

XII CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO IFSP ITAPETININGA

Itapetininga, 19, 20 e 21 de maio de 2026

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Campus Itapetininga

ESTUDO PRELIMINAR DE UMA NOVA CONFIGURAÇÃO CONSTRUTIVA PARA MÁQUINA ELÉTRICA DE CORRENTE CONTÍNUA COM COMPONENTES FABRICADOS POR MANUFATURA ADITIVA

Diego Campanelli Brito – PACTEC/IFSP¹

Prof. Dr. Lincoln Brum Leite Gusmão Pinheiro - IFSP²

Introdução

Os motores elétricos desempenham papel fundamental em aplicações industriais, automotivas, aeronáuticas, robóticas e em sistemas embarcados, sendo amplamente utilizados na conversão de energia elétrica em energia mecânica. Entre as diferentes categorias de máquinas elétricas, as máquinas de corrente contínua possuem relevância histórica e tecnológica devido à facilidade de acionamento, ao controle relativamente simples de velocidade e torque e à possibilidade de emprego em diferentes escalas de potência. Apesar dessas vantagens, soluções convencionais podem apresentar limitações construtivas e operacionais associadas ao desgaste mecânico, à necessidade de manutenção, ao aquecimento, à integração de componentes e à complexidade de fabricação de geometrias específicas (CHAPMAN, 2012; KRISHNAN, 2010). O estudo de novas configurações construtivas, portanto, mantém relevância científica e tecnológica, especialmente quando associado a métodos modernos de prototipagem e fabricação. Nesse cenário, a manufatura aditiva, em especial a impressão 3D, apresenta-se como ferramenta promissora para a produção rápida de protótipos, para a obtenção de geometrias complexas e para a avaliação inicial de componentes funcionais aplicados ao desenvolvimento de máquinas elétricas (GIBSON et al., 2021; NGO et al., 2018). Além de reduzir o tempo entre concepção e teste físico, a impressão 3D permite explorar soluções geométricas que seriam mais difíceis de obter por processos convencionais, favorecendo ciclos sucessivos de ajuste, validação e documentação. O presente estudo se insere nesse contexto ao investigar, em fase preliminar, componentes fabricados por manufatura aditiva destinados a uma nova configuração construtiva de máquina elétrica de corrente contínua. Como a proposta ainda se encontra em desenvolvimento experimental e apresenta potencial de proteção por propriedade intelectual, os detalhes específicos da arquitetura, do arranjo interno e do princípio de funcionamento são preservados neste resumo, sendo apresentados apenas os aspectos gerais de metodologia, fabricação, validação inicial e continuidade da pesquisa.

XII CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO IFSP ITAPETININGA

Itapetininga, 19, 20 e 21 de maio de 2026

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Campus Itapetininga

Objetivo

O objetivo deste trabalho é desenvolver e avaliar, em caráter preliminar, componentes produzidos por manufatura aditiva para aplicação em uma nova configuração construtiva de máquina elétrica de corrente contínua, buscando verificar a viabilidade de fabricação, a qualidade geométrica, a repetibilidade dimensional e o comportamento mecânico inicial dos protótipos. De forma específica, pretende-se consolidar uma base teórica sobre motores elétricos e manufatura aditiva, modelar componentes tridimensionais compatíveis com impressão 3D, produzir corpos de prova e peças funcionais simplificadas, analisar folgas e mobilidade relativa entre partes, identificar limitações de fabricação e estabelecer parâmetros iniciais para etapas posteriores de ensaio. O trabalho também tem como objetivo documentar o processo de desenvolvimento de maneira tecnicamente organizada, preservando as informações estratégicas do projeto enquanto ainda não houver definição final sobre propriedade intelectual. Assim, a contribuição esperada nesta etapa não é a divulgação completa da solução construtiva, mas a apresentação de um caminho metodológico para transformar uma proposta conceitual em protótipos físicos progressivamente refinados.

Metodologia

A pesquisa foi conduzida em etapas complementares. Inicialmente, realizou-se revisão bibliográfica sobre a evolução dos motores elétricos, fundamentos das máquinas de corrente contínua, sistemas de acionamento, configurações contemporâneas de máquinas elétricas e aplicações da manufatura aditiva no desenvolvimento de componentes eletromecânicos. Essa etapa teve como finalidade compreender limitações recorrentes de arquiteturas convencionais, reconhecer alternativas existentes e definir critérios técnicos para a prototipagem. Em seguida, foram elaborados modelos tridimensionais preliminares em ambiente CAD, com foco em geometrias compatíveis com impressão 3D, facilidade de montagem, controle de folgas, rigidez estrutural e potencial de integração em um conjunto eletromecânico. Durante a modelagem, optou-se por preservar a modularidade dos componentes, permitindo a substituição de partes individuais e a realização de alterações rápidas sem a necessidade de redesenhar todo o conjunto. A etapa experimental envolveu a produção de peças por impressão 3D, incluindo componentes com mobilidade relativa, elementos rotativos simplificados e modelos do tipo print-in-place, com o objetivo de avaliar tolerâncias, acabamento superficial, suavidade de movimento, interferências, estabilidade dimensional e resposta das peças após a remoção da mesa de impressão. Para cada protótipo, foram observados aspectos como orientação de impressão, qualidade das camadas, necessidade de suportes, facilidade de limpeza, possibilidade de montagem, ajuste entre superfícies e comportamento inicial sob movimentação manual. Os resultados obtidos em cada ciclo foram utilizados para orientar correções nos modelos CAD e nos parâmetros de impressão. Essa metodologia incremental foi adotada para reduzir desperdício de material, evitar exposição de detalhes sensíveis do projeto e permitir que o desenvolvimento avançasse de forma controlada, com base em evidências práticas obtidas em laboratório.

Resultados

Os resultados parciais indicam que a manufatura aditiva apresenta potencial para a fabricação e validação preliminar de componentes destinados ao desenvolvimento de

XII CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO IFSP ITAPETININGA

Itapetininga, 19, 20 e 21 de maio de 2026

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Câmpus Itapetininga

novas máquinas elétricas. A revisão teórica permitiu consolidar conceitos essenciais sobre motores de corrente contínua, arquiteturas modernas, requisitos de acionamento e possibilidades de aplicação da impressão 3D na construção de componentes funcionais. Na etapa prática, a produção dos primeiros protótipos demonstrou que parâmetros como orientação de impressão, altura de camada, folga entre partes móveis, acabamento superficial e rigidez da peça influenciam diretamente a mobilidade e a qualidade final dos componentes. Peças com mobilidade relativa e elementos rotativos simplificados permitiram observar interferências, pontos de atrito, regiões de maior sensibilidade dimensional e limitações associadas ao processo de deposição de material. Os ensaios iniciais também evidenciaram a importância de projetar geometrias considerando não apenas a forma final desejada, mas também as características reais do processo de impressão, como contração, pequenas variações dimensionais, anisotropia mecânica e qualidade das superfícies de contato. A produção de componentes do tipo print-in-place contribuiu para avaliar a possibilidade de fabricação de conjuntos móveis em uma única etapa, dispensando parte da montagem posterior e permitindo maior rapidez na validação de conceitos. Embora os protótipos ainda não representem a configuração final da máquina elétrica em desenvolvimento, eles forneceram informações relevantes para o refinamento dos modelos, para a definição de tolerâncias iniciais e para a identificação de requisitos construtivos que deverão ser considerados nas próximas fases. Outro resultado relevante foi a organização de uma rotina de desenvolvimento que combina revisão teórica, modelagem tridimensional, fabricação, avaliação física e retorno ao projeto CAD. Essa rotina mostrou-se adequada para um projeto em fase de testes, pois permite evoluir gradualmente sem expor detalhes técnicos protegíveis. Até o momento, os resultados obtidos sustentam a continuidade da pesquisa e indicam que a abordagem adotada é viável para a construção de protótipos mais completos, desde que sejam mantidos os cuidados com precisão dimensional, seleção de materiais, acabamento e documentação dos ensaios.

Conclusão

O trabalho permitiu avançar na análise de componentes fabricados por impressão 3D aplicados ao desenvolvimento de uma nova configuração construtiva para máquina elétrica de corrente contínua. Os resultados parciais demonstram que a manufatura aditiva pode contribuir significativamente para a etapa inicial de projeto, pois possibilita fabricar, testar e corrigir componentes em ciclos curtos, com baixo custo relativo e elevada liberdade geométrica. A pesquisa também evidenciou que a simples obtenção de uma peça impressa não garante sua aplicação funcional, sendo necessário controlar parâmetros de fabricação, tolerâncias, acabamento, orientação de impressão e interação entre superfícies móveis. Nesse sentido, os protótipos produzidos até o momento contribuíram para identificar limitações práticas e oportunidades de melhoria que serão incorporadas nas próximas versões. Em virtude do potencial de proteção intelectual da proposta, os aspectos técnicos específicos do sistema, sua arquitetura interna e seu princípio de funcionamento permanecem sob confidencialidade nesta etapa. Essa decisão não compromete a divulgação científica dos resultados preliminares, pois o foco deste resumo está na metodologia de desenvolvimento, na validação inicial dos componentes e na preparação de futuras etapas experimentais. Como continuidade da pesquisa, pretende-se aprimorar os modelos tridimensionais, ampliar os ensaios com componentes funcionais, avaliar

XII CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO IFSP ITAPETININGA

Itapetininga, 19, 20 e 21 de maio de 2026

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Câmpus Itapetininga

materiais e parâmetros de impressão mais adequados, documentar os resultados com maior detalhamento e preparar a base técnica necessária para publicações futuras e eventual depósito de propriedade intelectual. Dessa forma, o estudo contribui para a formação técnica e científica dos envolvidos e para a exploração de novas possibilidades no desenvolvimento de máquinas elétricas associadas à manufatura aditiva.

Referências

CHAPMAN, Stephen J. *Electric Machinery Fundamentals*. 5. ed. New York: McGraw-Hill, 2012.

GIBSON, Ian; ROSEN, David; STUCKER, Brent; KHORASANI, Mahyar. *Additive Manufacturing Technologies*. 3. ed. Cham: Springer, 2021.

KRISHNAN, Ramu. *Permanent Magnet Synchronous and Brushless DC Motor Drives*. Boca Raton: CRC Press, 2010.

NGO, Tuan D.; KASHANI, Alireza; IMBALZANO, Gabriele; NGUYEN, Kate T. Q.; HUI, David. *Additive manufacturing (3D printing): a review of materials, methods, applications and challenges*. *Composites Part B: Engineering*, v. 143, p. 172-196, 2018.

¹Estudante do curso de Engenharia Aeronáutica, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, IFSP – São Carlos/SP. E-mail do primeiro autor: diego.campanelli@aluno.ifsp.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-3425-6413>

²Orientador. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, IFSP – São Carlos/SP. E-mail: pinheiro@ifsp.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5886-9954>