



SISTEMA MODULAR HORIZONTAL PARA O ENSINO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO

HORIZONTAL MODULAR SYSTEM FOR TEACHING LOW VOLTAGE ELECTRICAL INSTALLATIONS

Pedro Vitor Sousa Ribeiro¹, Leandra Gabriela da Silva Oliveira², Mayara Pereira Cunha³

DOI: 10.37702/REE2236-0158.v42p454-466-104.2023

RESUMO: O aprendizado sobre o projeto de instalações elétricas residenciais de baixa tensão passa pela capacidade do aluno em superar a limitação da representação e pensar como ele acontece na prática. Nesse sentido as bancadas didáticas auxiliam a entender como se dão as ligações elétricas, entretanto os modelos existentes não são convidativos ao uso, seja pela sua complexidade ou pela dificuldade de manipular as ferramentas. Este artigo tem como objetivo propor um projeto de bancada didática modular horizontal para o ensino de instalações elétricas residenciais de baixa tensão. A metodologia se baseou no desenvolvimento de bancada com baixo custo aquisitivo e que permitisse ao aluno montar diferentes configurações de ensaios. Incorpora ainda elementos práticos, como eletrodutos, fiação e cargas, permitindo seu manejo de forma fácil. Alguns módulos foram executados e testados, mostrando o potencial do projeto. Espera-se que a bancada contribua para o processo de ensino-aprendizagem de alunos de graduação em Arquitetura e Engenharias.

PALAVRAS-CHAVE: instalações elétricas; bancada didática; ensino.

ABSTRACT: Learning about the project of low voltage residential electrical installations requires the student's ability to overcome the limitation of the representation and think about how it happens in practice. In this sense the didactic benches help to understand how the electrical connections are made, however the existing models are not inviting to the use, either by their complexity or by the difficulty of manipulating the tools. This article aims to propose a project of a horizontal modular didactic bench to teach low voltage residential electrical installations. The methodology was based on developing the bench at a low cost that allows the student to assemble different test configurations. It also incorporates practical elements, such as conduits, wiring, and loads, allowing for easy handling. Some modules have been executed and tested, showing the project's potential. The bench is expected to contribute to the teaching-learning process of architecture and engineering undergraduate students.

KEYWORDS: electrical installations; didactic bench; teaching.

¹ Professor, Engenheiro Civil, Doutor em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Sergipe, pedrovsribeiro@academico.ufs.br

² Leandra Gabriela da Silva Oliveira, Graduanda em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Sergipe, leandra.gabriela@academico.ufs.br

³ Mayara Pereira Cunha, Graduanda em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Sergipe, mayara0208@academico.ufs.br

INTRODUÇÃO

O projeto de instalações elétricas prediais de baixa tensão é uma das atribuições dos profissionais de Arquitetura e Engenharia. Sua elaboração passa pelo lançamento dos circuitos e eletrodutos, cálculo dos condutores, detalhamento e orçamentação (CREDER, 2000), sempre se baseando no normativo técnico da ABNT, a NBR 5410 (ABNT, 2008). O aprendizado sobre a elaboração de tais projetos passa pela compreensão de como se dá seu funcionamento na prática. Nesse sentido as universidades e centros de formação podem dispor de laboratórios para auxílio na visualização e compreensão do conteúdo.

Bancadas didáticas são elementos utilizados nos laboratórios de instalações elétricas para a visualização das conexões entre os componentes do circuito. Seu uso simula a situação real ao permitir que o usuário execute manualmente as ligações, utilizando-se de cabos e conectores. O modelo mais difundido é o de bancada vertical modular, mostrado na Figura 1.

Figura 1 – Bancada didática modular vertical para instalações elétricas



Fonte: (AZEVEDO; FERREIRA; BELLEMAIN, 2016).

Embora esse tipo de bancada seja amplamente difundido, seu uso não é simples, pois quanto mais complexo for o sistema maior a teia de cabos que se apresenta para sua montagem. Como apontam Garcia Júnior et al. (2021), o uso das bancadas experimentais pode acarretar dificuldades para o estudante na compreensão de alguns conceitos. Essa dificuldade deriva da necessidade de um raciocínio lógico na elaboração das ligações, da inexistência do elemento de eletroduto na bancada, da necessidade de emendas de cabos, do manejo de ferramentas, bem como de outros aspectos.

Para os estudantes de Arquitetura as limitações da bancada didática tradicional são agravadas pelo fato de que na matriz curricular de seus cursos não



há o enfoque em áreas como a Elétrica e a Eletrotécnica semelhante ao que há em outras áreas, o que torna a compreensão difícil de ensaios dessa natureza. Soma-se a isso o fato de que a bancada didática não é visualmente convidativa, pois não se aproxima da disposição espacial encontrada em situações reais. As bancadas didáticas apresentam ainda alto custo e não oportunizam aos discentes esquemas para realização das instalações de forma eficiente (OLIVEIRA et al., 2020)

Nesse contexto, diversos autores buscaram desenvolver outros tipos de bancadas didáticas para equipar seus laboratórios, tendo em vista não só as limitações das tradicionais, mas a minimização do seu custo elevado. São exemplos de outros tipos de bancadas as modulares vertical, com conectores do tipo banana (GARCIA JÚNIOR et al., 2021); as fixas verticais (FUHRMANN, 2017); as horizontais fixas com eletrodutos aparentes (OLIVEIRA; IARONKA, 2017; MIRANDA; NICOLAU, 2019); e os box didáticos, seja em tamanho real (SILVA, 2014; TEIXEIRA; SCHERER; GORRETTI, 2019) ou em escala reduzida (SOUZA, 2013; LESCANO; GUARANDA, 2021). Vale destacar que o box em tamanho real é a situação mais próxima do encontrado na realidade (Figura 2), entretanto apresenta a limitação de que o aluno precisa saber manejar as ferramentas elétricas.

Sendo assim, a confecção de bancadas didáticas que se adequem à necessidade dos cursos de Arquitetura e Urbanismo, e que possam ser utilizadas para outras áreas, focadas no *design* vinculado à situação real, é uma necessidade. Elementos que promovam a interação dos alunos com as práticas aumentam o rendimento escolar e propiciam o maior interesse pelo assunto (SILVA et al., 2022).

Figura 2 – Box didático em tamanho real



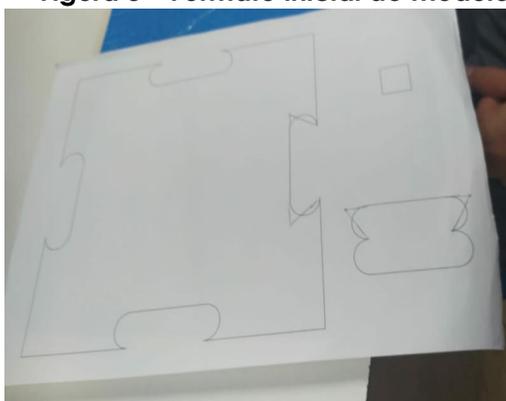
Fonte: (SILVA et al., 2022).

Este trabalho tem como objetivo apresentar o desenvolvimento de um sistema modular de ensino para instalações elétricas prediais de baixa tensão e de baixo custo, de modo a potencializar o aprendizado dos estudantes de disciplinas ligadas à área de instalações elétricas.

METODOLOGIA

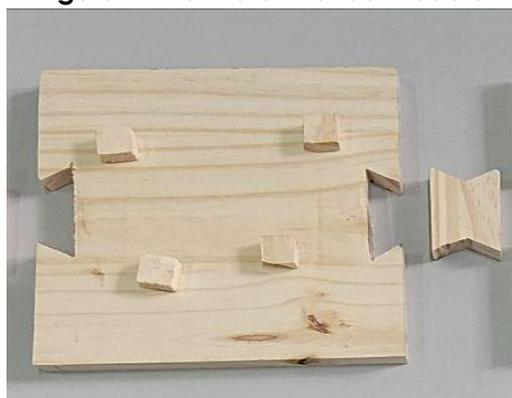
Inicialmente, foi definido que a melhor forma de abordar o tema de instalações residenciais era por meio da confecção de módulos de elementos. Os módulos foram pensados para funcionar como um quebra-cabeças, em que o aluno tem a possibilidade de montar a sequência de ligação que desejasse no momento do estudo. Um primeiro modelo foi pensado com bordas arredondadas (Figura 3), mas viu-se que os encaixes não proporcionariam estabilidade às peças umas ao lado das outras, por isso optou-se por fazê-las em ângulos retos (Figura 4).

Figura 3 – Formato inicial do módulo



Fonte: acervo dos autores.

Figura 4 – Formato final do módulo



Fonte: acervo dos autores.

Observou-se também que grande parte das bancadas didáticas presentes no mercado são feitas na orientação vertical (Figura 5), o que poderia ser um problema para a movimentação das peças, já que haveria a imposição de encaixes mais complexos para mantê-las de pé de forma firme. Optou-se então por fazer esse sistema para que pudesse ser usado na horizontal, o que facilitaria na execução das ligações e aumentaria as possibilidades de posições e locais onde ele poderia ser montado, já que só necessita de um ambiente plano para a sua disposição, sem necessidade de uma estrutura de suporte.

Figura 5 – Modelo de bancada didática vertical



Fonte: acervo dos autores.

O primeiro passo para a confecção do sistema foi listar os módulos possíveis. Foram executados quatro módulos inicialmente: disjuntor simples, interruptor simples, lâmpada e tomada simples. Posteriormente notou-se a necessidade de outros tipos, como lâmpada tubular, interruptor duplo, cigarra, campainha, sensor de presença, disjuntor duplo e dimmer.

Os módulos foram previstos inicialmente em placas de MDF nos tamanhos de 30x30; entretanto, percebeu-se durante o processo de análise de tamanho das peças e de espaços necessários para realizar os encaixes que seriam suficientes placas de 20x20, conforme o mostrado na Figura 6.

Fez-se necessário também fazer a elevação das caixas elétricas por meio de pequenos cubos de madeira, que facilitariam na passagem dos fios entre os módulos, para que fossem ligados à barra de conectores (Figura 7).

A conexão entre os módulos, para instalação da fiação, dá-se por meio de terminais do tipo conector barra sindal. No caso dos fios condutores, foram

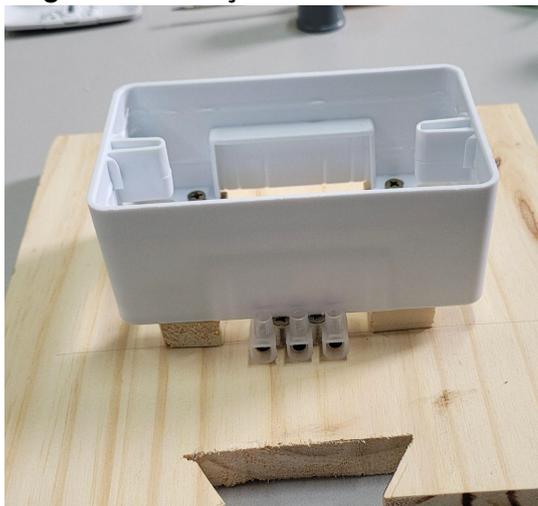
utilizadas as cores: azul para os condutores neutros, vermelho para os fase, verde para o terra e preto para o retorno. Cada um deles foi cortado em três tamanhos diferentes, 15CM, 30CM E 45CM, para se adaptar às possibilidades de montagem. Para facilitar o encaixe dos fios nas barras foram utilizados conectores do tipo terminal isolado soldado.

Figura 6 – Módulo de tomada simples



Fonte: acervo dos autores.

Figura 7 – Elevação abaixo das caixas



Fonte: acervo dos autores.

A fim de melhorar o entendimento e a organização, os módulos e condutores foram divididos e nomeados conforme a Tabela 1. Os modelos possuem também uma junção central que simula a passagem do fio pelo eletroduto, com o intuito de tornar o processo ainda mais próximo à realidade (Figura 8).

Tabela 1 – Nomenclatura dos Módulos e Condutores

Nome	Descrição
1	Disjuntor simples
2	Disjuntor Duplo
3	Lâmpada Fluorescente Compacta
4	Lâmpada LED
5	Lâmpada Tubular
6	Tomada Simples
7	Interruptor Simples
8	Interruptor Duplo
9	Cigarra
10	Campainha
11	Sensor de Presença
12	Dimmer
A	Condutor Fase
B	Condutor Neutro
C	Condutor Terra
D	Condutor Retorno

Fonte: elaborada pelos autores.

Figura 8 – Peça de junção dos módulos

Fonte: acervo dos autores.

DESENVOLVIMENTO

Após a listagem foi realizada a compra de todos os materiais necessários para o funcionamento da bancada, apresentados na Figura 8. Os custos para aquisição

dos materiais estão listados na Tabela 2. Os materiais foram adquiridos em uma loja de materiais de construção da cidade, o que ressalta a facilidade em sua execução.

Figura 8 – Materiais adquiridos



Fonte: acervo dos autores.

Tabela 2 – Materiais adquiridos, suas quantidades e custos.

Qt.	Descrição	Custo (R\$)
1	Centro de Distribuição de Sobrepor	17,60
1	Porta Lâmpada E27 Base de Porcelana	8,90
1	Barra de conectores 10.0 mm	15,90
1	Tomada 10 A	5,99
1	Interruptor 6 A	5,99
2	Abraçadeira de Plástico	7,20
2	Luva Lisa Condulete	4,20
1	Disjuntor 10 A	9,90
2	Caixa Elétrica	11,80
1	Lâmpada LED Bulbo A60 9W E2	4,99
2	Cabo Flex 2,5mm Azul	5,18
2	Cabo Flex 2,5mm Preto	5,18
2	Cabo Flex 2,5mm Vermelho	5,18
20	Terminal Tubular Pino 2,5mm	5,40
2	Madeira MDF 20 X 40 10mm	32,00
20	Parafusos	3,00
	Total	148,41

Fonte: elaborada pelos autores.

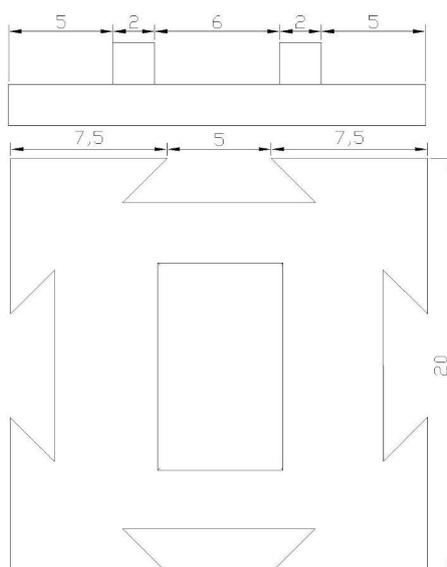
O levantamento dos custos iniciais foi necessário para traçar os futuros custos e prever a viabilidade do projeto e a acessibilidade na adesão para outros cursos. É importante ressaltar que o custo de elaboração desse tipo de projeto é o fator primordial para o seu andamento. Tendo isso em vista, a elaboração da bancada foi pensada para que houvesse um custo baixo para o ensino e desenvolvimento do aluno.

Montagem dos módulos

Após adquirir os materiais foi realizada a montagem dos módulos de madeira que serviram como base para os equipamentos. Para isso foi feito um molde no AutoCad (Figura 9) e passado para a madeira para a realização do corte das peças e dos suportes de elevação.

Em seguida as caixas elétricas, disjuntor e plafon porta-lâmpada foram fixadas sobre os suportes de elevação sobre as peças de madeira. Para finalizar a etapa de fixação foram parafusadas abraçadeiras nas peças centrais de ligação com o objetivo de simular eletrodutos.

Figura 9 – Molde para corte

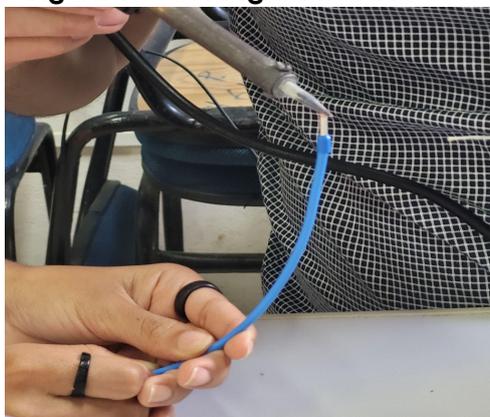


Fonte: acervo dos autores.

A fim de realizar as ligações foram soldados, em todos os cabos, pinos de terminais (Figura 10), que, além de facilitar as conexões, evitam que os alunos sofram choques com os condutores. Em seguida foram instalados o interruptor, a

tomada, o disjuntor e o bocal de porcelana, concluindo a montagem dos módulos. O processo de instalação é apresentado na Figura 11. Para concluir, os terminais foram fixados sob um dos lados das caixas e suportes.

Figura 10 – Soldagem dos fios



Fonte: acervo dos autores.

Figura 11 – Instalação de plafon



Fonte: acervo dos autores.

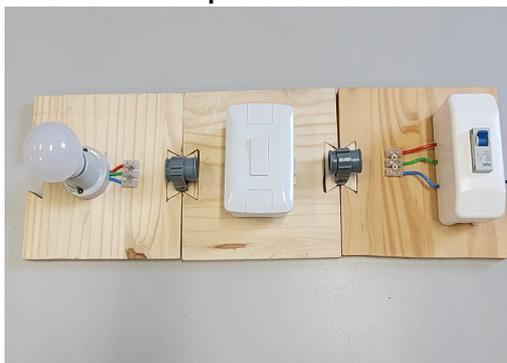
Teste

Com todas as partes fixadas e eletrodutos soldados, a bancada está pronta para os testes serem feitos. Uma das possibilidades é a ligação de um circuito de iluminação. Com esse objetivo serão necessários três módulos, um módulo de disjuntor, um de interruptor e o módulo de lâmpada (Figura 12). Será necessária também a separação dos condutores, azul, vermelho e preto nos tamanhos correspondentes ao esquema para realizar as ligações.

Com auxílio da chave de fenda, o aluno deverá folgar os parafusos da barra sindal e inserir o pino de terminal de cada condutor seguindo a mesma sequência

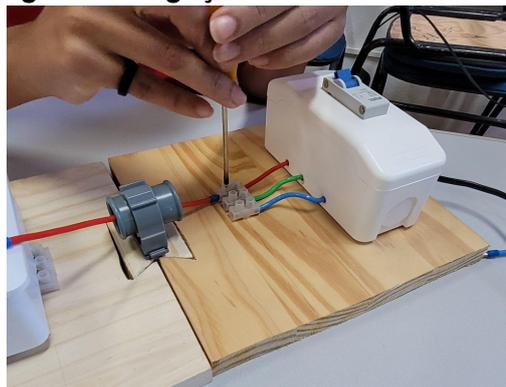
de cores da peça já instalada no módulo, assim como na Figura 13, com exceção do condutor fase (cabo vermelho), que será ligado ao retorno (cabo preto) do interruptor. Todos os condutores devem, exceto o retorno, passar por todos os módulos e braçadeiras, além de estarem devidamente conectados às suas respectivas cores. Ao final da atividade, a bancada deve ser ligada para verificação do funcionamento (Figura 14).

Figura 12 – Módulos para circuito de iluminação



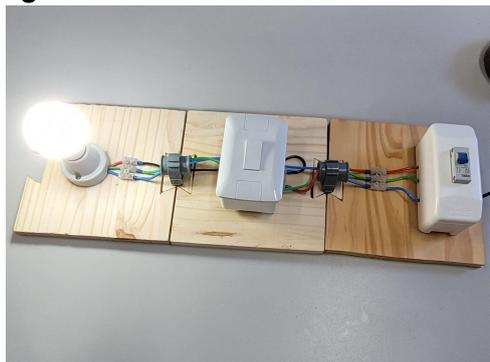
Fonte: acervo dos autores.

Figura 13 – Ligação dos fios condutores



Fonte: acervo dos autores.

Figura 14 – Teste de funcionamento



Fonte: acervo dos autores.



Para auxiliar na montagem do sistema será elaborada uma apostila com todos os ensaios previstos.

CONCLUSÃO

O desenvolvimento de bancadas didáticas que se adequem à necessidade dos cursos e à realidade dos alunos é uma necessidade para a melhoria da qualidade do ensino. O *layout* e *design* do sistema deve favorecer o entendimento, sem criar obstáculos ao seu uso. Nesse sentido é que o sistema modular para ensino de instalações elétricas de baixa tensão foi desenvolvido.

Na fase de projeto foram identificadas algumas fragilidades, como o corte do sistema de encaixe, que foram ajustadas. A compra do material reforçou o baixo custo de sua montagem se comparado aos sistemas comumente encontrados no mercado, o que torna viável sua execução.

No processo de execução da tarefa e na montagem do circuito, utiliza-se uma única ferramenta, uma chave de fenda. Todo o sistema, desde os fios até os módulos, é de fácil manuseio e montagem.

No estágio atual de desenvolvimento do sistema, a equipe está trabalhando no registro da sua patente a fim de viabilizar a sua execução em escala maior. Espera-se que esse tipo de sistema permita a melhor compreensão das instalações elétricas residenciais de baixa tensão pelos alunos dos cursos de Arquitetura e Engenharias.

REFERÊNCIAS

- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 5410**: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 2004. Versão Corrigida: 2008.
- AZEVEDO, W.; FERREIRA, V.; BELLEMAIN, F. Considerações sobre Tecnologias para Prática Profissional & Aprendizagem de Problemas em Contexto: aplicação na disciplina "projetos de instalações elétricas". **Anais... CONGRESSO REGIONAL SOBRE TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO**, 2., 2016, Natal. Natal: UFRN, 2016.
- CREDER, H. **Instalações Elétricas**. 15ª Edição. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científica Editora Ltda., 2000.
- FUHRMANN, A. C. **Elaboração de Bancada didática de instalações elétricas residenciais**. 2017. 60 f. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal Tecnológica do Paraná, Pato Branco, 2017.
- GARCIA JÚNIOR, S. M. et al. Projeto de uma bancada didática com foco em instalações elétricas I. **Brazilian Journal Of Development**, v. 7, n. 6, p. 64947-64966, South Florida Publishing LLC, 2021.



- LESCANO, C. G. A.; GUARANDA, B. G. E. **Elaboracion de 6 modulos de baja tension para el laboratorio de instalaciones electricas**. 2021. 68 f. TCC (Graduação) – Curso de Eletromecânica, Escuela de Formacion de Tecnólogos, Quito, 2021.
- MIRANDA, G. B.; NICOLAU, L. Construção de um modelo didático para ensino de instalações elétricas residenciais. **Ciência É Minha Praia**, Santa Catarina, v. 7, n. 2, p. 35-44, dez. 2019.
- OLIVEIRA, A. L.; IARONKA, O. J. Desenvolvimento de uma bancada didática para demonstração do funcionamento de dispositivos elétricos de instalações de baixa tensão. **Anais... CONGRESSO REGIONAL DE INICIAÇÃO CIENTIFICA E TECNOLÓGICA EM ENGENHARIA**, 28., 2017, Ijuí. Santa Maria: UNIJUI, 2017.
- OLIVEIRA, G. A. F. et al. Desenvolvimento de uma bancada didática de instalações elétricas prediais de baixo custo para utilização em laboratórios de engenharia elétrica e cursos afins. **Revista Ciência e Tecnologia**, Boa Vista, v. 1, n. 6, p. 28-41, dez. 2020.
- SILVA, A. A. M. T. et al. Utilização de bancadas didáticas para consolidação do conhecimento: relato de experiência no curso de engenharia civil. **Anais... SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO DE PRÁTICAS DOCENTES**, 42., 2022, Anápolis. Anápolis: UniEvangelica, 2022.
- SILVA, A. F. **Projeto de box didático para a área de instalações elétricas**. 2014. 89 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Instituto Federal de Minas Gerais, Formiga, 2014.
- SOUZA, R. T. Desenvolvimento de módulos didáticos para ensino de técnicas de instalações elétricas prediais no IFPB. **Anais... CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA**, 41., 2013, Gramado. Gramado: COBENGE, 2013.
- TEIXEIRA, A. L.; SCHERER, L. G.; GORRETTI, A. A. T. Projeto de bancadas didáticas para laboratório de instalações elétricas. **Ciência e Natura**, [s.l.], v. 40, p. 48, Universidad Federal de Santa Maria, 2019.