



## USO DE SOFTWARES MATEMÁTICOS PARA DIMENSIONAMENTO DE DISPOSITIVOS ELÉTRICOS

Danielle Bandeira de Mello Delgado<sup>1</sup>  
Isaete Bezerra de Alencar<sup>2</sup>

### RESUMO

Trata-se de um estudo de caso realizado com a turma de 4º Ano de Ensino Médio Integrado do IFBA - Campus Paulo Afonso no componente curricular Instalações Elétricas do Curso de Eletromecânica. A metodologia consistiu em uma pesquisa de campo e exploratória para utilização do software CALC na confecção de planilhas matemáticas que auxiliassem no cálculo para dimensionamento e especificação de condutores elétricos. Como resultados alcançados observou-se a percepção dos alunos da importância do uso de softwares na otimização dos cálculos matemáticos, mesmo diante de um pior desempenho nas notas observado na unidade. Trabalhos futuros sugerem utilização do software no dimensionamento dos demais componentes elétricos e a realização de projetos interdisciplinares com os professores de Informática Básica.

**Palavras-chave:** Instalações Elétricas. Software. Dimensionamento. Condutores Elétricos.

### 1. INTRODUÇÃO

Alunos do 4º ano do Curso Técnico em Eletromecânica do IFBA – Campus Paulo Afonso, na forma Integrada, que não tem familiaridade com planilhas eletrônicas para o cálculo dos dimensionamentos de condutores elétricos, conteúdo programático que é apresentado no componente curricular Instalações Elétricas.

De acordo com o Catálogo Nacional dos Cursos Técnicos (MEC, 2017), o perfil profissional de conclusão para o técnico em eletromecânica é “Planeja, projeta, executa, inspeciona e instala máquinas e equipamentos eletromecânicos”. Para essa formação, o projeto do curso deve contemplar componentes da área de elétrica e mecânica. Na parte elétrica o Curso Técnico em Eletromecânica do IFBA Campus Paulo apresenta-se um componente curricular importante nessa formação, denominado “Instalações Elétricas”.

<sup>1</sup> Graduanda do Curso de **Licenciatura Profissional e Tecnológica** do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, [danielle.delgado@ifba.edu.br](mailto:danielle.delgado@ifba.edu.br) (Autora)

<sup>2</sup> Tutora do Curso de **Licenciatura Profissional e Tecnológica** do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, [danielle.delgado@ifba.edu.br](mailto:danielle.delgado@ifba.edu.br) (Coautora)



Parte significativa do conteúdo programático do componente curricular Instalações Elétricas corresponde aos dimensionamentos de dispositivos que serão utilizados na execução do projeto elétrico. Nesse contexto, se faz necessária a elaboração de um memorial de cálculo de projeto contemplando os critérios técnicos – normativos necessários para apresentar esses dimensionamentos.

Os alunos da forma integrada, em sua maioria, não apresentam familiaridade com o uso de softwares matemáticos ou planilhas eletrônicas para auxiliar na confecção de projetos, em especial, do memorial de cálculo, e sempre solicitam à docente que os cálculos sejam desenvolvidos e apresentados de forma manual.

Na perspectiva da educação profissional e tecnológica, área de formação da docente responsável por este projeto, é comum o uso de dispositivos tecnológicos, tanto para consolidar o conhecimento doutrinário e teórico adquirido, quanto para agregar e acompanhar a aplicação desse conhecimento aos acontecimentos da sociedade moderna.

Ainda nesse contexto, não é comum entre os estudantes dos cursos técnicos na forma integrada a participação em atividades e cursos extracurriculares que possam reforçar os conteúdos adquiridos na sua formação.

Considerando a necessidade de desenvolver a habilidade dos alunos com o uso de softwares para cálculos matemáticos, permitindo dar celeridade e confiabilidade na confecção dos cálculos necessários em projetos elétricos residenciais e industriais, além de uma apresentação mais adequada ao futuro cliente, é que este trabalho se justifica.

### 1.1. Metodologia

Trata-se de um estudo de caso realizado com a turma do 4º ano da forma integrada do Curso Técnico em Eletromecânica do IFBA – Campus Paulo Afonso, durante a segunda unidade do ano letivo de 2019, do componente curricular Instalações Elétricas, cuja carga horária é de 90 horas e 108 horas-aula. A turma é composta por 20 alunos, todos acima de 18 anos de idade que autorizaram o estudo e a divulgação de algumas imagens.

Na etapa inicial foi realizada uma pesquisa exploratória para análise e instalação do software de apoio a ser utilizado na confecção das planilhas para dimensionamento de condutores pelos alunos. Foi priorizada a análise e utilização de softwares gratuitos para execução deste projeto.



A etapa posterior consistiu na instalação do software em um dos laboratórios do IFBA campus Paulo Afonso que comportasse a turma objeto deste projeto, seguida do uso efetivo desse software. Na parte final foi analisada a aceitação por parte dos alunos, verificando o resultado e a resiliência das ações propostas.

Este projeto contemplou apenas a unidade referente ao dimensionamento de condutores elétricos e, em uma etapa posterior, será complementado para o dimensionamento dos demais dispositivos elétricos utilizados em instalações elétricas. Para execução das atividades foi elaborado um cronograma, que foi incluído no plano de intervenção, readequado e apresentado na tabela 1 a seguir:

Tabela 1 – Cronograma de Atividades

<b>Atividade</b>	<b>Responsável</b>	<b>Descrição</b>
Atividade A	Docente	Pesquisa exploratória acerca do software a ser utilizado.
Atividade B	Técnico em Informática	Instalação e testes do software em laboratório que comporte a turma.
Atividade C	Docente	Aula 1 – Teórica - Dimensionamento de condutores – critério da capacidade de condução de corrente.
Atividade D	Docente	Aula 2: Dimensionamento de condutores – critério da queda de tensão.
Atividade E	Docente	Aula 3: Dimensionamento de condutores – critério da capacidade de condução de corrente de curto circuito por tempo determinado.
Atividade F	Discentes	Confecção das planilhas utilizando os critérios estudados.
Atividade G	Discentes	Atividade Avaliativa
Atividade H	Docente	Análise dos Resultados
Atividade I	Docente	Publicação dos Resultados e sugestão de atividades futuras.



Figura 1 – Cronograma de Atividades previsto no plano de Intervenção

Atividade	Semanas							
	Período: 10/09/19 a 12/11/19							
	01	02	03	04	05	06	07	08
A	■							
B		■						
C			■					
D				■				
E					■			
F						■		
G							■	■

Fonte: Acervo pessoal do autor.

## REFERENCIAL TEÓRICO

É importante ressaltar, após uma extensa análise bibliográfica, a importância do uso de softwares na educação Profissional e Tecnológica. Os professores centrados nos atuais paradigmas de educação veem a necessidade do aperfeiçoamento profissional como algo que pode ser buscado de forma contínua, proporcionando mudança em suas práticas que se atrelam à novas concepções educacionais (PACHECO e BARROS, 2013).

Para Gladcheff, Zuffi e Silva (2001), o uso dos softwares pode ser um importante aliado no desenvolvimento cognitivo de cada aluno facilitando um trabalho que se adapta a distintos ritmos de aprendizagens e permite que os educandos aprendam com seus erros.



As instalações elétricas de baixa tensão sejam residenciais, prediais ou comerciais precisam atender as condições necessárias de segurança e conforto, que só serão atendidas quando bem definida a forma com que a energia elétrica será conduzida desde a rede de distribuição até seus pontos de utilização.

Segundo D'Ávila (2007) uma instalação elétrica pode ser definida como sendo uma estrutura física de uma edificação, utilizada para o consumo de energia elétrica que é basicamente constituída por elementos: condutores, de proteção, de seccionamento e de comando.

Seguindo o mesmo raciocínio, Cotrim (2009) e Júnior (2011) definem uma instalação elétrica como um sistema elétrico físico que constitui subsistemas que estarão integrados de forma racional e tecnicamente correta ao sistema construtivo proposto pela arquitetura, ou seja, um conjunto de componentes elétricos associados e coordenados entre si, para um fim específico.

Todo dimensionamento de dispositivos de instalação elétrica deve atender aos preceitos estabelecidos nas Normas Técnicas. Ela informa os dados que garantem ao projetista confiabilidade no projeto desenvolvido; o projetista que utiliza as Normas adequadamente tem parâmetros para respaldos jurídicos caso alguma instalação apresente problemas, faltas, falhas, panes (PINTO JÚNIOR, 2011).

#### 1.1.1. Dimensionamento de Condutores

##### 1.1.1.1. Levantamento da Carga:

Segundo a NBR5410 (2004, p. 182), existem “prescrições específicas aplicáveis a locais utilizados como habitação, fixa ou temporária [...]” referentes aos pontos de acesso à eletricidade. As necessárias para esse estudo foram:

**Circuito de iluminação:** Para os primeiros 6m<sup>2</sup> atribui-se um ponto de 100VA e a cada 4 metros quadrados (m<sup>2</sup>) inteiros restantes, um ponto de 60VA (MAMEDE, 2011, p. 13).

**Circuito de TUG (Tomada de Uso Geral):** Para salas (critério utilizado no estudo) atribui-se um ponto de TUG a cada 5 metros (m) de perímetro ou fração de perímetro (MAMEDE, 2011, p. 13).



#### 1.1.1.2. Cálculo de conversão de potência aparente para potência ativa:

A partir do triângulo de potências, que reflete a relação entre as três componentes da potência elétrica (potências aparente, reativa e ativa), obtêm-se, em observância ao diagrama de fasores (em forma de triângulo) dessas potências num circuito de corrente alternada, o fator de potência como o ângulo entre a potência aparente e ativa. A conversão das potências é calculada através da Equação (1), conforme previsto no livro de Mamede (MAMEDE, 2011, p. 138).

$$P = S \times \cos\theta \text{ (W)} \quad (1)$$

Em que:

P –potência ativa;

S –potência aparente;

$\cos\theta$  – fator de potência (valor considerado): 0,92.

#### 1.1.1.3. Cálculo de corrente dos circuitos:

Por definição, tem-se que a potência de um dispositivo se trata do produto da diferença de potencial entre os terminais desse dispositivo e a corrente que passa por ele. Portanto, chega-se à Equação (2) evidenciada no livro de Gussow (GUSSOW, 1997, p. 55).

$$S = V \times I \text{ (VA)} \quad (2)$$

Em que:

V –tensão;

I –corrente.

#### 1.1.1.4. Cálculo de seção do condutor fase pelo Terceiro Critério – Máxima queda de tensão admissível:



“Os aparelhos de utilização de energia elétrica são projetados para trabalharem a determinadas tensões, com uma tolerância pequena.” (CREDER, 2013, p. 96). Portanto as quedas de tensão devem ser mínimas nos condutores, levando à necessidade de uma seção adequada, conhecida a partir da Equação (3), referente ao sistema monofásico, e Equação (4), referente ao sistema trifásico, que integram o livro de Mamede (MAMEDE, 2011, p. 97).

$$S_c = \frac{200 \times \rho \times \sum (L_c \times I_c)}{\Delta V_c \times V_{fn}} \text{ (mm}^2\text{)} \quad (3)$$

Em que:

$S_c$  – seção mínima do condutor;

$\rho$  – resistividade do material condutor (cobre): 1/56  $\Omega\text{m/mm}^2$ ;

$L_c$  - comprimento do circuito, em m;

$I_c$  - corrente total do circuito, em A;

$\Delta V_c$  – queda de tensão máxima admitida em projeto, em %;

$V_{fn}$  - tensão entre fase e neutro, em V.

#### 1.1.1.5. Cálculo de seção do condutor fase pelo Quarto Critério – Condução de corrente de curto-circuito por tempo determinado:

Trata-se de um critério que necessita de uma coordenação com o dispositivo de proteção instalado, ou seja, seu tempo de atuação. Com isso, sendo preciso o conhecimento da seção do condutor que suportará o pico de corrente no tempo determinado, através da Equação (5), esse cálculo que só é possível a partir do valor da corrente de curto-circuito pela Equação (6), ambas mostradas no livro de Mamede (MAMEDE, 2011, p. 100).

$$S_c = \frac{100 \times \sqrt{3} \times \rho \times \sum (L_c \times I_c)}{\Delta V_c \times V_{ff}} \text{ (mm}^2\text{)} \quad (4)$$



1.1.1.6. Cálculo de seção do condutor fase pelo Quarto Critério – Condução de corrente

Trata-se de um critério que necessita de uma coordenação com o dispositivo de proteção instalado, ou seja, seu tempo de atuação. Com isso, sendo preciso o conhecimento da seção do condutor que suportará o pico de corrente no tempo determinado, através da Equação (5), esse cálculo que só é possível a partir do valor da corrente de curto-circuito pela Equação (6), ambas mostradas no livro de Mamede (MAMEDE, 2011, p. 100).

$$S_c = \frac{\sqrt{T_g} \times I_{cc}}{0,34 \times \sqrt{\log\left(\frac{222 + T_f}{222 + T_i}\right)}} \quad (\text{mm}^2) \quad (5)$$

Em que:

$I_{cc}$  – corrente simétrica de curto-circuito, em kA;

$T_g$  – tempo de eliminação do defeito, em s;

$T_f$  – temperatura máxima de curto-circuito suportada pela isolação do condutor, em °C;

$T_i$  – temperatura máxima admissível pelo condutor em regime normal de operação, em °C.

Os valores de  $T_f$  e  $T_i$  são estabelecidos por norma, ou seja:

- Condutor com isolação PVC 70°C

$$T_f = 160^\circ\text{C} \text{ e } T_i = 70^\circ\text{C}$$

$$I_{cc} = I_n \times 100 \text{ (kA)} \quad (6)$$

Em que:

$I_{cc}$  – corrente de curto-circuito;



$I_{n3}$  – corrente nominal.

Segundo Zamboni et al (2011), diversos pacotes de programas para escritório apresentam ferramentas profissionais em forma de planilha. Como principais exemplos temos o pacote BOffice (encontrado em <http://www.broffice.org>), o Office, (encontrado em <http://office.microsoft.com>) e o OpenOffice, (encontrado em <http://www.openoffice.org>). No caso do pacote Office, a ferramenta profissional em forma de planilha tem o nome de Excel.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para uma melhor didática e compreensão das atividades, os resultados obtidos serão apresentados nos tópicos a seguir:

### 1.1.2. Pesquisa e instalação do software a ser utilizado:

Após uma consulta minuciosa acerca dos softwares matemáticos utilizados no mercado e, considerando a necessidade específica para confecção das planilhas de dimensionamento, optou-se por utilizar o software livre CALC do pacote BOffice. Vale ressaltar que já existia o software instalado nos laboratórios do campus do IFBA, sendo necessária apenas a sua atualização para a versão 6.4.1.

Com auxílio da coordenação do curso e do setor de apoio técnico em informática do campus optou-se por utilizar o laboratório 2 de Informática para a execução das atividades.

Deve-se registrar que não houve empecilhos institucionais para a realização da atividade e todos os recursos necessários foram disponibilizados.

Figura 2 – Laboratório de Informática 2



Fonte: Acervo pessoal do autor.

#### 1.1.3. Apresentação dos Conteúdos teóricos:

A atividade aqui relatada foi proposta para o componente curricular Instalações Elétricas, que é ministrada no 4º Ano do Curso Técnico em Eletrotécnica da forma integrada. O objetivo principal desse componente é capacitar os alunos a realizarem projetos elétricos e para tal, a etapa de dimensionamento e especificação de componentes é fundamental.

Na segunda unidade foram apresentados em sala os critérios de dimensionamento de condutores previstos pela doutrina e pela norma NBR 5410:2008, conforme exposto no item 2.2.

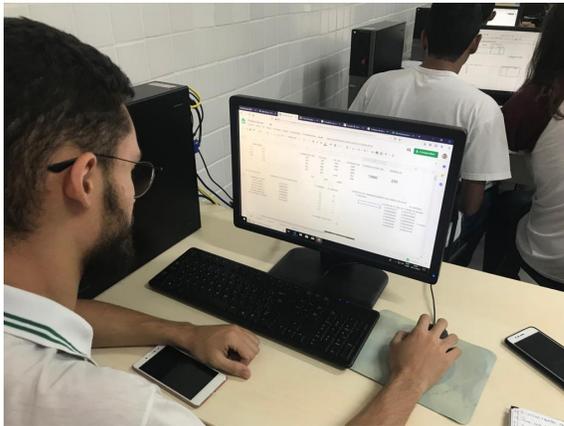
#### 1.1.4. Confeção das planilhas pelos alunos:

O cálculo manual desses critérios é extenso, demorado e passível de erros. O uso das planilhas eletrônicas aperfeiçoa os resultados, facilitando a apresentação dos cálculos para situações diversas, trazendo a informação do condutor que deve ser utilizado na instalação de forma mais rápida e precisa.

No início da atividade os alunos foram divididos em duplas apresentaram um pouco de dificuldade com o uso do software, já que não estavam habituados a programar cálculos matemáticos de natureza prática em um sistema computacional. A grande maioria utilizava o software apenas para confecção de tabelas, desconhecendo as funções adicionais do CALC.

Com as devidas orientações e construção dos algoritmos, todas as duplas conseguiram implementar as planilhas para os cálculos, sem maiores dificuldades.

Figura 3 – Alunos utilizando o software CALC para confecção das planilhas



Fonte: Acervo pessoal do autor.

Figura 4 – Alunos utilizando o software CALC para confecção das planilhas



Fonte: Acervo pessoal do autor.

#### 2.3.4 – Atividade Avaliativa e Análise dos Resultados:

Conforme proposto durante o planejamento do projeto, uma das atividades avaliativas da unidade foi a apresentação de uma situação problema onde seria necessário o dimensionamento de condutores elétricos para circuitos de uma instalação elétrica na planilha que foi confeccionada em sala de aula. A figura 4 apresenta a atividade avaliativa aplicada com os alunos.

Figura 5 – Atividade Avaliativa aplicada com os alunos



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA BAHIA  
DISCIPLINA: Instalações Elétricas Prediais  
PROFESSORA: Danielle Bandeira de Mello Delgado  
ALUNO: \_\_\_\_\_ TURMA: \_\_\_\_\_

**2ª AVALIAÇÃO – II Unidade**

1. Para a planta baixa a seguir, determinar:
- Potência Total da Instalação;
  - Divisão dos circuitos;
  - Corrente de cada circuito;
  - A seção dos condutores dos circuitos, pelos seguintes métodos:
    - Seção Mínima;
    - Capacidade de Condução de Corrente;

**CONSIDERE QUE:**

A temperatura ambiente é de 30°C;  
Os condutores são de cobre e serão instalados em eletroduto embutido na parede;  
Os cabos serão de isolamento em PVC;  
O fator de potência para iluminação é 1,0 e para TUG é 0,8.  
TUE – Ar condicionado: 2000 W; Chuveiro Elétrico: 4.500 W; Microondas: 2.300W

Fonte: Acervo pessoal do autor.

Analisando o desempenho dos discentes na unidade II, verificou-se que a atividade avaliativa proposta motivou os alunos, mesmo diante de algumas dificuldades apresentadas por eles.

Analisando as figuras a seguir, que apresentam as estatísticas da turma em forma de gráficos que foram extraídos do SUAP (Sistema Unificado de Administração Pública) e comparando o desempenho das notas nas unidades I e II, observa-se que, no geral, as notas na II unidade foram inferiores, vejamos:

Figura 6 – Gráfico com as notas da I Unidade



Fonte: SUAP, 2020.

Figura 7 – Gráfico com as notas da II Unidade



Fonte: SUAP, 2020.

Uma análise apenas quantitativa dos gráficos acima nos levaria a concluir que o desempenho dos alunos foi pior justamente na unidade na qual a atividade com o uso do software foi proposta. No entanto, alguns fatores colaboram para os resultados acima apresentados.

A atividade desenvolvida em dupla contribuiu para que grande parte dos alunos não desenvolvesse diretamente a atividade. Durante o processo de avaliação foi solicitado que cada aluno, individualmente, manuseasse a planilha e, como grande parte não havia participado da confecção do instrumento, tiveram dificuldade em apresentar os resultados durante a avaliação.

Em uma análise mais subjetiva e após um feedback dado pelos alunos, percebe-se que o objetivo inicial da atividade foi alcançado, pois eles foram unânimes em comentar que o uso da planilha facilita e otimiza os cálculos. Essa compreensão já é um importante passo dado.

Os alunos relataram ainda que deveriam ter tido essa percepção da importância do uso dos softwares como instrumento de apoio nos cálculos matemáticos já no 1º Ano do curso, ao cursarem o componente curricular Informática Básica. Sugeriram uma aproximação ou uma atividade interdisciplinar para garantirem esse conhecimento no início do curso.

Na ocasião da reunião de Conselho Diagnóstico da II unidade, os alunos colocaram que estão gostando da metodologia adotada e que pretende adotar a planilha desenvolvida nos demais dimensionamentos de dispositivos elétricos que serão conteúdo programático das unidades seguintes.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao final da atividade proposta observou-se que os objetivos definidos previamente foram atingidos. Os alunos foram unânimes em perceber a importância do uso de softwares matemáticos como apoio nos cálculos de dimensionamento e especificação de condutores elétricos.

Observou-se um decréscimo no desempenho dos alunos na unidade em que a atividade foi aplicada, no entanto, esse resultado era previsto tendo em vista que o público estava se adaptando à nova metodologia.

Trabalhos futuros sugerem a continuação da utilização das planilhas para dimensionamento dos demais componentes elétricos em projetos de instalações elétricas e uma proposta de atividade interdisciplinar com as turmas de 1º Ano, tendo em vista a sugestão propostas pelos próprios alunos da turma objeto deste estudo.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5410: Instalações Elétricas de Baixa Tensão. Rio de Janeiro. 2004. 209 p.

CARVALHO JÚNIOR, Roberto de. Instalações elétricas e o projeto de arquitetura. 3ª ed. São Paulo: Blucher, 2011.

COTRIM, Ademaro A.M.B. Instalações elétricas. 5ª ed. São Paulo: Person Prentice Hall, 2009.

CREDER, HÉLIO. Instalações Elétricas. 15ª edição. Rio de Janeiro: LTC, 2013. 428 p.

D'AVILA, Ricardo Santos. Análise de perdas em instalações elétricas residenciais. 2007. 97 f. Dissertação (Mestrado em Energia) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

GLADCHEFF A. P.; ZUFFI, E.M.; SILVA, M. Um Instrumento para Avaliação da Qualidade de Softwares Educacionais de Matemática para o Ensino Fundamental. Anais do XXI Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, Fortaleza, 2001.

GUSSOW, MILTON. Eletricidade Básica. 2ª edição. São Paulo: Pearson Makron Books, 1997. 627 p.

MAMEDE FILHO, JOÃO. Instalações elétricas industriais. 8ª edição. Rio de Janeiro: LTC, 2011. 666p.



MEC. Catálogo Nacional dos Cursos Técnicos. Disponível em  
<<http://portal.mec.gov.br/docman/novembro-2017-pdf/77451-cnct-3a-edicao-pdf-1/file>>. Acesso em 07 jan. 2020.

PACHECO, J. A. D, BARROS, J.V. Diálogos. Revista de Estudos Culturais e da Contemporaneidade. Disponível em  
<[http://www.revistadialogos.com.br/Dialogos\\_8/Dialogos\\_8\\_capa\\_creditos.pdf](http://www.revistadialogos.com.br/Dialogos_8/Dialogos_8_capa_creditos.pdf)>. Acesso em 03 dez. 2019.

PINTO JÚNIOR. A.C. Software para cálculo Luminotécnico e Dimensionamento de disjuntores e condutores, aplicável em Instalações Elétricas de BT. Disponível em  
<<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/33092/000787140.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em 10 dez. 2019

ZIMBONI et al. Planilhas Excel e uso da Linguagem VBA em aplicações para as engenharias. Disponível em  
<<http://www.abenge.org.br/cobenge/arquivos/8/sexoestec/art1623.pdf>>. Acesso em 03 dez. 2019.