

PROTOTIPAGEM 3D NA COMPONENTE CURRICULAR DE TÓPICOS ESPECIAIS COMO APOIO ÀS AÇÕES EXTENSIONISTAS EM ESCOLAS DE BAGÉ

3D PROTOTYPAGE IN THE CURRICULAR COMPONENT OF SPECIAL TOPICS AS SUPPORT FOR EXTENSIONIST ACTIONS IN BAGÉ SCHOOLS

Cristiano Corrêa Ferreira¹, Luiz Fernando de Freitas Gutierrez², Patrícia de Simas Cunha³, Douglas Ramos Mendes⁴

RESUMO

O presente trabalho visa a apresentar a aplicação de tecnologias de modelagem 3D e prototipagem por meio de impressora 3D em um projeto da componente curricular de Tópicos Especiais do Curso de Graduação em Engenharia de Energia da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) – Campus Bagé. A disciplina de Tópicos Especiais foi ofertada durante o primeiro semestre de 2018 com o objetivo de projetar e fabricar peças e/ou equipamentos através da manufatura CAM (*Computer Aided Manufacturing*). Nesse sentido e em parceria com o Grupo de Estudos Avançados em Engenharia de Energia (GrEEn), um boneco com fins didáticos foi desenvolvido. O boneco será utilizado como material de apoio ao processo de ensino-aprendizagem das aulas ministradas pelos discentes do Curso de Graduação em Engenharia de Energia que integram o projeto de extensão universitária intitulado “Eficiência Energética na Escola”. Na proposta estabelecida na disciplina de Tópicos Especiais, o boneco deve possuir as seguintes características: ser visivelmente atrativo aos olhos de crianças e de jovens (ênfase nos Ensinos Infantil e Fundamental); dispor de um medidor de consumo de energia elétrica e uma lâmpada em seu interior; e apresentar uma saída com interruptor para uma tomada. Destaca-se ainda que esta iniciativa proporcionou aos acadêmicos envolvidos com o projeto a utilização de novas tecnologias, e os resultados satisfatórios ocorreram em função da qualidade da equipe e dos materiais disponíveis que possibilitaram a exploração e o desenvolvimento do objeto deste estudo da forma mais adequada.

Palavras-chave: Tecnologias de modelagem 3D; prototipagem; eficiência energética.

ABSTRACT

The present work aims to present the application of 3D modeling technologies and prototyping by means of 3D printer in a project of the Energy Engineering's course unit of Special Topics at the Federal University of Pampa (UNIPAMPA) – Campus Bagé. The course unit of Special Topics was offered during the first academic semester of 2018 with the goal of designing and manufacturing workpieces and/or devices through Computer-Aided Manufacturing (CAM). In this sense and going into partnership with the Group of Advanced Studies in Energy Engineering (*Grupo de Estudos Avançados em Engenharia de Energia – GrEEn*), an educational doll was developed. This instructive toy will be used for didact purposes during classes conducted by Energy Engineering's students that participate in a UNIPAMPA extension project named "Energy Efficiency in School". The proposed idea and the development of the educational doll during the course unit of Special Topics had the following requirements: to be attractive and well made (with pleasing shapes, colors

¹ Prof. Dr. Cristiano Corrêa Ferreira (associado). Universidade Federal do Pampa – Campus Bagé.

² Prof. Dr. Luiz Fernando de Freitas Gutierrez (adjunto). Universidade Federal do Pampa – Campus Bagé

³ Patrícia de Simas Cunha. Graduanda em Engenharia de Energia da Universidade Federal do Pampa – Campus Bagé

⁴ Douglas Ramos Mendes. Graduando em Engenharia de Energia da Universidade Federal do Pampa – Campus Bagé

and textures) and to fit the interests and abilities of students enrolled in Pre-School and Basic Education's programs; to enclose an electricity meter and a light bulb; to present a switch output to an electrical outlet. It should be emphasized that this initiative provided students with modern technology experiences and the satisfactory results are directly related to qualities of the team; and the available materials that enabled the implementation of the object of this study with sufficient conditions and in an adequate manner.

Keywords: 3D Modeling; prototyping; energy efficiency.

INTRODUÇÃO

Cada vez mais, as técnicas de modelagem 3D aliadas à inovação tecnológica da prototipagem estabelecem novos desafios na rotina dos profissionais de engenharia. Recentemente, nota-se que é possível produzir e utilizar modelos geométricos em diferentes escalas e tamanhos. Um dos principais benefícios desses processos diz respeito à visualização como colaboradora da compreensão espacial, bem como a confecção de modelos que são rapidamente desenvolvidos em prototipagem. Viaro et al. (2014) destacam que a modelagem 3D paramétrica permite gerar inúmeras variações durante a etapa de projeto de produtos a partir da manipulação de parâmetros básicos como altura, largura, espessura, quantidade de furos, entre outras possibilidades.

Prototipagem

Conforme indica Foggiatto (2006), a prototipagem rápida foi desenvolvida no final da década de 1980 e, até os dias atuais, tem demonstrado ser uma ferramenta extremamente poderosa para o desenvolvimento de novos produtos. Junior et al. (2015) acrescentam que a informação, o conhecimento e a capacidade de resposta às necessidades do mercado são atualmente as formas que muitas empresas utilizam para se tornarem competitivas. Para isso, tais empresas estão utilizando intensamente essas tendências tecnológicas. No âmbito educacional, Huang e Lin (2017) destacam que as tecnologias de modelagem 3D e suas variações tecnológicas estão emergindo a demanda por novas competências devido à crescente popularidade das impressoras 3D.

Neste sentido, Huang e Lin (2017) buscam combinar a estrutura educacional de conceber, projetar, implementar e operar materiais de ensino tangíveis através da impressão 3D para estudantes universitários com o propósito de explorar potenciais melhorias nos resultados de aprendizagem. Ainda no trabalho desses autores, elenca-se que a representação de vistas ortogonais, perspectivas tridimensionais e modelos sólidos impressos em 3D resultam no desenvolvimento de diferentes habilidades espaciais, ou seja, em um melhor desempenho na visualização espacial de objetos. Para Gao et al. (2015), a impressão 3D, conhecida também como manufatura aditiva, ganhou popularidade na mídia e capturou a imaginação do público, assim como de muitos pesquisadores em diferentes áreas do conhecimento como, por exemplo, nos setores automotivo, aeroespacial, de engenharia, de medicina, de sistemas biológicos e de alimentos. Gao et al. (2015) destacam que o rápido desenvolvimento tecnológico, o interesse da indústria e a recente adoção da manufatura aditiva exigem uma necessidade significativa em educar a força de trabalho com conhecimento sobre o uso de tecnologias de modelagem 3D e prototipagem por meio de impressora 3D. Nesse contexto, Gao et al. (2015) consideram que a falta de familiaridade com ferramentas básicas ao processo é uma forte barreira para a adoção da tecnologia. Por isso, indicam a realização de cursos na rede de ensino e de programas voltados a ensinar o público como um todo.

Trabalhos relacionados

Esta seção apresenta, de modo sintetizado, trabalhos identificados na

literatura especializada com foco em metodologias de ensino na área de engenharia e que se destacam pelas atividades práticas de desenvolvimento de produtos. Neste sentido, o trabalho de Monsão (2014) apresenta uma proposta metodológica de ensino de engenharia elétrica na qual o objetivo principal é complementar a formação dos estudantes com atividades práticas de elevada proximidade com a realidade exigida no mercado de trabalho. Para tanto, os estudantes realizaram projetos reais e o conhecimento técnico foi complementado por estudos dirigidos por professores que atuavam como tutores voluntários. Metodologicamente, todo o projeto foi desenvolvido em um ambiente de laboratório que funcionava como um elo de realimentação contínua com a coordenação do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Com isso, eventuais lacunas de conteúdo técnico demonstradas na prática pelos estudantes durante a realização dos projetos eram reportadas. Nesse mesmo trabalho, o autor descreve que esta estratégia de ensino foi também aplicada em sala de aula na forma de um seminário. Em uma disciplina no modelo de “laboratório livre”, os estudantes podiam escolher o tema dos projetos que iriam executar ao longo de um semestre. Outro trabalho de suma importância para o contexto dessa investigação foi o de Pinto (2008) que trata sobre a disciplina de eficiência energética ofertada no Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Pinto (2008) descreve que, ao final da disciplina, o estudante desenvolveu habilidades e competências para realizar uma variedade de projetos de combate ao desperdício de energia, sendo capaz de propor ações para conduzir à redução do consumo de energia. O mesmo autor destaca ainda que essas ações de eficiência energética contribuem para modernizar instalações elétricas e processos industriais, tornando o egresso capaz de atuar ativamente na sociedade para o combate ao desperdício de energia elétrica. Já para Araújo et al. (2012), um dos grandes desafios nos cursos de engenharia é associar a teoria vista em sala de aula com aplicações práticas.

Araújo et al. (2012) relatam o desenvolvimento de um protótipo educacional, utilizando o conceito de automação residencial para o controle de temperatura e luminosidade. Para tanto, utilizaram a plataforma de prototipagem eletrônica Arduino para o acionamento, controle e monitoramento de parâmetros de interesse. O controle pelo usuário final se dá através de comunicação serial e pode ser acessado por computadores, *laptops*, *smartphones*, *tablets*, entre outros dispositivos de uso geral. Em síntese, Araújo et al. (2012) afirmaram que através dessa atividade de ensino foi possível implementar um protótipo de baixo custo e de fácil manipulação por parte dos possíveis usuários finais. No mesmo contexto dos trabalhos discutidos acima, ações multidisciplinares que encaminham a construção de uma garra mecanizada são relatadas na publicação de Silva et al. (2014). Tais ações despertaram também nos discentes as habilidades requeridas para a condução de projetos em equipe e o uso de métodos de engenharia inovadores. A garra mecanizada é um manipulador mecânico e as suas características de funcionamento baseiam-se na robótica industrial, sobretudo em motores elétricos de corrente contínua e em estruturas construídas inteiramente a partir de materiais reutilizáveis. Além disso, a garra mecanizada apresenta um controle projetado a partir da plataforma de prototipagem eletrônica Arduino que oferece a conveniência do controle à longa distância via Internet.

METODOLOGIA

Metodologia utilizada na disciplina

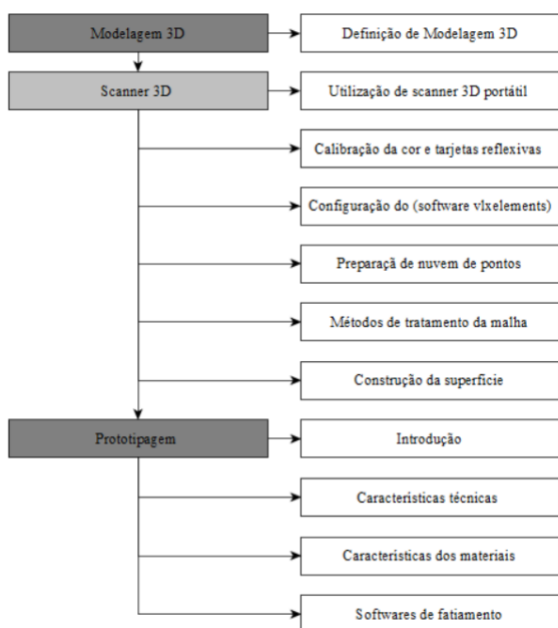
A componente curricular de Tópicos Especiais foi planejada com foco na modelagem 3D e prototipagem. Estabeleceu-se como critério de matrícula na disciplina a aprovação em componentes curriculares como Desenho Técnico I e II, pois as bases de conhecimento sobre modelagem 2D (representação de vistas ortogonais, cortes e detalhes em prancheta e no computador) e 3D (representação de perspectivas isométricas e cavaleiras também em prancheta e no

computador) são essenciais. Ademais, convém enfatizar que o critério de matrícula estabelecido foi de suma importância visto que possibilitou aos alunos expandirem e aplicarem os conhecimentos já adquiridos em semestres anteriores através das disciplinas de expressão gráfica.

Em relação à disciplina propriamente dita, foi proposto no primeiro dia de aula que os alunos matriculados escolhessem um professor coorientador vinculado ao curso de graduação em Engenharia de Energia da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) – Campus Bagé. No decorrer do semestre letivo, o docente coorientador deveria auxiliar juntamente com o professor titular da componente curricular de Tópicos Especiais no desenvolvimento do tema de trabalho planejado pelo discente.

Concomitante ao desenvolvimento do projeto por parte dos discentes, conteúdos específicos e profissionalizantes foram ministrados a fim de garantir uma melhor performance no processo de ensino-aprendizagem, consolidando e significando as atividades práticas. Para isso, foram apresentadas noções de modelagem 3D por meio de *scanner* 3D e prototipagem conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1 – Conteúdo programático da componente curricular de Tópicos Especiais.



Fonte: acervo dos autores.

Foram realizados três trabalhos de forma individual durante a componente curricular de Tópicos Especiais ministrada no primeiro semestre de 2018. Para esta publicação, selecionou-se o trabalho que resultou em um boneco com fins didáticos para os Ensinos Infantil e Fundamental. O boneco abriga em seu interior um medidor de consumo de energia elétrica e uma lâmpada. Ademais, apresenta uma saída com interruptor para uma tomada. O boneco será utilizado como material de apoio às aulas ministradas pelos discentes do curso de Engenharia de Energia que integram o projeto de extensão universitária “Eficiência Energética na Escola”, promovido pelo Grupo de Estudos Avançados em Engenharia de Energia (GrEEn). Nesse caminho, o boneco poderá ser utilizado de maneira lúdica em sala de aula durante ações extensionistas, objetivando a concretização de uma cultura voltada ao uso consciente de energia elétrica e à divulgação sobre práticas de eficiência energética. Assim, o boneco deve ser visivelmente atrativo aos olhos de crianças e de jovens dada a ênfase nos Ensinos Infantil e Fundamental. Uma superfície transparente garantirá um reflexo luminoso e o medidor quantificará o consumo de energia elétrica em consonância com atividades do programa “Eficiência Energética na Escola”.

O material utilizado foi o PETG por ser resistente e possibilitar a transparência para que haja um reflexo da lâmpada quando acesa no interior do boneco. As peças foram impressas separadamente e, após isso, foram conectadas. A base e a cabeça foram rosqueadas para facilitar o manuseio do mecanismo interno e, dada a necessidade, facilitar a realização de futuros reparos. As pernas foram fixadas com cola especial, assim como o mecanismo de rosca que foi ajustado na cabeça do boneco. Nas próximas seções deste trabalho são apresentadas as diferentes etapas do projeto.

O projeto elaborado

A Figura 2(a) mostra a vista de frente do conjunto de peças do boneco de forma explodida; a Figura 2(b) apresenta a vista

lateral do conjunto de peças; a Figura 2(c) ilustra um corte lateral do objeto; por fim, observa-se na Figura 2(d) o objeto renderizado. Destaca-se que as imagens da Figura 2 foram modeladas no *software* CAD *SolidWorks* (versão 2010), respeitando Planchard, D. C., & Planchard, M. P. (2010). Posteriormente, todos os arquivos foram salvos em formato STL para poderem serem impressos durante a etapa de prototipagem. As imagens da Figura 3 ilustram cada peça e o seu respectivo tempo de impressão no *software* *Ultimaker Cura* (versão 2012), com procedimentos realizados de acordo com o trabalho de Lisboa (2017).

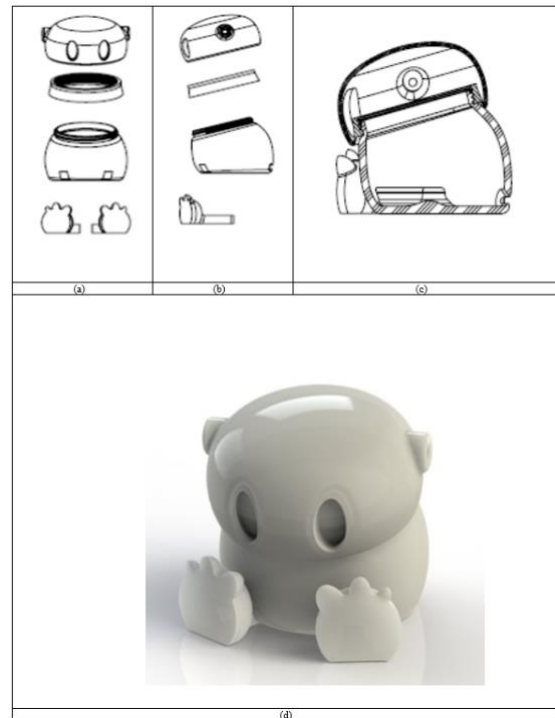
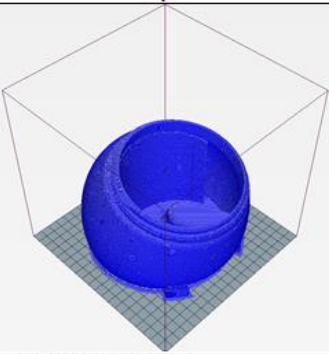
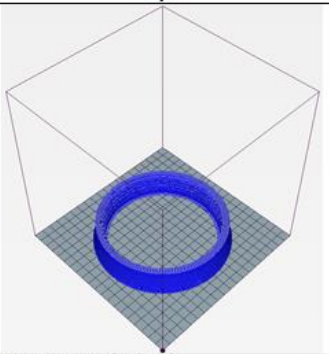
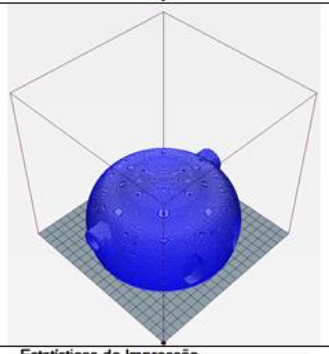
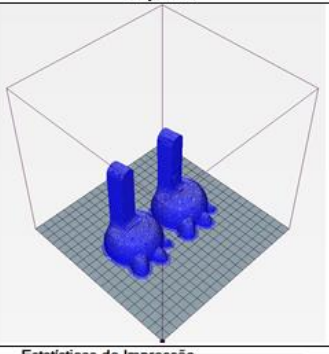


Figura 2 – Imagens do boneco modelado no *software* CAD *SolidWorks* (versão 2010)

Fonte: acervo dos autores.

Figura 3 – Imagens das peças salvas em STL e os seus respectivos tempos de impressão.

Peça 1	Peça 2
	
Estatísticas de Impressão Tempo Estimado: 46h:9m:30s Contagem de Camadas: 656 Linhas Totais: 2591693 Filamento Necessário: 149769 mm Extrusora 1: 149769 mm	Estatísticas de Impressão Tempo Estimado: 9h:54m:8s Contagem de Camadas: 185 Linhas Totais: 514261 Filamento Necessário: 23565 mm Extrusora 1: 23565 mm
Peça 3	Peça 4 e 5
	
Estatísticas de Impressão Tempo Estimado: 31h:3m:25s Contagem de Camadas: 587 Linhas Totais: 1976894 Filamento Necessário: 72317 mm Extrusora 1: 72317 mm	Estatísticas de Impressão Tempo Estimado: 13h:16m:7s Contagem de Camadas: 731 Linhas Totais: 446390 Filamento Necessário: 34810 mm Extrusora 1: 34810 mm

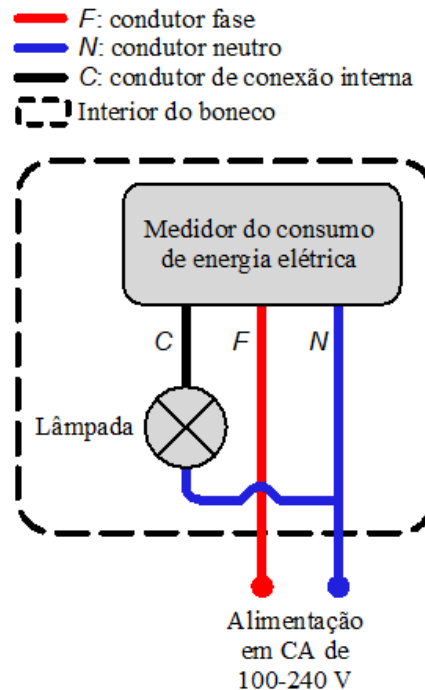
Fonte: acervo dos autores.

Através das imagens da Figura 3 pode-se observar que foram impressas 4 peças em material PETG com espessura de 1,5 mm, exceto a Peça 1 para a qual a espessura foi de 2,0 mm. O tempo total de impressão de todas as peças foi de aproximado 100 horas. Na sequência, o circuito implementado e o medidor de consumo de energia elétrica são detalhados

O circuito elétrico e o medidor de consumo de energia elétrica

O circuito elétrico é composto basicamente por uma lâmpada e pelo medidor de consumo de energia elétrica como demonstra o esquemático da Figura 4. Para este trabalho, o medidor de consumo de energia elétrica é um interruptor inteligente com capacidades de medição *Sonoff Pow R2* (ITEAD INTELLIGENT SYSTEMS, 2016). Esse dispositivo suporta uma alimentação em corrente alternada de 100 a 240 V, bem como uma máxima corrente elétrica de 16 A. Além disso, respeita o padrão de redes sem fio 2,4 GHz 802.11 b/g/n. O medidor de consumo de energia elétrica possibilita o armazenamento de informação e o monitoramento em tempo real da tensão, corrente e potência ativa. O medidor permite também o acesso remoto às informações com pareamento via rede sem fio através do aplicativo para celular *eWeLink* (ITEAD INTELLIGENT SYSTEMS, 2018). Dessa forma, dados quantitativos resultantes das abordagens extensionistas nas salas de aula dos Ensinos Infantil e Fundamental podem ser facilmente obtidos. Por fim, a Figura 5 apresenta o dispositivo de medição *Sonoff Pow R2* (ITEAD INTELLIGENT SYSTEMS, 2016).

Figura 4 – Esquemático do circuito elétrico localizado no interior do boneco.



Fonte: acervo dos autores.

Figura 5 – Dispositivo de medição *Sonoff Pow R2* (ITEAD INTELLIGENT SYSTEMS, 2016) utilizado no interior do boneco.



Fonte: acervo dos autores.

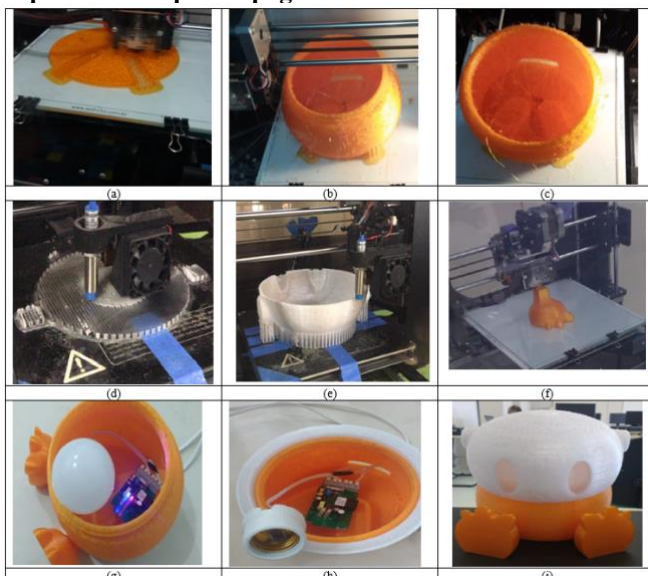
RESULTADOS

As Figuras 6 (a, b, c, d, e) apresentam as peças do boneco em processo de impressão e as Figuras 6 (f, g e h) demonstram a etapa de prototipagem.

Ao final, foi realizada uma análise geral dos resultados obtidos durante a componente curricular de Tópicos Especiais. Verificou-se que o boneco atingiu plenamente os objetivos previstos *versus* as metas concretizadas. Em relação às peças desenvolvidas durante o projeto, observou-se que o aproveitamento foi

qualitativamente bom, pois não foi necessário refazer peças após a impressão por motivos de não conformidade. É importante destacar também o grau de concentração, proatividade e envolvimento dos alunos durante todas as atividades da disciplina. Apesar de serem poucos trabalhos individuais, não houveram desistências. No final do semestre letivo, os docentes coorientadores consideraram que todos os participantes da disciplina apresentarão maior facilidade em ações futuras no que se refere às noções de modelagem de objetos 3D por meio de *softwares*, de equipamentos como *scanners* e de prototipagem através de impressoras 3D. Observou-se que, a curto prazo, este tipo de atividade universitária encaminhará um melhor preparo dos acadêmicos e demais participantes para o ingresso na área tecnocientífica das engenharias, assim como para a disseminação do conhecimento técnico assimilado. A médio prazo, os projetos e as suas especificidades capacitam os futuros engenheiros a utilizarem novas tendências tecnológicas como a modelagem 3D e a prototipagem por meio de impressora 3D. A etapa futura do trabalho descrito nesta publicação corresponde ao uso do boneco em atividades ligadas ao projeto de extensão universitária “Eficiência Energética na Escola”, executado por discentes do Curso de Graduação em Engenharia de Energia da UNIPAMPA – Campus Bagé.

Figura 6 – Imagens das peças durante o processo de impressão e de prototipagem.



Fonte: acervo dos autores.

O boneco possibilitará também a análise de dados quantitativos (informações armazenadas pelo dispositivo de medição *Sonoff Pow R2*) resultantes das ações extensionistas, além de ser utilizado em abordagens lúdicas junto às turmas de estudantes dos Ensinos Infantil e Fundamental.

CONCLUSÃO

Neste trabalho, apresentou-se um relato de experiências que viabilizaram o uso de tecnologias de modelagem 3D e de prototipagem por parte de acadêmicos do Curso de Graduação em Engenharia de Energia da UNIPAMPA – Campus Bagé. O projeto foi desenvolvido com vínculo a uma componente curricular complementar de graduação e envolveu também docentes do curso na função de coorientadores. Isso é dizer que as atividades promoveram também a integração entre profissionais de diferentes áreas da engenharia e que atuam em diversas componentes curriculares ofertadas na UNIPAMPA – Campus Bagé. As atividades oportunizaram aos alunos a utilização de novas ferramentas tecnológicas, especificamente o *software CAD SolidWorks*, *scanner* e a impressora de prototipagem 3D. Assim, as ações abrangidas pela componente curricular de Tópicos Especiais corresponderam como um agente facilitador do processo de ensino-aprendizagem. Os resultados satisfatórios ocorreram em virtude da qualidade da equipe e dos materiais disponíveis no laboratório que possibilitaram a cada aluno explorar e desenvolver os objetos de sua escolha da forma mais adequada. Por meio de estratégias de ensino diversificadas.

REFERÊNCIAS

VIARO, F. S., PINHEIRO, R., da Silva, R. P., Teixeira, F. G., & Bruscato, U. M. (2014). Projeto De Produto Utilizando Processos De Modelagem Paramétrica, Prototipagem E Fabricação Digital. *Blucher Design Proceedings*, 1(4), 2375-2386.

Foggiatto, J. A. (2006). O uso da prototipagem rápida na área médico-odontológica. **Revista Tecnologia & Humanismo**, 20(30), 60-68.

Junior, O. C., Junior, A. S., & Sant'Anna, Â. M. O. (2015). Método de decisão dos processos de prototipagem rápida na concepção de novos produtos. **Gestão & Produção**, 22(2), 345-355.

Huang, T. C., & Lin, C. Y. (2017). From 3D modeling to 3D printing: Development of a differentiated spatial ability teaching model. **Telematics and Informatics**, 34(2), 604-613.

Gao, W., Zhang, Y., Ramanujan, D., Ramani, K., Chen, Y., Williams, C. B., & Zavattieri, P. D. (2015). The status, challenges, and future of additive manufacturing in engineering. **Computer-Aided Design**, 69, 65-89.

Monsão, I. C. (2014). Uma nova metodologia de ensino de engenharia elétrica usando um laboratório paradidático.

Pinto, D. P., Braga, H. A., & da Silva Júnior, J. P. (2008). A Disciplina Eficiência Energética: Características e Metodologia de Ensino-Aprendizagem. **Revista de Ensino de Engenharia**, 26(1).

Araújo, I. B. Q., Souto, F. V., & Costa Junior, A. G. (2012). Desenvolvimento de um protótipo de automação predial/residencial utilizando a plataforma de prototipagem eletrônica Arduino. In **Anais: XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE)**, Belém, UFPA.

da Silva, G. S., da Cruz, A. F. S., da Silva Fonseca, W., Fernandes, F. C., & Neto, A. C. N. (2014). Construção de garra mecanizada como método de ensino na engenharia.

Planchar, D. C., & Planchar, M. P. (2010). **Engineering Design with SolidWorks 2010 and Multimedia CD**. SDC Publications.

Lisboa, G. (2017). Estudo e desenvolvimento de uma impressora 3D utilizando a placa eletrônica GEN7V1. 2BR2.

Itead Intelligent Systems. **Sonoff Pow R2: Smart Wi-Fi Switch with Energy Monitoring**. Shenzhen, China: ITEAD Intelligent Systems, 2016.

Itead Intelligent Systems. **eWeLink: Smart Home Control**. Shenzhen, China: ITEAD Intelligent Systems, 2016.

DADOS DOS AUTORES



Cristiano Corrêa Ferreira possui graduação em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal de Pelotas (1999), especialização em Gráfica Digital pela Universidade Federal de Pelotas (2012), mestrado em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Maria (2002) e doutorado em Engenharia de Minas, Metalurgia e de Materiais pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2009). Atualmente é professor Associado da Universidade Federal do Pampa. É membro permanente do Programa de Pós-graduação Stricto-sensu Mestrado Acadêmico em Ensino, bem como, do Programa de Pós-graduação Lato-sensu Especialização em Modelagem Computacional em Ensino, Experimentação e Simulação e tem experiência na área de Arquitetura e Urbanismo, Engenharia de Produção, Engenharia

de Alimentos, Engenharia Mecânica, Engenharia de Energias Renováveis e Ambientes, com ênfase em Fundamentos de Desenho Técnico e Expressão Gráfica e Engenharia do Produto atuando principalmente nos seguintes temas: Educação, Desenho técnico, Representação do Projeto, Expressão Gráfica, Desenvolvimento do Produto, Produtos Cerâmicos e Informática.

Luiz Fernando de Freitas Gutierrez é professor Adjunto da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Bagé, RS, Brasil. Desde setembro de 2011, é Pesquisador-Colaborador do Centro de Excelência em Energia e Sistemas de Potência (CEESP) e do Laboratório de Análise e Proteção de Sistemas Elétricos (LAPES) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brasil. Desde fevereiro de 2018, é Pesquisador-Colaborador do Grupo de Estudos Avançados em Engenharia de Energia (GrEEn) da UNIPAMPA-CB. Recebeu os graus de Bel.'2010, Me.'2013, Lic.'2013 e Dr.'2018 em engenharia elétrica pela UFSM. Em 2010, especializou-se em projeto de circuitos integrados analógicos e de sinal misto pelo Programa Nacional CI-Brasil (MCTIC/CNPq). Como Professor Substituto, atuou no Colégio Técnico Industrial de Santa Maria (UFSM/CTISM) de março de 2013 a dezembro de 2014. Em 2017, desenvolveu atividades de pesquisa na Universidade Politécnica da Catalunha (UPC), Barcelona, CT, Espanha, como bolsista do Programa de Doutorado-Sanduíche no Exterior (MEC/CAPES/PDSE). Dedicar-se às seguintes áreas de estudo: eletromagnetismo (teoria, modelagem, aplicações e métodos numéricos), análise de transitórios em sistemas elétricos de potência, e proteção de redes elétricas de transmissão e distribuição. Luiz Fernando de Freitas Gutierrez é membro do IEEE (S'17, M'18) e do CIGRÈ (M'16).



Patrícia de Simas Cunha é discente do curso de graduação de Engenharia de Energia na Universidade Federal do Pampa (Bagé- RS). Atualmente voluntária no projeto de extensão "Eficiência Energética na escola", desenvolvido pelo LASEC (Laboratório de Análise de Sistemas Energéticos e Conservação).



Douglas Ramos Mendes é discente do curso de graduação de Engenharia de Energia na Universidade Federal do Pampa (Bagé- RS). Tem experiência na área de Projetos em AutoCAD, Solidworks, Scanner 3D e Impressão 3D.