalculable damage to world heritage. The lack of investment in maintenance and retrofitting of installations is one of the main factors for overload and insulation failure, which can lead to short-circuiting. In the process of adapting the electrical installations, the main challenge is not to interfere in the originality of the buildings, and at the same time attend the normative requirements and the load demands, respecting furthermore the Cesare Brandi's principles of minimal physical intervention and of reversibility. Our object of study for this project is the Casa do Colono Museum, located in the mountain town of Petrópolis, considered municipality heritage. Its construction dates back to 1847, with a constructive system in mortar stonework and stick walls. The greatest challenge of this work is to carry

out a restoration that does not mischaracterize it as a simple vernacular housing, since it originally did not have electrical installations and that also harmonizes it with the technologies of the 21st century, transforming the museum into a more dynamic and interactive environment. The modeling of the proposed study will be developed on the BIM (Building Information Modeling) platform, through the REVIT software. It is worth mentioning that this building presents its electrical components in precarious conditions, with potential risks of overload and short circuit, due to the poor state of conservation of the insulation of the conductors, which are still exposed and without the proper coordination with the thermomagnetic protection, besides the lack of the differential devices and surge suppressor. The restoration of the Casa do Colono is fundamental to attend the requirements of the NBR-5410 and NBR-13570, ensuring the performance of its function as a museum and promoting a space for exchange of information and social interactions.

Keywords: *Special electric installations, Electrical installations in historical patrimony, Installations in historical heritage buildings.*

1 INTRODUÇÃO

O restauro no âmbito da arquitetura é essencialmente uma atividade multidisciplinar. Entre as atividades envolvidas, o projeto de instalações elétricas de uma edificação ou monumento é uma ação que demanda não apenas o conhecimento técnico específico do tipo da instalação, mas também sua interação principalmente com o a área da arquitetura, de modo a assegurar a fidelidade do bem a restaurar ao que ele representa como manifestação artística e/ou cultural da sociedade que o erigiu.

Além disso, e de suma importância, normas específicas devem ser atendidas, visando principalmente à segurança do público e do acervo, no caso de museus.

Modernamente, as atividades de restauro norteiam-se pelos princípios preconizados por Cesare Brandi¹ (1906-1988), dentre os quais destacamos, por aplicáveis ao trabalho a ser desenvolvido no nosso objeto de estudo, o da intervenção mínima e o da reversibilidade.

O objeto de estudo é o Museu da Casa do Colono, patrimônio cultural tombado pelo município de Petrópolis, região serrana do Estado do Rio de Janeiro, cujas instalações elétricas necessitam de adequação completa.

A residência modesta que deu origem ao museu é de 1847 e não possuía instalações elétricas, que foram acrescentadas posteriormente, em data não determinada, e que hoje estão tecnologicamente ultrapassadas. Seus componentes encontram-se em condições precárias, com potenciais riscos de danos materiais por curto-circuito, devido à falta dos dispositivos termomagnéticos (Silvino, 2018). A proteção do sistema elétrico é geral e única, ficando concentrada no disjuntor do padrão de medição. Não possui quadro de distribuição e divisão apropriada dos circuitos.

¹ Cesare Brandi (1906 – 1988): Italiano nascido em Siena, formado em Direito e Ciências Humanas. Autor da obra Teoria do Restauro. Preconiza a Teoria do Restauro Crítico sob a ótica da fenomenologia.

Com implantação da plataforma BIM, será possível identificar a participação da instalação no contexto do patrimônio tombado, bem como a previsibilidade de sua interferência.

2 METODOLOGIA

Para obtenção dos parâmetros necessários à modelagem computacional do bem tombado, inicialmente foi realizado o levantamento do Museu da Casa do Colono. As medições foram feitas com um trena a laser para alcance de até 30m, modelo TLM100 STHT77410 da marca Stanley, precisão de $\pm 32\text{mm}$, com o objetivo de reduzir possíveis erros de medição com a trena de fita.

A modelagem da edificação foi desenvolvida na plataforma BIM (*Building Information Modeling*), através da versão estudante do software REVIT, disponível no *website* da Autodesk.

O *software* foi escolhido para o desenvolvimento do projeto, pois nele é possível representar a arquitetura tanto em formato 2D quanto em 3D, e detalhar com maior precisão os elementos estruturais, o madeiramento e o telhado. Desta forma foi possível projetar o traçado da rede elétrica e, através da sua representação 3D dinâmica, verificar sua interferência com a estrutura de madeira e avaliar seu impacto visual nas características originais da edificação. Desta forma, foram verificadas inúmeras possibilidades de traçado, visando a encontrar as soluções de menor interferência. Por se tratar de uma instalação elétrica em uma edificação tombada pelo patrimônio histórico, a rede deve estar menos perceptível possível e ao mesmo tempo atender aos pontos de utilização de energia elétrica necessários ao novo uso e em consonância com as prescrições das NBRs 5410/2004 - Instalações elétricas de baixa tensão e 13570/1996 - Instalações elétricas em locais de afluência de público - Requisitos específicos (ABNT, 2004; ABNT, 1996). Para este museu, com capacidade menor que 100 pessoas, não seria necessária a aplicação da NBR13570, porém tomamos alguns cuidados previsto nesta NBR como proteção adicional ao usuário.

O estudo luminotécnico foi desenvolvido no *software* Dialux. O programa possui uma vasta biblioteca de lâmpadas e luminárias e representa um projeto detalhado, com os níveis de iluminamento distribuídos no ambiente, levando em consideração a interferência de pessoas, mobiliário e texturas. Nele é possível prever e avaliar a iluminação de interiores em cada cômodo com base em uma modelagem realística do interior, e adequar o nível de iluminância para o novo uso, em conformidade com a NBR 8995/2013 – Iluminação de ambientes de trabalho (ABNT, 2013), considerando o aproveitamento da luz natural e sua integração com a iluminação artificial. Atualmente, cada ambiente conta apenas com uma luminária pendente, sem iluminação expositiva, e o nível de iluminância médio de cada ambiente é da ordem de 95lux.

Desta forma, nesta etapa do projeto foi modelado um estudo luminotécnico, inserindo-se iluminação voltada para exposição das obras, e uma adequação normativa do nível de iluminância média de cada ambiente, previsto da ordem de 300lux (ABNT, 2013).

A diagramação do projeto elétrico foi representada utilizando o software AutoCad, na versão estudante disponível no *website* da Autodesk. Para o planejamento da instalação elétrica, dimensionamento de condutores, seleção dos dispositivos de proteção foi adotado o *software Excel*.

3 APRESENTAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDOS E SEU SISTEMA CONSTRUTIVO

O Museu Casa do Colono, apresentado na Figura 1, fica situado à Rua Cristóvão Colombo, nº 1034, no bairro da Castelânea na cidade serrana de Petrópolis. A casa foi desapropriada em 1973 pela prefeitura para que nela fosse instalado o Museu do Colono, criado pela Deliberação de nº 1782 de 14 de novembro de 1963.

Figura 1 – Fachada da Casa do Colono



Fonte: autor (2019)

O museu tinha como proposta a reconstituição de tudo que se relacionasse aos primeiros colonizadores da cidade. A pequena construção representa uma das edificações mais antigas existentes, e remete à adaptação vivida pelos imigrantes germânicos após sua chegada à região. Como um museu-casa, sua museografia procura comunicar os hábitos, ofícios, costumes e tradições, a cultura, o credo e o legado deixado por sucessivas gerações de colonos, imigrantes católicos e protestantes, que ajudaram a construir e desenvolver a cidade.

Em 16 de março de 1973, foi criada pela Portaria Municipal Nº 42 uma comissão para estudar, elaborar e executar os planos necessários para a implantação do museu. Foram realizadas várias obras para recuperação do estado de abandono em que a casa se encontrava, e feitos acréscimos para a adequação do programa do museu. Sua inauguração

como museu-casa deu-se em 16 de março de 1976, como parte dos festejos oficiais em comemorações ao aniversário da cidade.

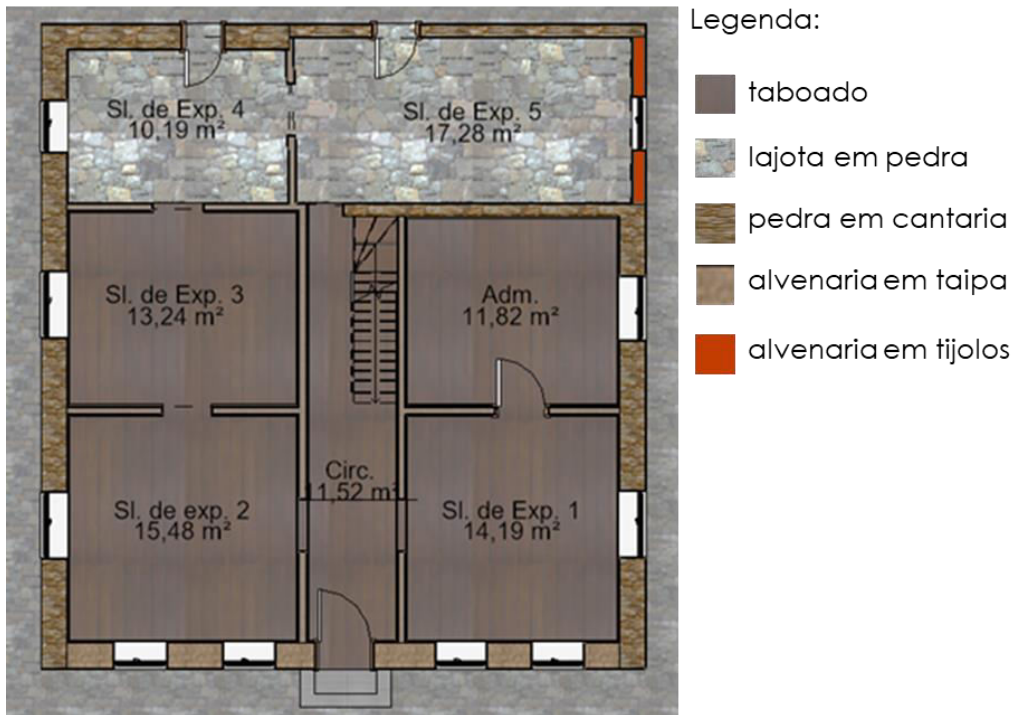
Sua construção data aproximadamente de 1857. Atualmente a casa é composta morfologicamente por dois pavimentos, distribuídos em seis cômodos no térreo e dois cômodos no pavimento superior, interligadas por uma escada e balaustrada em madeira. Sua fundação é em cantaria com um pequeno porão de ventilação entre o piso do térreo e o baldrame. A edificação é rodeada por uma pequena calçada em grandes lajotas de pedra.

As paredes externas laterais e a posterior são em cantaria aparente rejuntada com argamassa de barro, e as paredes internas construídas em taipa com aglutinante de palha e estrutura de madeira. Há registros em documentação da utilização de madeiras como palmeira verde e bambu neste processo. No interior do museu foram feitas janelas de prospecção onde se pode visualizar a técnica construtiva de suas paredes internas em pau a pique.

Os cunhais da fachada frontal são em cantaria, e o da fachada posterior do lado direito em madeira, devido a um acréscimo deste cômodo na época das obras realizadas na década de 70 para a implantação do museu. Baseada em fotografia antiga, em que a fachada frontal aparece sem revestimento, há a hipótese de que esta seja em tijolo de adobe e estrutura em madeira. Entretanto, para afirmarmos nossa suposição, seria necessário um estudo mais aprofundado através de abertura de uma janela de prospecção neste local. As esquadrias são em folhas de madeira.

No térreo, apresentado na Figura 2, o piso dos quatro primeiros cômodos é de tabuado corrido com mata-junta e suas esquadrias de guilhotina de madeira e vidro com folhas externas em madeira maciça. Nos dois últimos cômodos, o piso é em pedra assentada, com um pequeno desnível em relação ao piso de madeira do restante do pavimento; e suas esquadrias são compostas por duas folhas em madeira maciça. No andar superior, o piso é todo em tabuado corrido e as esquadrias também compostas por duas folhas em madeira maciça. Não existe forro em nenhum pavimento, estando as tesouras do telhado aparentes e a cobertura é em chapas de fibrocimento com uma inclinação bastante acentuada.

Figura 2 – Planta baixa do térreo com especificação de materiais



Fonte: autor (2019)

Figura 3 – Perspectiva em corte modelada em BIM



Fonte: autor (2019)

Atualmente, dos seis ambientes do pavimento térreo, cinco são destinados aos espaços expositivos, e o sexto ocupado pela administração. No pavimento superior, os dois ambientes existentes são utilizados como espaços expositivos. A Figura 3 representa uma perspectiva modelada do corte transversal da casa utilizando a plataforma BIM.

4 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

4.1 Estudo de carga e Projeto Luminotécnico

Neste trabalho tivemos como primeira etapa o levantamento normativo e bibliográfico sobre das principais técnicas de instalações elétricas em edificações tombadas pelo patrimônio histórico, e os devidos cuidados que devem ser tomados para sua preservação.

No levantamento de cargas foi desenvolvido um estudo de *retrofit* luminotécnico, onde as salas de exposição e o setor administrativo foram modelados no software DiaLux.

A carga de iluminação para este tipo de ambiente deve ser estimada de forma quantitativa e qualitativa, pois deve simultaneamente proporcionar um nível de iluminância adequada, valorizar a obra exposta e ao mesmo tempo não contribuir para acelerar um processo de oxidação de materiais como papel, tintas entre outros tipos de pigmentos. Para evitar esses efeitos, além do uso de luzes especiais e níveis determinados de lux, é necessária a montagem da obra com vidros que impeçam a passagem da radiação, diminua reflexos e permitam a visualização sem obstáculos.

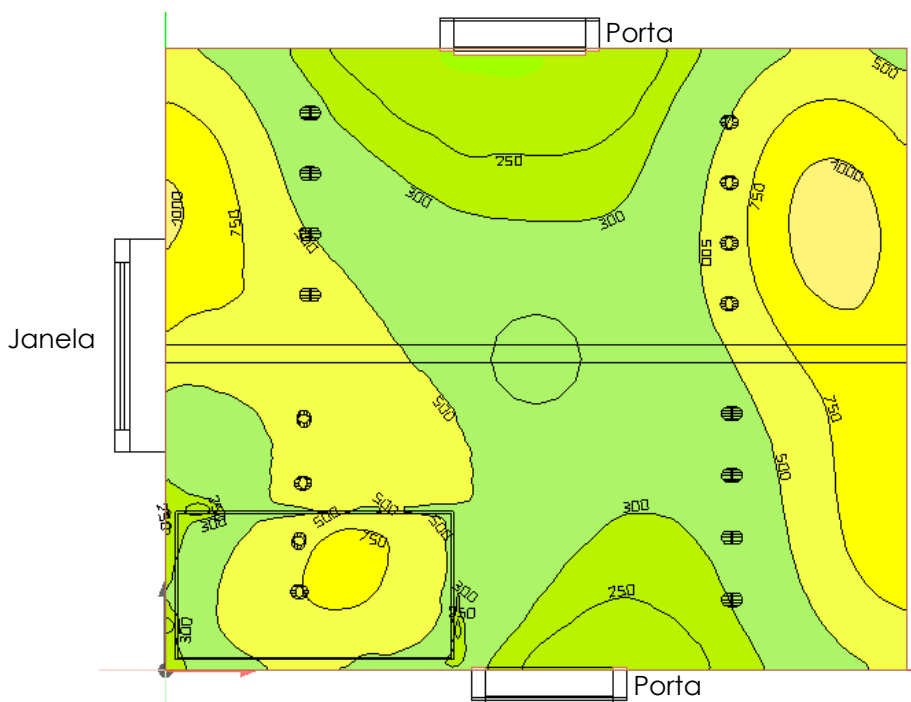
Na administração foi especificada uma iluminação artificial funcional considerando a iluminância mantida de 500lux para a atividade em escritórios, enquanto nas salas de exposição buscou-se atender iluminância mantida de 300lux normatizada para a atividade em museus (ABNT, 2013).

Na Figura 4 é apresentado o diagrama de cores falsas da sala de exposição 3, equipada com uma luminária colonial central e quatro trilhos suportando quatro spots com lâmpadas LED PAR20 voltados para iluminação dos pontos de exposição de objetos. Identificamos que a disposição dos aparelhos proporcionou iluminância adequada.

Os spots foram utilizados em todas as salas de exposição e na circulação para iluminação de quadros. Na sala da administração foram selecionadas duas luminárias contendo duas lâmpadas tubulares LED de 18W.

A iluminação de fachadas é uma técnica muito comum aplicada em edificações de valor histórico e cultural e foram consideradas no levantamento de carga aplicada ao museu. Na área externa, foram previstos seis refletores com lâmpadas LED de 100W para realçar a fachada.

Figura 4 – Diagrama de cores falsas da sala de exposição 3



Fonte: autor (2019)

Os pontos de tomada de uso geral (TUG) foram previstos de acordo com a necessidade de alimentação de cargas portáteis. Em cada sala de exposição foram previstos dois pontos de tomada de 300VA, contendo duas tomadas de corrente cada. Na administração foram previstos quatro pontos de tomada de 300VA, contendo duas tomadas de corrente, mais um ponto de tomada de 600VA. Além destas TUGs, foi prevista uma tomada de uso específico (TUE) para ar condicionado de 1520VA para a sala da administração. Para futuras ampliações foi destinada uma reserva de 6kVA, considerando a possibilidade de acréscimo de cargas.

4.2 Divisão de circuitos, materiais e esquemas elétricos

O grande desafio deste projeto é alimentar os pontos de utilização com uma rede elétrica que não descaracterize a originalidade do ambiente. Desta forma, como não há possibilidade de instalação embutida no teto e nas paredes, após comparações na plataforma BIM, optamos por aplicar métodos de instalação aparente.

Nesta edificação o uso de tubulação aparente torna inviável a proposta, pois traz uma característica industrial, ficando destinado apenas ao ambiente da administração, onde não há presença do público. Para as salas de exposição, foi proposta uma rede aparente em cabo multipolar fixado sobre madeira, prevista pela NBR5410 como método de referência C: "cabos unipolares ou cabo multipolar sobre paredes", para alimentar o sistema de iluminação.

No projeto os cabos multipolares com três vias de 1,5mm², isolados para tensões de até 450V em policloreto de vinila (PVC) e com diâmetro

externo nominal de 8,1mm, foram distribuídos através de caixa de derivação 120x120x75mm com entrada e saída utilizando prensa cabos de 3/4". Foi verificado na plataforma BIM que, devido ao seu pequeno diâmetro, sua fixação na quina entre teto e o roda-parede de madeira torna-o quase imperceptível. A escolha do revestimento PVC, na cor marrom, faz com que seu trajeto fique ainda mais discreto no ambiente.

No térreo, os circuitos de TUGs da área de exposição foram alimentados com cabos multipolares com três vias de 2,5mm², em eletroduto sob o piso de madeira. Este sistema caracteriza-se pela NBR5410 como método de referência B2: cabos unipolares ou cabo multipolar em eletroduto de seção circular em "espaço de construção", termo definido pela antiga ABNT NBR IEC 60050 (826) para instalações sob piso elevado. O circuito de tomada do segundo pavimento foi alimentado em sistema fixado sobre madeira, idêntico ao sistema aplicado na distribuição dos circuitos de iluminação das salas expositivas.

Os circuitos de iluminação e de TUG foram separados, pois trata-se de uma edificação de uso não-residencial. No Quadro 1 é apresentado o quadro de cargas contendo o detalhamento dos circuitos terminais destinados a alimentação dos pontos de utilização.

Quadro 1 – Quadro de cargas

Circ.	Iluminação (VA)				TUG (VA)		TUE (VA)	S(VA)	V	I (A)	DISJ. (A)	mm ²
	25	6,5	100	2x18	300	600						
1	3	38						322,0	127	2,53	4	1,5
2	3	16						179,0	127	1,41	2	1,5
3		18						117,0	127	0,92	2	1,5
4				2				72,0	127	0,57	2	1,5
5	3	16						179,0	127	1,41	2	1,5
6			6					600,0	127	4,72	6,0	2,5
7					4	1		1800	127	14,2	16	2,5
8					4			1200	127	9,45	10	2,5
9					4			1200	127	9,45	10	2,5
10					2			600	127	4,72	6,0	2,5
11							1.520	1.520	220	6,90	10	4,0
Resv.								6.000				
Total	9	91	6	3	14	1	1.520	13.789	220	36,2	40	10

No acionamento dos pontos de iluminação, optou-se pela implementação da domótica com o objetivo de reduzir o número de condutores distribuídos, e eliminar as descidas de interruptores. Nesta proposta o acionamento dos pontos de luz é realizado por meio de

Figura 6 – Vista da conexão dos cabos PP com a caixa de derivação



Fonte: autor (2019)

5 CONCLUSÕES

Com base em diagnóstico preliminar, faz-se necessário um projeto de requalificação das instalações elétricas, com o objetivo de atender às demandas atuais de carga, às normas de segurança, e preservar o patrimônio histórico e cultural contra danos oriundos de falhas do sistema elétricos. Porém, as técnicas construtivas originais, com uso de cantaria, taipa, pisos em lajotas de pedra e tabuado com mata-junta, dificultam a implementação de instalações prediais, principalmente redes embutidas em alvenaria.

Dentro dos requisitos normativos, a solução proposta para a substituição da instalação elétrica atual por rede em cabo multipolar sobre superfícies para o sistema de iluminação, e a instalação sob piso elevado para alimentação das tomadas, é perfeitamente aceitável.

Buscou-se atender aos princípios propostos por Brandi da intervenção mínima e a da reversibilidade dos materiais empregados, através de um cuidado especial com a perceptibilidade das fiações elétricas aparentes. Optou-se por uma coloração do revestimento isolante na cor marrom, por ser próxima da coloração da sua superfície de fixação em madeira envernizada. Para o sistema de iluminação, foram combinadas técnicas de instalações elétricas convencionais com domótica, através da substituição dos interruptores em meia altura por acionamento a distância via protocolo ZigBee®. E utilizou-se as ripas do mata-junta como base para a fixação do trilho de alimentação dos spots contendo lâmpadas PAR20,

destinados a iluminação expositiva, tornando o ponto de fixação destes mais discreto.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR5410. Instalações Elétricas de Baixa Tensão. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

_____. ABNT NBR13570. Instalações Elétricas em Locais de Afluência de Público. Rio de Janeiro: ABNT, 1996.

_____. ABNT NBR8995. Iluminação em ambientes de trabalho. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

BRANDI, Cesare. **Teoria da Restauração**. Cotia, SP: Ateliê Editorial, 2004.

COSTA, Silvia Kimo; SANTOS, Soraia Costa. Arquitetura Vernacular ou Popular Brasileira: conceitos, aspectos construtivos e identidade cultural local. **Caderno de arquitetura e urbanismo**, v. 24, nº 35, 2º sem, 2017. Disponível em:
<<http://periodicos.pucminas.br/index.php/Arquiteturaeurbanismo/article/download/P.2316-1752.2017v24n35p218/13227>>. Acesso: 15 jun. 2019.

SILVINO, Marcelo Santana. **A importância da conformidade das instalações elétricas para a gestão de riscos e prevenção de incêndios em patrimônio cultural edificado**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Geotécnica) - Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2018.

VIEIRA, Ana C. Maciel. As conquistas e os desafios da preservação no Museu Casa Colono Petrópolis/RJ: 43 anos de história. **Revista TOM**, Paraná, set. 2019. Caderno de Ensaio da Pró-reitoria de Extensão e Cultural da UFPR: Universidade Federal do Paraná, v.1, nº 9, p. 177-188.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos as graduandas Larissa Martins e Thayna Gomes, monitoras da disciplina de gráfica digital, pela gentileza, proatividade e suporte dado às discentes participantes deste estudo.