



XVII Congresso Internacional sobre Patologia e
Reabilitação das Construções

XVII Congreso Internacional sobre Patología y
Rehabilitación de las Construcciones

XVII International Conference on Pathology and
Constructions Rehabilitation

FORTALEZA (Brasil), 3 a 5 de junho de 2021

<https://doi.org/10.4322/CINPAR.2021.007>

Análise por amostragem das instalações elétricas de escolas do distrito de Quitaius

Analysis by sampling of electrical installations in schools in the Quitaius district

José Gerislânio Soares CLEMENTE¹, João Marcos Pereira de MORAIS², Miguel Adriano Gonçalves CIRINO³,
Eliezio Nascimento BARBOZA⁴.

¹ Universidade Regional do Cariri, Juazeiro do Norte-CE, Brasil, gerislanio@gmail.com

² Universidade Regional do Cariri, Juazeiro do Norte-CE, Brasil, joaomarcostecnologo@gmail.com

³ Universidade Regional do Cariri, Juazeiro do Norte-CE, Brasil, miguel.goncalves@urca.br

⁴ Instituto Federal de ciencias e tecnologia, Juazeiro do Norte-ce, Brasil, eliezio1999@outlook.com

Resumo:

Para um eficiente uso da energia elétrica, primeiramente deve-se realizar o dimensionamento e projeção, a fim de evitar possíveis danos e prejuízos, além de se obter uma instalação eficiente e satisfatória. Em ambientes escolares, a eficiência dessas instalações têm impactos diretos no aprendizado dos alunos e em sua produtividade. O presente estudo de caso objetiva analisar as desconformidades de instalações elétricas de amostras das instituições de ensino do distrito de Quitaiús, município de Lavras da mangabeira, Ceará, conforme as normas da ABNT NBR 5410 (2004), ABNT NBR 5413 (1992) e ABNT NBR 13570 (1996), analisando suas possíveis consequências na qualidade do ensino e no rendimento dos alunos que dependem das escolas locais. Nesse estudo, foi analisado duas escolas: Joaquim Leite Teixeira e Monsenhor José Alves, que atendem a maior parte da região. Para isso, foi realizada a análise dessas duas escolas, a caracterização dos respectivos ambientes segundo um roteiro, análise das instalações em relação às normas, comparação da iluminação atual com a necessária para os ambientes e por fim aplicação de questionário. Para avaliação das desconformidades das instalações elétricas das escolas de Quitaiús, foi seguido um roteiro, adaptando-o a realidade do local e em seguida foi elaborado um croqui de cada escola e um relatório fotográfico dos locais onde foram analisadas as instalações em relação às normas. A partir da análise dos resultados, verificou-se uma falta de dimensionamento, no qual acarretou em vários inconvenientes para os utilizadores do ambiente, comprometendo a eficiência da instalação, assim tendo impacto no conforto e segurança dos alunos afetando seu rendimento escolar.

Palavras-chave: Instalações Elétricas. Eficiência Energética. Conforto no Ambiente. Escola. Aprendizado.

Abstract:

For the efficient use of electricity, first, the dimensioning and projection must be carried out in order to avoid possible damage and damage, in addition to obtaining an efficient and satisfactory installation. In school environments, the efficiency of these facilities has direct impacts on students' learning and productivity. This case study aims to analyze the non-conformities of electrical installations of samples of educational institutions in the district of Quitaiús, municipality of Lavras da mangabeira, Ceará, according to the standards of ABNT NBR 5410 (2004), ABNT NBR 5413 (1992) and ABNT NBR 13570 (1996), analyzing its possible consequences on the quality of teaching and the performance of students who depend on local schools. In this study, two schools were analyzed: Joaquim Leite Teixeira and Monsignor José Alves, which serve most of the region. For this, the analysis of these two schools was performed, the characterization of the respective environments according to a script, analysis of the facilities in relation to the standards, comparison of current lighting with the necessary for the environments and finally application of a questionnaire. To assess the non-conformities of the electrical installations of the quitaiús schools, a script was followed, adapting it

to the reality of the place and then a sketch was drawn up of each school and a photographic report of the places where the facilities were analyzed in relation to the standards. From the analysis of the results, there was a lack of dimensioning, which caused several inconveniences for users of the environment, compromising the efficiency of the installation, thus having an impact on the comfort and safety of students affecting their school performance.

Keywords: Electrical Installations. Energy Efficiency. Comfort in the Environment. School. Learning.

1. Introdução

Para que seja assegurada a eficiência da energia elétrica, deve-se haver o dimensionamento das instalações conforme as recomendações das normas e concessionárias de energia elétrica que atendem aos estados. As instalações devem ser dimensionadas segundo a ABNT NBR 13570 (1996), que estabelece as condições que devem satisfazer as instalações elétricas de ambientes de circulação de pessoas em complementação a ABNT NBR 5410 (2004), buscando garantir a segurança e o funcionamento adequado da instalação.

No entanto, a funcionalidade da instalação elétrica é comprometida, em muitos casos quando na fase de planejamento não é feito o levantamento das cargas, o dimensionamento de tomadas, quadros elétricos, dos condutores e iluminação, necessárias, podem provocar problemas como aquecimento, oscilações de energia, quedas ou sobrecargas de energia que fazem com que seja necessária alta quantidade de manutenções corretivas, tornando a instalação mais cara no decorrer do tempo e diminuindo sua eficiência de uso.

Tratando-se de TUG e TUE, quantidade e o posicionamento quando não atenderem as necessidades, os usuários utilizam adequações como extensões elétricas e similares, não recomendados para uso permanente segundo a norma ABNT NBR 5410 (2004). Esses problemas podem ser ocasionados por erros na fase de projeto ou de execução, tornando o espaço desconfortável para o usuário.

Além das tomadas outro item da instalação que influencia na eficiência e no conforto dos usuários é a iluminação do ambiente, essa iluminação, quando não corresponde as dimensões do local e não é suficiente para que as atividades exercidas sejam realizadas sem esforço excessivo da visão, pode provocar irritação visual, náuseas e diversas consequências a saúde (cognição e conforto visual).

Fato agravado em ambientes de ensino, como escolas, pois, a qualidade do ensino pode ser prejudicada por problemas na iluminação ou nos equipamentos elétricos e eletrônicos usados como recursos didáticos, tais como projetores e equipamentos de som. Um fator agravante no ambiente escolar decorre da concentração de pessoas que tendem a aumentar as chances de acidentes envolvendo condutores expostos ou em casos de sobrecarga e falhas na instalação (CAVALIN, 2014).

Nas instituições de ensino com aulas no período noturno, a ausência de luz natural torna-se um agravante quando há deficiência na iluminação artificial, fazendo com que os alunos sofram com o desconforto no ambiente de ensino, e a deficiência da iluminação passa a ter impacto direto na qualidade do aprendizado. Colaborando com este fato Bertolotti (2007) afirma que a visão é um dos fatores de maior influência no aprendizado em relação ao ambiente, pois as boas condições de iluminação favorecem a visão otimizando o processo de aprendizagem, assim a eficiência na iluminação torna-se uma forma de equilíbrio entre a qualidade da percepção visual do ambiente e a economia de custos nas contas de energia.

Um fator que tende a aumentar os custos da instalação, sobretudo com problemas de dimensionamento é a falta de chuvas nas regiões onde estão instaladas as hidrelétricas, que é a principal fonte de produção de energia no país, é provocado um aumento no valor da conta de energia por causa dificuldade na geração da energia elétrica. Esse acréscimo na conta é feito através do sistema de bandeiras tarifárias, que gera aumento no preço para cada quilowatt-hora (kWh) consumidos.

No distrito de Quitaiús, Lavras da Mangabeira, CE, observa-se nas escolas problemas tais quais os apresentados até então, como: iluminação, irregularidades em TUG's que podem ter sido provocados por falhas nos projetos e na execução, subdimensionamento e falta de manutenção, que pode resultar em quedas de energia, incêndios e choques elétricos, uso de equipamentos com baixa eficiência energética e o uso de extensões elétricas nas instalações e falta de dimensionamento no projeto que impactam na qualidade do ensino e provocam problemas de aprendizado.

2. Metodologia

Para realização desse trabalho foram observadas normas sobre instalações em locais de afluência de público, instalações elétricas de baixa tensão e iluminação, além das literaturas e trabalhos relacionados com instalações elétricas, iluminação e com a influência do ambiente no desempenho de atividades em sala de aula.

Para avaliação das desconformidades das instituições elétricas das escolas de Quitaiús foi seguido um roteiro de avaliação proposto por Castro *et al* (2007), adaptando-o a realidade do local e em seguida foi elaborado um croqui de cada escola (Anexo 1 e Anexo 2) e um relatório fotográfico dos locais onde foram analisadas as instalações em relação às normas.

Após essa análise foi realizado um questionário com alunos, pais, professores e outros funcionários para que se pudesse abordar as consequências dos problemas das instalações no aprendizado e no desempenhos das atividades escolares e por fim foi sugerido algumas intervenções para que tais problemas sejam reduzidos e realizado um orçamento que terá como base um check list com os materiais necessários para as correções.

Passo 1: Seu ambiente
Informe as características de seu ambiente. Preencha todos os campos em azul com as informações solicitadas.

| | | |
|-------------|-------------------------|--|
| Ambiente | Sala de aula | Selecione aqui se o cálculo é para uma sala, cozinha, dormitório, banheiro, loja, etc. |
| Área | 0 | Área do ambiente, em metros quadrados |
| Teto | Tonalidade Média/escuro | Selecione a cor do teto |
| Paredes | Tonalidade Clara | Selecione a cor das paredes |
| Intensidade | Média | Selecione a intensidade. A opção mais comum é a média, mas você pode atenuar ou reforçar conforme sua preferência. Se você tem mais que 50 anos, considere a possibilidade de reforçar |

Figura 1: Ferramenta para cálculo estimado de lúmens necessários no ambiente.

3. Resultados

3.1 Escolas A e B

Os ambientes da escola foram numerados e denominado como A e B mais número do ambiente ao longo do texto.

Na escola Joaquim Leite Teixeira (EJLT) foram realizadas 4 (quatro) visitas, sendo que na primeira e na segunda visitas deram-se em analisar os espaços físicos e os equipamentos usados na escola.



Figura 2: Escola Joaquim Leite Teixeira (Escola A).

Figura 3: Escola Monsenhor José Alves (Escola B)

Observando os equipamentos usados na escola obteve-se os dados da Tabela 5.

| Lâmpadas tubulares (40W) | Projektor (100W) | Computador | Sistema de som (1200W) | Ventilador de parede (100W) | Freezer (200W) | Bebedor industrial (300W) |
|--------------------------|------------------|------------|------------------------|-----------------------------|----------------|---------------------------|
| | | | | | | |

Análise por amostragem das instalações elétricas de escolas do distrito de Quitaiús

| | | | Com Impressora (300W) | | | | |
|--|----|---|-----------------------|---|----|---|---|
| 05-Biblioteca/sala de leitura | 4 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 06 A 19-salas de aula | 56 | 2 | 0 | 0 | 28 | 0 | 0 |
| 20-Cozinha | 4 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 |
| 21-pátio coberto | 8 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 04-secretaria | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 01-Diretoria | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 02-Sala de vídeo | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 03-Sala dos professores | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 22 e 23-WCs | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 24 a 26-Outros (corredores e áreas externas) | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Tabela 1: Equipamentos e aparelhos elétricos EJLT (Escola A).

Na Tabela 1 é possível visualizar os aparelhos utilizados na escola e as potências nominais dos mesmos. Os equipamentos mais comuns são lâmpadas e ventiladores que são mais utilizados nos ambientes de salas de aula onde existem mais alunos. Outros equipamentos como sistema de som, freezer, bebedor industrial e computador (Ambiente A-04, A-05, A-20 e A-21 segundo Croqui 1), estes equipamentos demandam tomadas de uso específico pois tem maior corrente nominal e necessitam dessas tomadas para que funcionem corretamente.

Os ambientes da EJLT (Escola A) têm como padrão pé direito de 2,8 m (dois virgula oito metros), as paredes têm cores azul e amarela ou branca, o teto nas salas de aula, na cozinha e no pátio não possui forro, nos outros ambientes a cor branca é padrão. O piso em todos os ambientes é cerâmico e de cor cinza. Estes são fatos importantes para o projeto luminotécnico.

A ventilação dos ambientes fechados é feita de forma natural através de janelas e artificial por ventiladores. A iluminação também é feita de forma natural e artificial através de janelas e lâmpadas.

Na Escola Monsenhor José Alves (EMJA) também não foi disponibilizada planta baixa, assim também foi necessária a elaboração de um croqui do local (Anexo 2). A exemplo da escola EJLT, a numeração dos ambientes foi descrita pela letra B seguido do número segundo Croqui.

| | Lâmpada (40W) | Projektor (100W) | Computador Com Impressora (350W) | Caixa de som (600W) | Ventilador de parede (100W) | Televisão (200W) | Bebedor industrial (300W) |
|-------------------------|---------------|------------------|----------------------------------|---------------------|-----------------------------|------------------|---------------------------|
| 01-secretaria | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 02-diretoria | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 03-sala dos professores | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 04-cozinha | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

| | | | | | | | |
|-----------------------|----|---|---|---|----|---|---|
| 05 a 12-salas de aula | 32 | 1 | 0 | 0 | 16 | 2 | 0 |
| 13 e 14-WCs | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16-pátio coberto | 5 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 17 a 21-Outros | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Tabela 2: ambientes, dimensões e áreas internas aproximadas da EMJA (Escola B).

É possível observar que similar ao observado na Escola EJLT, o local também possui alguns equipamentos que demandam tomadas de uso específico computador, caixa de som e bebedor industrial (Ambientes B-0, B-04 e B16 segundo croqui 2), pois esses equipamentos demandam maior corrente para que tenham um funcionamento correto. É possível observar que as lâmpadas e os ventiladores são os equipamentos mais utilizados tendo maior uso nas salas de aula que são ambientes onde existe a maior permanência de um número elevado de alunos.

Na Escola Monsenhor José Alves também se seguiu o mesmo procedimento das visitas a escola Joaquim Leite Teixeira, verificando-se quais e quantos ambientes a escola possuía e as suas dimensões internas para assim verificar as exigências das normas em relação as instalações elétricas.

| Ambientes | Quantidade (Un) | Dimensões(m) | Perímetro (m) | Área (m ²) |
|-------------------------|-----------------|--------------|---------------|------------------------|
| 01-secretaria | 1 | 4,4x5,2 | 19,2 | 22,9 |
| 02-diretoria | 1 | 4,4x5,2 | 19,2 | 22,9 |
| 03-sala dos professores | 1 | 4,4x5,2 | 19,2 | 22,9 |
| 04-cozinha | 1 | 4,5x5,2 | 19,4 | 23,4 |
| 05 a 12-salas de aula | 8 | 5,4x8,2 | 27,2 | 44,3 |
| 13 e 14-WCs | 2 | 4,0x3,2 | 14,4 | 12,8 |
| 16-pátio coberto | 1 | 7,8x21,4 | 58,4 | 166,9 |

Tabela 3: Ambientes e áreas aproximadas da EMJA (Escola B).

Os ambientes têm como padrão pé direito de 2,8 m (dois virgula oito metros), as paredes têm cor branca, o teto não possui forro. O piso em todos os ambientes é cimento queimado.

A ventilação dos ambientes fechados é feita de forma natural através de janelas e artificial por ventiladores (Tabela 3). A iluminação também é feita de forma natural e artificial através de janelas e lâmpadas (Tabela 3).



Figura 4: interruptor da iluminação do banheiro B-14.

Um dos condutores do interruptor está deslocado para fora da caixa que também não possui tampa, evidenciando a falta de manutenção.

A norma ABNT NBR 5410 exige que caixas de interruptores e tomadas sejam fechadas com as devidas tampas, além de não permitir que condutores fiquem expostos de forma que os usuários não habilitados tenham contato com as partes vivas.

A ausência de espelho nas caixas dos interruptores deixa os fios da sala expostos e traz riscos de choque elétrico aos usuários do ambiente, o que contradiz ao prescritos na NR-10.



Figura 5: Quadro de medição da empresa de distribuição B-20.

Na instituição não foi localizado nenhum quadro de distribuição, sendo que o QM era a única forma de ligar e desligar a energia elétrica das instalações. A instalação não possui disjuntores ou qualquer outro equipamento de proteção para as instalações ou para os usuários.

Sem o quadro de distribuição a divisão de circuitos e a proteção das instalações deixa de seguir o padrão da norma ABNT NBR 5410 (2004) além de dificultar a instalação de esquemas de proteção. Isso aumenta consideravelmente a chance de ocorrer vários tipos de acidente envolvendo as instalações e usuário, como choques elétricos que podem ser fatais e incêndios.



Figura 6: Ligações dos circuitos de lâmpadas e tomadas do pátio B-15.

Os condutores saem de um eletroduto estando localizados a baixo de um cano de água, observa-se que nesse ponto existem derivações e emendas sem uso de caixas de passagem. Observa-se também que os condutores se conectam a outros de cor de isolamento diferente.

A norma ABNT NBR 5410 (2004) proíbe a passagem de condutores em baixo de instalações de água, exceto nos casos onde forem providenciadas as devidas proteções. No local também não é seguido o esquema de cores descrito pela norma.



Figura 7: Iluminação do banheiro EJLT A-22.

A iluminação dos boxes é dividida com a da área comum do banheiro e a lâmpada não possui fixação estando suspensa apenas pelos condutores forçando as conexões. De acordo com a ABNT NBR 5410 (2004) a iluminação deve possuir uma sustentação firme e que os esforços não recaiam sobre os condutores como ocorre nesse caso.

Para análise da iluminância considerou-se no ambiente das salas de aula e Biblioteca idade média inferior a 40 anos velocidade e precisão importantes e refletância do fundo entre 30% e 70% e pé direito de 2,8m.

Na escola visitada, a iluminação das salas de aulas bibliotecas e de todas as áreas, com exceção dos banheiros é feita com lâmpadas fluorescentes tubulares de 40W disposta em duas fileiras distanciadas com 2,5m da linha de centro das luminárias.

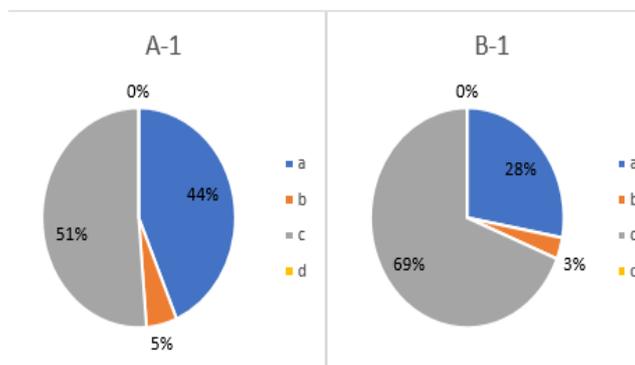


Figura 8: Comparação da frequência que as lâmpadas das salas de aula param de funcionar nas escolas.

Na Figura 8 é possível observar que na Escola A existe maior frequência de lâmpadas queimadas que na Escola B, mesmo assim a predominância ainda é dos que responderam que as lâmpadas raramente queimam. Assim os alunos da Escola A tem possibilidade de ocorrer em maiores problemas de percepção e visuais em relação a Escola B.

Quanto a frequência da falta de energia em toda a escola, 60% dos participantes responderam que as vezes falta e 40 % que raramente falta.

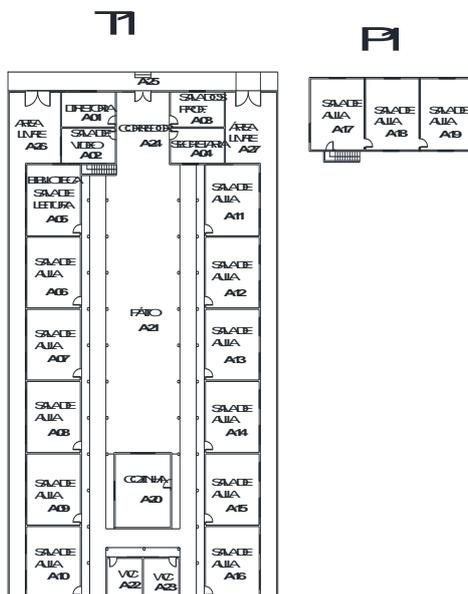
Assim experiencia dos alunos é reduzida a formas que não utilizem de meios elétricos. Porem mesmo atividades quem não utilizem esses meios são comprometidas, por exemplo a leitura, isso ocorre devido a deficiência na iluminação, que já é a baixo do que é menor que a estabelecida pela norma ABNT NBR 5413 (1992), mas ainda tem como agravante a falta de manutenção que faz com que a iluminação seja ainda mais prejudicada.

Outros aspectos como a necessidade de desligamento da energia de toda a escola para a manutenção ou que problemas de energia em qualquer parte da escola afetam toda a instalação devido à falta ou mínima distribuição de circuitos, criam um agravante que faz com que toda a escola seja afetada por interrupções de fornecimento de energia, afetando o desempenho de alunos, pois torna o ambiente desconfortável, devido a utilização de ventilação e iluminação artificial, além de possível interrupção de experiências didáticas utilizando-se equipamentos elétricos.

Referências Bibliográficas

- Associação Brasileira de Normas técnicas. NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro. 2004
- Associação Brasileira de Normas técnicas. NBR 5413: Iluminação de interiores. Rio de Janeiro. 1992.
- Cavalin, G. Cervelin, S. Instalações Elétricas Prediais – Ed 20ª Edição. São Paulo: Editora Érica, 2014.
- Rohrer, C. V. Oliveira, C. A. A. A utilização dos recursos audiovisuais em sala de aula. Revista da universidade de Ibirapuera, São Paulo, n. 14, p. 46-50, Jul/Dez 2017.

ANEXO 1: CROQUI DA EJLT (ESCOLA A)



ANEXO 2: CROQUI DA EMJA (ESCOLA B)

