



## EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA NO ENSINO MÉDIO INTEGRADO: PRÁTICAS INTERDISCIPLINARES DE ENSINO DE CIRCUITOS LÓGICOS E ELÉTRICOS

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2023.4475

Esteferson Santana Quadros - esteferson.quadros@gmail.com  
Instituto Estadual de Educação Ciência e Tecnologia do Maranhão

Emília Gomes Moraes da Silva - emigomesmoraes100@gmail.com  
Instituto Estadual de Educação Ciência e Tecnologia do Maranhão

Laysla Vicente Santos Andrade - Layslas785@gmail.com  
Instituto Estadual de Educação Ciência e Tecnologia do Maranhão

Rafael de Sena Silva - rafeldesenasilva@gmail.com  
Instituto Estadual de Educação Ciência e Tecnologia do Maranhão

Sanzio Emanuel Borges de Freitas - b4sann777@gmail.com  
Instituto Estadual de Educação Ciência e Tecnologia do Maranhão

**Resumo:** Este trabalho versa sobre um projeto de caráter interdisciplinar desenvolvido no Instituto Estadual de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IEMA), câmpus Matões/MA, com estudantes do ensino médio integrado da instituição. Tal projeto consistiu na realização prática de um experimento capaz de representar as portas lógicas AND, OR, NOT, NAND e NOR da componente curricular eletrônica digital através de circuitos elétricos e aprimorar temas abordados em sala de aula. Além da finalidade de motivar os estudantes com atividades práticas, o trabalho aqui apresentado teve como objetivo o ensino interdisciplinar de práticas e análises de circuitos lógicos e elétricos com o intuito de estimular o interesse, despertar vocações e atrair estudantes para a área das engenharias e da tecnologia. Uma vez que identificar, formular e solucionar problemas com excelência, quando de posse de informações devidamente reunidas, ordenadas e trabalhadas, podem ser transformadas em resultados práticos e úteis que podem ser aplicados e evidenciados no cotidiano.

**Palavras-chave:** circuitos elétricos, eletrônica digital, portas lógicas, ensino interdisciplinar.

## EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA NO ENSINO MÉDIO INTEGRADO: práticas interdisciplinares de ensino de circuitos lógicos e elétricos

### 1 INTRODUÇÃO

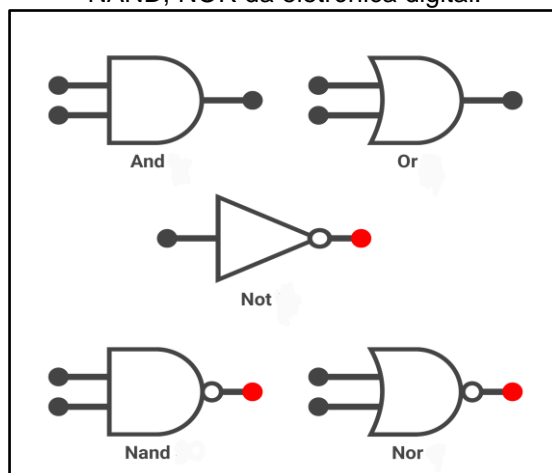
Embora o avanço tecnológico e o acesso à informação estejam presentes na vida de grande parte dos alunos na educação básica, uma parcela considerável de estudantes ainda não tem definido qual carreira seguir no ensino superior. Neste sentido, segundo pesquisa realizada pelo Centro Universitário Unigran Capital em maio de 2021, 82% dos jovens brasileiros não sabem ou têm dúvida de qual carreira profissional seguir após o ensino médio (UNIGRAN, 2022).

Diante desse contexto, o projeto desenvolvido no Instituto Estadual de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IEMA), na unidade do Município de Matões/MA, teve como objetivo o ensino interdisciplinar de práticas e análises de circuitos lógicos e elétricos para os estudantes do ensino médio integrado ao nível técnico do IEMA PLENO MATÕES, a fim de estimular o interesse, despertar vocações e atrair estudantes para o eixo tecnológico de controles e processos industriais das áreas de engenharias.

Tal projeto tem grande potencial motivador, uma vez que estimula novas práticas pedagógicas com o uso de diversas metodologias de ensino, aprimorando as aulas tradicionais que são baseadas em teorias, cálculos e materiais como quadro branco, pincéis e datashow que, em certa medida no cotidiano escolar podem estagnar os processos de ensino e aprendizagem dos alunos e ser um dos grandes motivos de desestímulo pelas temáticas, falta de interesse nas aulas, que segundo alguns estudos este desinteresse pode desembocar como um dos motivos de evasão escolar no ensino médio (DE ANDRADA *et al.*; 2018).

Segundo Bazzo e Pereira (2006), engenheiros são capazes de identificar, formular e solucionar problemas, uma vez que em posse de informações devidamente reunidas, ordenadas e trabalhadas, podem ser transformadas em resultados práticos e úteis. Com base nisso, este projeto de caráter interdisciplinar consistiu em um experimento capaz de representar portas lógicas (Figura 1) da componente curricular eletrônica digital (AND, OR, NOT, NAND e NOR) através de circuitos elétricos e evidenciar temas abordados em sala de aula.

Figura 1 – Portas lógicas AND, OR, NOT, NAND, NOR da eletrônica digital.



Fonte: Autores (2023).

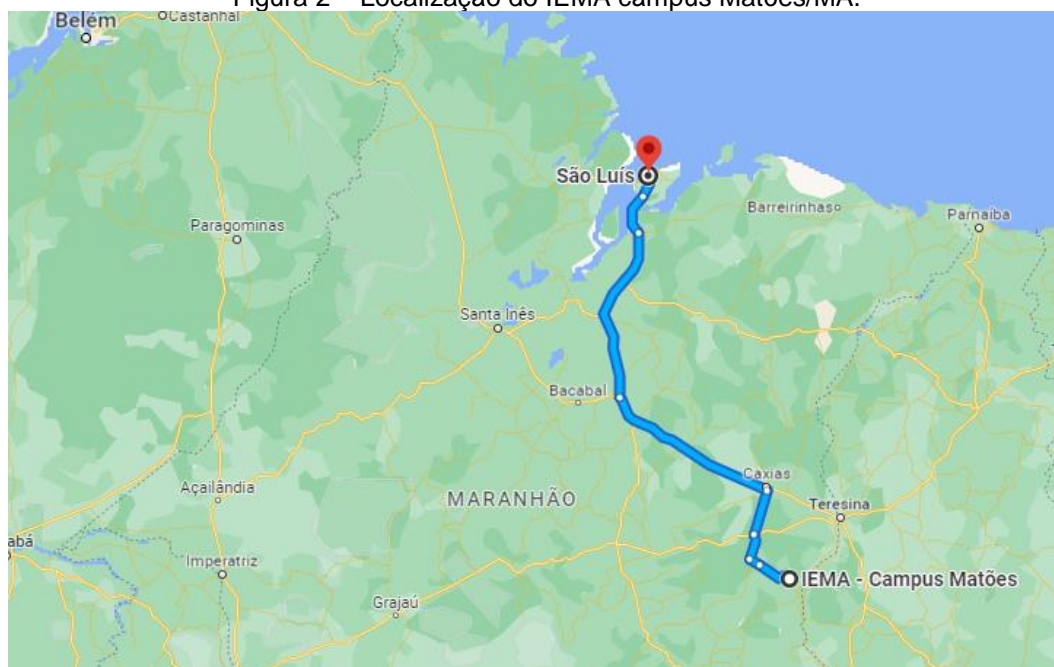
Do ponto de vista da eletrônica digital, é possível representar sistemas decimais através de sistemas binários que utilizam somente dois valores, 1 e 0, ou por meio de níveis de tensão utilizados na eletrônica digital como “alto” ou “baixo”, respectivamente (BIGNELL; DONOVAN, 2009). Diante disso, um nível alto de tensão pode ser representado por 1 e um nível baixo (ou zero volt de tensão) pode ser representado por 0, assim como um interruptor ou uma lâmpada cujos estados ligados podem ser representados por 1, ou desligado representado por 0.

Por sua vez, o circuito elétrico pode ser caracterizado como um percurso fechado no qual há a passagem de corrente elétrica por ele e por componentes elétricos. Ademais, dentre as diversas características da energia elétrica que flui nesse percurso, destacam-se sua mobilidade e versatilidade que permite que ela seja conduzida por um par de cabos condutores e transformada em outro tipo de energia (DORF; SVOBODA, 2012), como em energia luminosa e térmica, as quais serão evidenciadas mais a frente neste trabalho.

## 2 MATERIAIS E METODOLOGIA

O Instituto Estadual de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IEMA) foi criado no dia 02 de janeiro de 2015 e possui atualmente 34 polos que ofertam ensino médio técnico em tempo integral e cuja proposta é “oferecer à sociedade condições e oportunidades para o desenvolvimento de seus potenciais, respeitando as necessidades locais e prioridades estratégicas do Maranhão” (IEMA, 2022). O projeto aqui versado foi realizado no IEMA PLENO MATÕES, localizado na mesorregião leste maranhense no município de Matões/MA, a 468,2 km da capital São Luís/MA, conforme apresentado na Figura 2 a seguir.

Figura 2 – Localização do IEMA câmpus Matões/MA.

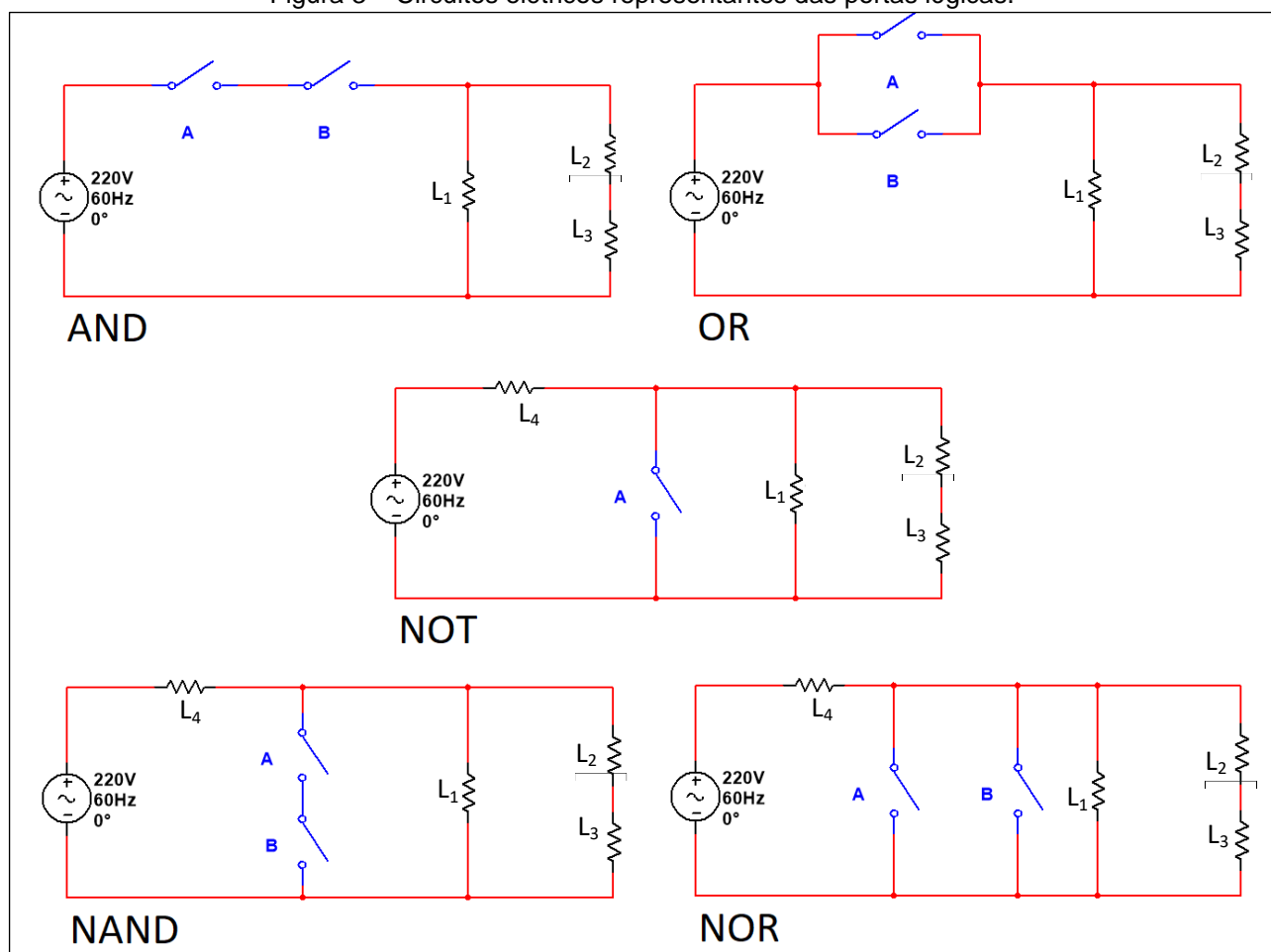


Fonte: Autores (2023).

Para a realização prática do projeto, foram utilizados os seguintes materiais: interruptores, lâmpadas, bocais, tomada fêmea, cabos elétricos de 1,5mm<sup>2</sup>, placa de isopor (1mx2m), além da fonte de tensão de 220 V advinda da rede elétrica da

concessionária local. A quantidade destes materiais variou de acordo com o circuito elétricos a ser desenvolvido, conforme Figura 3 elaborada no *software* NI Circuit Design. Por exemplo, para o circuito elétrico que representou a porta lógica AND e OR foram utilizados 1 placa de isopor, 2 interruptores, 3 bocais de lâmpadas, 3 lâmpadas, 1 tomada fêmea, além dos cabos para realização a conexão entre estes componentes. Já para representar a porta lógica NOT, foram utilizados 1 placa de isopor, 1 interruptor, 4 bocais com lâmpadas, 1 tomada fêmea e cabos condutores. Por fim, para representar as porta lógicas NAND e NOR utilizaram-se 1 placa de isopor, 2 interruptor, 4 bocais com lâmpadas, 1 tomada fêmea e cabos elétricos.

Figura 3 – Circuitos elétricos representantes das portas lógicas.



Fonte: Autores (2023).

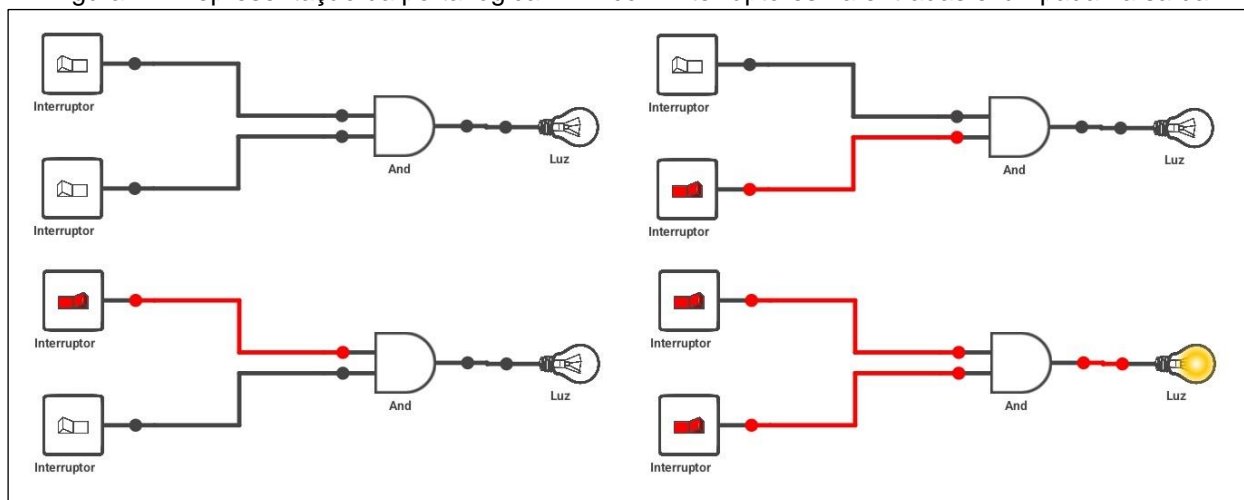
Cabe ressaltar que em todos os circuitos apresentados na Figura 3 as resistências representam as lâmpadas, as lâmpadas por sua vez representam a saída das portas lógicas e os interruptores representam as entradas A e B das circuitos eletrônicos. Além disso, observa-se que para a execução das portas lógicas NOT, NAND e NOR foi utilizada uma lâmpada antes dos interruptores a fim de evitar um curto circuito no momento em que os interruptores estivessem fechados.

Para avaliar a importância do projeto e se o mesmo em seu caráter interdisciplinar estimulou os estudantes e tornou o aprendizado mais interessante foi desenvolvido um questionário para que os estudantes pudessem responder a duas perguntas que serão apresentadas mais adiante.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

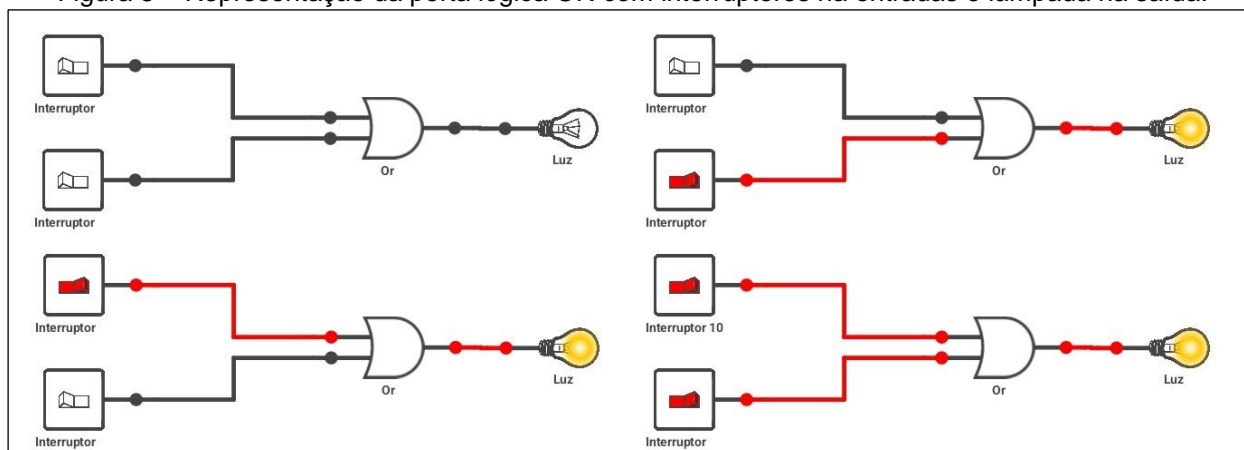
Como já descrito antes, o projeto tem como cerne a interdisciplinaridade e neste caso a integração entre os componentes curriculares Circuitos Elétricos e Eletrônica Digital para mostrar através dos circuitos elétricos o funcionamento das portas lógicas digitais. Nele foram representados os circuitos eletrônicos (ou portas lógicas) AND, OR, NOT, NAND e NOR, nos quais foram usados interruptores como porta de entrada A e B, como mostrado nas Figuras 4, 5, 6, 7 e 8, respectivamente, desenvolvidas no aplicativo Logic Circuit Simulator e cujas tabelas-verdades são especificadas na Tabela 1 na qual S significa "saída".

Figura 4 – Representação da porta lógica AND com interruptores na entradas e lâmpada na saída.



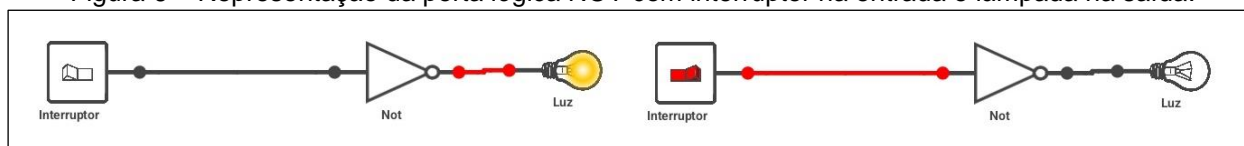
Fonte: Autores (2023).

Figura 5 – Representação da porta lógica OR com interruptores na entradas e lâmpada na saída.



Fonte: Autores (2023).

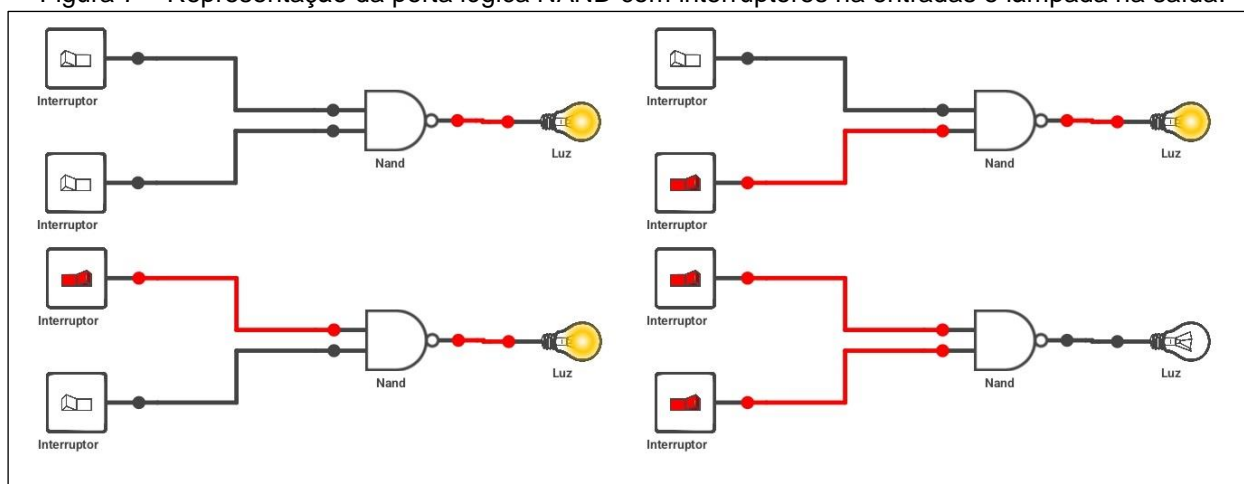
Figura 6 – Representação da porta lógica NOT com interruptor na entrada e lâmpada na saída.



Fonte: Autores (2023).

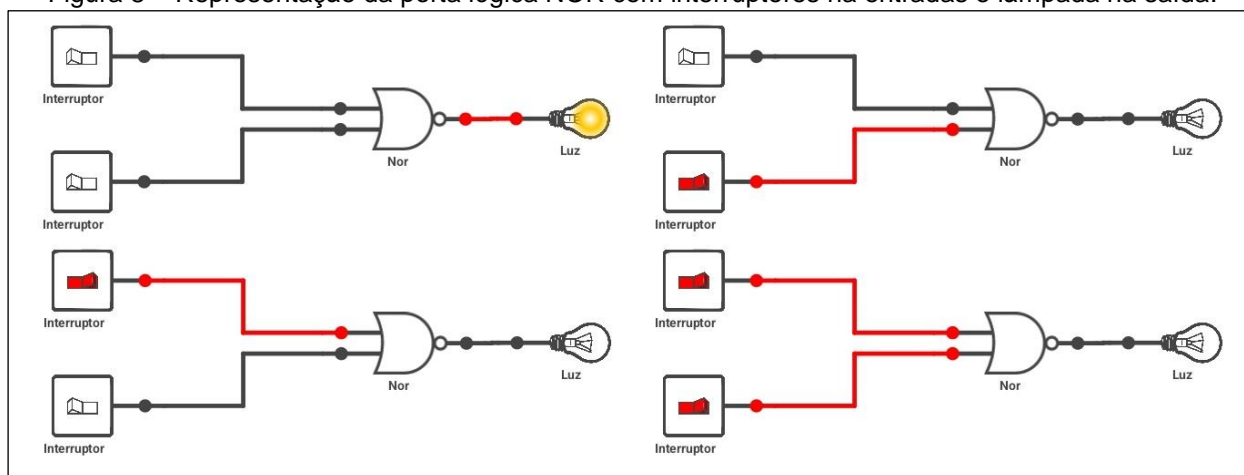


Figura 7 – Representação da porta lógica NAND com interruptores na entradas e lâmpada na saída.



Fonte: Autores (2023).

Figura 8 – Representação da porta lógica NOR com interruptores na entradas e lâmpada na saída.



Fonte: Autores (2023).

Tabela 1 – Tabelas-verdade das portas lógicas AND, OR, NOT, NAND e NOR.

AND			OR			NOT		NAND			NOR		
A	B	S	A	B	S	A	S	A	B	S	A	B	S
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1
0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0
1	0	0	1	0	1			1	0	1	1	0	0
1	1	1	1	1	1			1	1	0	1	1	0

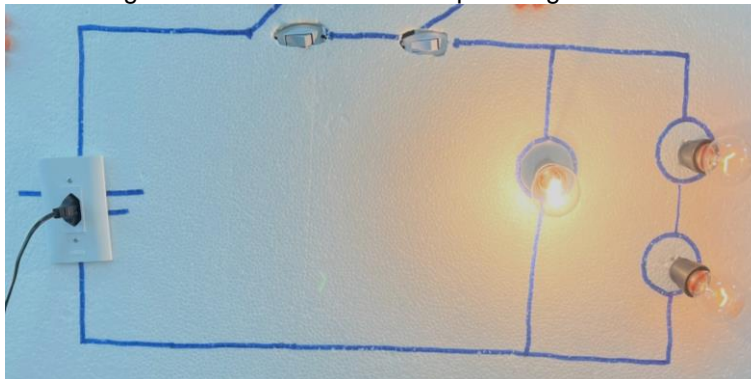
Fonte: Autores (2023).

Na saída dos circuitos foram usadas lâmpadas como resistências e é importante destacar que as saídas poderiam ter sido representadas por apenas uma lâmpada, como representada nas Figuras 4, 5, 6, 7 e 8, porém para efeito de análise de circuito optou-se por três lâmpadas a fim de observar o efeito e resultado das associações em série e paralelo dos resistores, como discutido mais a frente.

No projeto desenvolvido pelos estudantes da segunda série do ensino médio do curso técnico em Eletroeletrônica, foi possível observar diversos conceitos trabalhados em sala de aula, como o divisor de corrente e divisor de tensão. Nas Figuras 9 e 10 que representam as portas lógicas AND e OR, respectivamente, é notável a diferença de intensidade do brilho das lâmpadas. Embora as duas lâmpadas em série ( $L_2$  e  $L_3$ ) no final

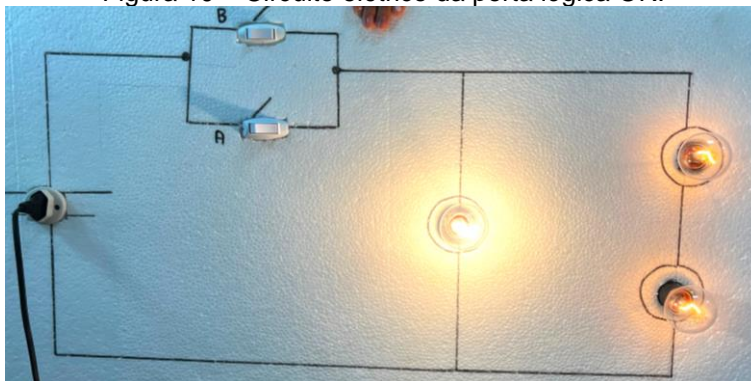
do circuito estejam em paralelo com a lâmpada  $L_1$  e recebendo a mesma tensão da fonte, as lâmpadas  $L_2$  e  $L_3$  apresentam brilho mais fraco devido à queda de tensão em cima delas.

Figura 9 – Circuito elétrico da porta lógica AND.



Fonte: Autores (2023).

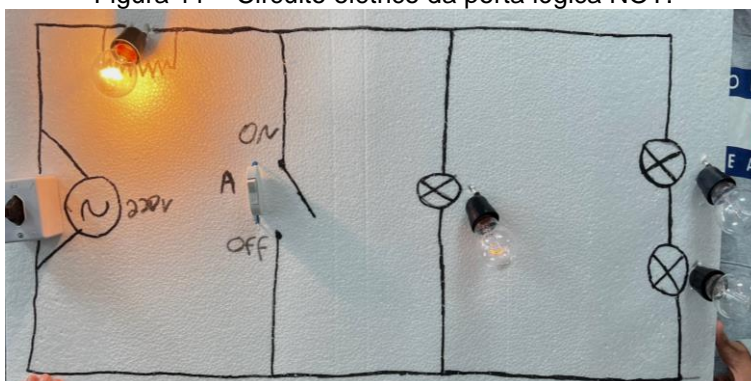
Figura 10 – Circuito elétrico da porta lógica OR.



Fonte: Autores (2023).

O circuito elétrico representativo da porta lógica NOT (Figura 11), também chamada de porta inversora, demonstra o funcionamento de um inversor de entrada. Observa-se que quando o interruptor está desligado (em off), as lâmpadas  $L_1$ ,  $L_2$  e  $L_3$  ficam ligadas e, mesmo que as lâmpadas  $L_2$  e  $L_3$  aparentem estar desligadas, elas não estão. O que demonstra o efeito da queda de tensão devido à adição da lâmpada  $L_4$  no circuito, a qual também funcionou como resistência para quando o interruptor estivesse ligado (em on) evitar um curto-circuito.

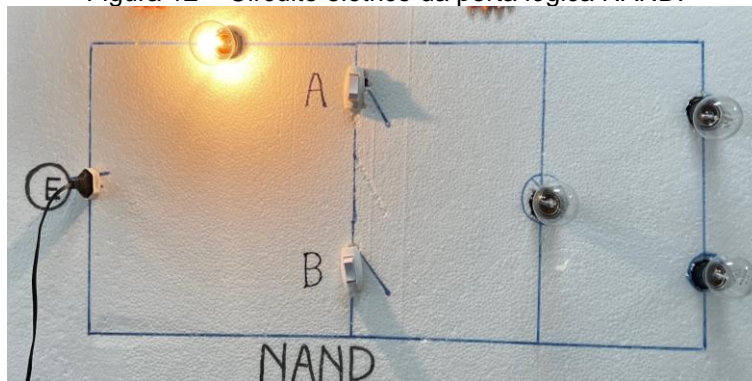
Figura 11 – Circuito elétrico da porta lógica NOT.



Fonte: Autores (2023).

Já o circuito elétrico da porta NAND apresenta saídas inversas a da porta AND, conforme se observa na Tabela 1 e nas representações das Figuras 4 e 7. Nota-se na Figura 12 que quando os dois interruptores estão ligados, as lâmpadas  $L_1$ ,  $L_2$  e  $L_3$  ficam apagadas. Isso ocorre devido ao caminho fechado que os interruptores oferecem à passagem de corrente, uma vez que em um percurso, a corrente fluirá por onde houver menor resistência.

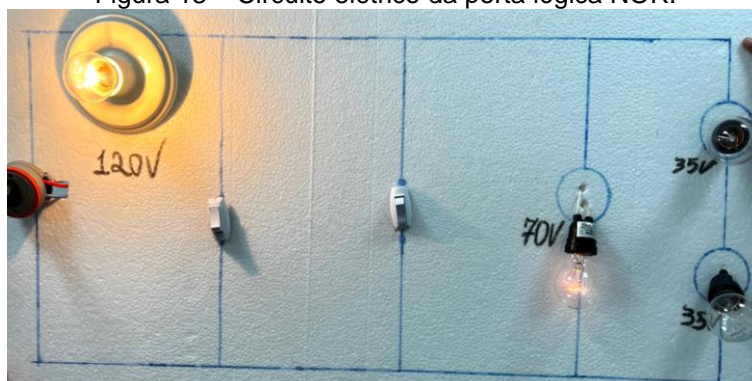
Figura 12 – Circuito elétrico da porta lógica NAND.



Fonte: Autores (2023).

Como é possível observar na representação da Figura 8 e no projeto da Figura 13, quando os dois interruptores estão desligados, as lâmpadas  $L_1$ ,  $L_2$  e  $L_3$  estão acesas, embora  $L_2$  e  $L_3$  apareçam apagadas, elas estão recebendo corrente elétrica, mas devido a divisão de tensão no circuito, o brilho delas é bem menor e pouco perceptível. Além disso, no projeto é possível observar ainda o efeito da Lei de Kirchhoff para Tensão (LKT), a qual enuncia que a tensão aplicada a um circuito fechado é igual à soma das quedas de tensão nas resistências daquele circuito. A lâmpada  $L_4$  apresenta maior brilho uma vez que sua resistência é maior quando comparada com a resistência equivalente proveniente da associação de  $L_1$ ,  $L_2$  e  $L_3$ .

Figura 13 – Circuito elétrico da porta lógica NOR.



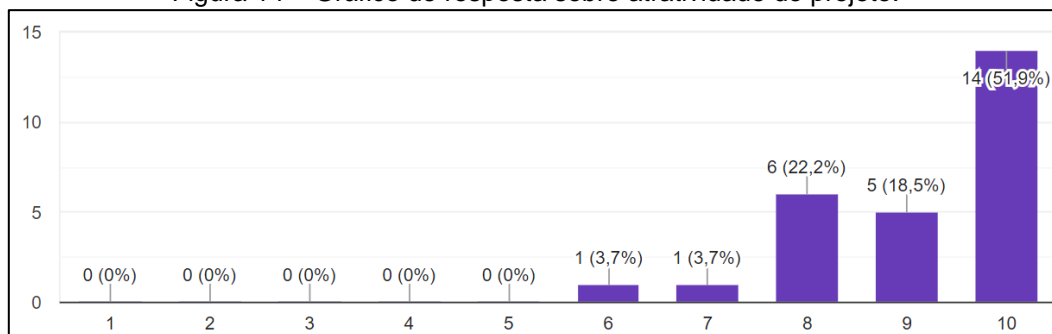
Fonte: Autores (2023).

Além de proporcionar o ensino interdisciplinar de Circuitos Elétricos e Eletrônica Digital aos estudantes, foi realizado um questionário o qual 27 estudantes de 34 que participaram do projeto responderam o mesmo. O objetivo da coleta de informações através do questionário foi avaliar se o projeto foi bem aceito e se despertou ou motivou o interesse dos estudantes por conteúdos relacionados a esta área. Dentre as perguntas, destaca-se a seguinte: “numa escala de 1 a 10, a interdisciplinaridade (Circuitos Elétricos



e Eletrônica Digital) deixou o projeto mais atrativo de ser desenvolvido?" Conforme pode ser observado na Figura 14 abaixo, 70,4% dos estudantes avaliaram com 9 ou 10, o que representa que a atratividade do projeto desenvolvido foi grande; 25,9 avaliaram com 7 ou 8 e apenas um estudante avaliou como 6.

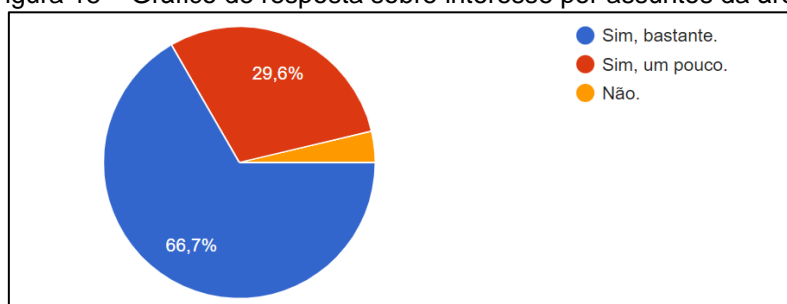
Figura 14 – Gráfico de resposta sobre atratividade do projeto.



Fonte: Autores (2023).

Além da pergunta acima, outra foi avaliada: "o projeto despertou seu interesse por conteúdos da área de Circuitos Elétricos ou da Eletrônica Digital?". As respostas podem ser observadas no gráfico da Figura 15, no qual 66,7% dos estudantes relataram ter maior interesse por assuntos da área do projeto e 29,6% responderam que tiveram um pouco de interesse; e apenas um estudante respondeu não ter interesse algum.

Figura 15 – Gráfico de resposta sobre interesse por assuntos da área.



Fonte: Autores (2023).

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a aplicação deste projeto interdisciplinar que abrangeu conteúdos de diferentes componentes de forma integrada (Circuitos Elétricos e Eletrônica Digital), espera-se que possa ser utilizado como prática estimuladora aos estudantes, despertado o interesse pelos assuntos temáticos abordados e aguçado curiosidade por áreas da engenharia e da tecnologia, dado que muitos estudantes do ensino médio, mesmo sendo do curso técnico integrado, apresentam dúvidas quanto à qual carreira seguir após o ensino médio.

Do ponto de vista acadêmico, os estudantes mostraram interesse e empenho para desenvolver o projeto, demonstra que atividades mais práticas são capazes de estimular a aprendizagem e reforçar o conhecimento sobre os conteúdos vistos em sala de aula. Conteúdos como associação de resistores, divisor de tensão, divisor de corrente, Lei de Ohm, Leis de Kirchhoff.

Esta transposição didática, ou seja, passaram o conhecimento adquirido do abstrato (do papel do caderno, do pincel do quadro) para a forma prática e evidenciaram como os assuntos abordados em sala de aula estão presentes no cotidiano de todos, uma vez que lâmpadas, interruptores, corrente elétrica, fonte de tensão, circuitos elétricos e eletrônicos fazem parte da vida diária e isto, por sua vez, incentivam os estudantes a observar e a pensar criticamente sobre a presença das tecnologias que os cerca.

Além disso, o projeto realizado no IEMA expõe conteúdos que fazem parte da área de engenharias e acabam, por fim, aproximando e incentivando o interesse dos estudantes por conteúdos, práticas e projetos nessa área, uma vez que componentes curriculares como circuitos elétricos e eletrônica digital fazem parte da matriz curricular de uma gama de engenharias como a Elétrica, Computação, Biomédica, entre outras e demonstram a grande importância para o avanço tecnológico que podem ser visualizados no cotidiano.

## AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de expressar nossos mais sinceros agradecimentos a todos os estudantes do curso Técnico em Eletroeletrônica da 2ª série do Ensino Médio de 2023 do Instituto Estadual de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IEMA), Matões/MA, pelo empenho na realização do projeto em equipe. Agradecemos também ao IEMA PLENO MATÕES, instituição financiadora do projeto e local onde foi executado, pela oportunidade de pôr em prática o conhecimento adquirido em sala e podermos contribuir de alguma forma com a comunidade acadêmica.

## REFERÊNCIAS

BAZZO, Walter Antônio; PEREIRA, Luiz Teixeira do Vale. **Introdução à engenharia: conceitos, ferramentas e comportamentos**. Florianópolis: Editora UFSC, 2006.

BIGNELL, James; DONOVAN, Robert. **Eletrônica digital**. 1. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIGRAN CAPITAL - UNIGRAN. **82% dos jovens tem dificuldades em escolher uma carreira profissional**. Disponível em: <https://www.unigran.br/novidades/82-dos-jovens-tem-dificuldades-em-escolher-uma-carreira-profissional>. Acesso em 13 mai. 2023.

DE ANDRADA, Paula Costa *et al.* **O Desinteresse dos Alunos de Ensino Médio pela Escola na Atualidade**. Momentum, v. 1, n. 16, 2018.

DORF, Richard C.; SVOBODA, James A. **Introdução aos circuitos elétricos**. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

INSTITUTO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO MARANHÃO - IEMA. **O IEMA**. Disponível em: <https://iema.ma.gov.br/?p=602#:~:text=O%20Instituto%20Estadual%20de%20Educa%C3%A7%C3%A3o,educa%C3%A7%C3%A3o%20profissional%2C%20cient%C3%ADfica%20e%20tecnol%C3%B3gica>. Acesso em 10 mai. 2023.

## ENGINEERING EDUCATION IN INTEGRATED HIGH SCHOOL: interdisciplinary practices for teaching logical and electrical circuits

**Abstract:** *This work deals with an interdisciplinary project developed at the State Institute of Education, Science and Technology of Maranhão (IEMA), Matões/MA campus, with students from the institution's integrated high school. This project consisted of the practical realization of an experiment capable of representing the logic gates AND, OR, NOT, NAND and NOR of the digital electronics curriculum component through electrical circuits and improving topics addressed in the classroom. In addition to motivating students with practical activities, the work presented here aimed at teaching interdisciplinary practices and analyzes of logic and electrical circuits with the aim of stimulating interest, awakening vocations and attracting students to the area of engineering and technology. Since identifying, formulating and solving problems with excellence, when in possession of information duly gathered, ordered and worked on, they can be transformed into practical and useful results that can be applied and evidenced in everyday life.*

**Keywords:** *electric circuits, digital electronics, logic gates, interdisciplinary teaching, integrated high school.*