



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE TUCURUÍ  
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA

NATAZIEL DO CARMO SILVA

**TRABALHO ACADÊMICO DE PROJETOS EM ENGENHARIA MECÂNICA:**  
Incentivo à Formação de Jovens Engenheiros por Meio de Cursos de Manutenção Mecânica e  
Desenho Mecânico Assistido por Computador

TUCURUÍ - PA  
2026

NATAZIEL DO CARMO SILVA

**TRABALHO ACADÊMICO DE PROJETOS EM ENGENHARIA MECÂNICA:**  
Incentivo à Formação de Jovens Engenheiros por Meio de Cursos de Manutenção Mecânica e  
Desenho Mecânico Assistido por Computador

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Pará, Campus Universitário de Tucuruí.

**Orientador:** Dr. Maciel da Costa Furtado

TUCURUÍ - PA  
2026



NATAZIEL DO CARMO SILVA

**TRABALHO ACADÊMICO DE PROJETOS EM ENGENHARIA MECÂNICA:**  
Incentivo à Formação de Jovens Engenheiros por Meio de Cursos de Manutenção Mecânica e  
Desenho Mecânico Assistido por Computador

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Pará, Campus Universitário de Tucuruí.

Data da aprovação: 25/02/2026

Conceito: BOM

**Banca Examinadora:**

---

Orientador

Prof. Dr. Maciel da Costa Furtado  
FEM/CAMTUC/UFPA

---

Examinador(a)

Prof. Msc. Walter dos Santos Sousa  
FEM/CAMTUC/UFPA

---

Examinador(a)

Prof. Msc. Ronaldo Raposo de Moura  
FEM/CAMTUC/UFPA

Em primeiro lugar, dedico esta conquista a Deus, por me permitir chegar até aqui, por me conceder sabedoria, força e perseverança para vencer cada desafio desta caminhada. Obrigado, Deus. E em segundo lugar, aos meus pais, que sempre me apoiaram e fizeram de cada sacrifício um gesto de amor e esperança. Ser o único filho a conquistar a formação em um curso superior é, acima de tudo, a realização de um sonho que também é de vocês. Esta conquista é o reflexo do amor, da fé e dos valores que me ensinaram. A vocês, dedico esta vitória com todo o meu carinho, respeito e gratidão.

## AGRADECIMENTOS

Como disse Aristóteles: *“O homem é, por natureza, um ser social.”*

Ninguém conquista algo sozinho. Mesmo quando sentimos que trilhamos nosso caminho de forma solitária, sempre há pessoas que, de alguma maneira, são colocadas em nosso percurso para que nossos objetivos se tornem realidade. É com profundo reconhecimento e gratidão que utilizo este espaço para agradecer a todos que foram fundamentais na minha trajetória até aqui.

Agradeço a Deus, em primeiro lugar, fonte de toda sabedoria e força, por me permitir chegar a este momento tão significativo da minha vida. Foi Sua presença constante que me sustentou nas horas mais difíceis, deu-me coragem diante dos desafios e serenidade para seguir firme nesta jornada. Cada conquista alcançada é reflexo da Sua graça e do propósito que Ele traçou para a minha vida.

Aos meus pais, Moisés Silva e Maria da Conceição Carmo Silva, dedico minha mais profunda gratidão e amor. Obrigado por cada oração, por cada gesto de apoio e por acreditarem em mim incondicionalmente. Vocês foram e sempre serão minha base, meu alicerce e minha maior inspiração. Com esforço, renúncia e fé, ensinaram-me o valor do trabalho honesto, da humildade e da perseverança. Ser o primeiro e único filho a concluir o ensino superior é uma honra que carrego com orgulho e emoção, pois sei que cada passo dado até aqui também é fruto do sonho, da luta e do sacrifício de vocês. Esta conquista é nossa, resultado de cada noite de preocupação, de cada palavra de incentivo e de todo o amor que me impulsionou a nunca desistir.

Aos professores Wálter; Walber, Douglas, Ronaldo, Fernando e tantos outros, deixo meu sincero reconhecimento pela dedicação, paciência e compromisso com o ensino. Em especial, ao meu orientador, Prof. Dr. Maciel da Costa Furtado, pela parceria, respeito e empatia desde o início da graduação. Mais do que um professor, foi um amigo, colega e verdadeiro exemplo de orientação e humanidade. Cada ensinamento transmitido foi essencial para a minha formação, tanto técnica quanto pessoal. Agradeço por acreditar na minha capacidade e por compartilhar não apenas conhecimento, mas também valores que levarei comigo por toda a vida profissional.

Aos colegas de curso, especialmente ao meu grupo de trabalho: Luan Xavier, Ryã Hálef, Geovane Nascimento —, agradeço pela parceria, pelo companheirismo e pela amizade construída ao longo dessa trajetória. E, em especial, ao irmão que a faculdade me deu, Geovane Santiago: você é uma pessoa excepcional, um exemplo de humildade, dedicação e liderança.

Gratidão por cada momento compartilhado, pelas madrugadas de estudo e pela força em todos os desafios.

Quero também deixar uma menção especial ao meu grande parceiro e amigo Wálder Júnior, pessoa que me incentivou a ingressar na faculdade e acreditou em mim desde o início. Sua amizade e apoio foram fundamentais para que eu chegasse até aqui.

Agradeço também à Pró-Reitoria de Extensão (PROEX/PIBEX) pelo apoio financeiro e institucional, que tornou possível a execução e a manutenção dos projetos de extensão desenvolvidos ao longo desta trajetória. O incentivo e o custeio garantidos pelo programa foram fundamentais para que as ações permanecessem ativas e transformassem a formação de diversos estudantes.

Aos amigos e familiares que, mesmo de longe, torceram, incentivaram e compreenderam minhas ausências, deixo meu mais sincero agradecimento. Cada palavra de apoio, cada gesto de carinho e cada demonstração de confiança foram essenciais para que eu continuasse avançando.

Por fim, agradeço a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para esta conquista. Cada experiência, obstáculo e vitória ao longo dessa trajetória moldaram não apenas o profissional, mas também o ser humano que me tornei.

Este momento representa muito mais do que a conclusão de um curso: simboliza a realização de um sonho construído com fé, esforço e amor.

Gratidão!

*“Ó Senhor, pois, é aquele que vai adiante de ti;  
ele será contigo, não te deixará, nem te  
desampará; não temas, nem te espantes.”  
(BÍBLIA, Deuteronômio 31:8, 2011)*

## RESUMO

O presente trabalho enfatiza dois projetos de extensão desenvolvidos na Faculdade de Engenharia Mecânica, com foco na formação prática e no estímulo à vocação tecnológica de estudantes e membros da comunidade externa: o Curso de Manutenção em Motores a Combustão e o Curso de Desenho Mecânico utilizando o *software* SolidWorks. As iniciativas tiveram como objetivo aproximar os participantes da prática profissional da engenharia, promovendo o aprendizado aplicado e a integração entre ensino, pesquisa e extensão. O projeto de Manutenção em Motores a Combustão foi desenhado para os jovens e adultos da cidade de Tucuruí e região, visando à capacitação em técnicas de manutenção preventiva e corretiva, bem como à disseminação de boas práticas relacionadas à segurança do trabalho e à preservação ambiental. Por sua vez, o curso de Desenho Mecânico foi voltado a estudantes do 3º ano do ensino médio, e alunos ingressantes no curso de engenharia mecânica proporcionando o primeiro contato com ferramentas de modelagem tridimensional em ambiente CAD, com ênfase no desenvolvimento do raciocínio técnico, da criatividade e da familiaridade com *softwares* amplamente utilizados na indústria. Os resultados evidenciam que os projetos contribuíram significativamente para o desenvolvimento de competências técnicas, trabalho em equipe, senso de responsabilidade e orientação vocacional dos participantes. Além disso, as ações extensionistas reforçam o papel da universidade pública como agente de transformação social, ao incentivar a formação de novos engenheiros e valorizar a prática como complemento essencial ao ensino teórico na Engenharia Mecânica.

**Palavras-chave:** engenharia mecânica; formação profissional; projetos de extensão; aprendizagem prática.

## ABSTRACT

*This paper presents two outreach projects developed in the Mechanical Engineering program, focusing on practical training and on fostering technological vocation among students and members of the external community: the Internal Combustion Engine Maintenance Course and the Mechanical Drawing Course using SolidWorks software. The initiatives aimed to bring participants closer to professional engineering practice, promoting applied learning and strengthening the integration among teaching, research, and outreach activities. The Internal Combustion Engine Maintenance project targeted young people and adults from the city of Tucuruí and surrounding areas, providing training in preventive and corrective maintenance techniques, as well as disseminating best practices related to occupational safety and environmental preservation. The Mechanical Drawing course was directed at high school seniors and first-year mechanical engineering students, offering an initial introduction to three-dimensional modeling tools in a CAD environment, with emphasis on developing technical reasoning, creativity, and familiarity with software widely used in industry. The results indicate that the projects significantly contributed to the development of technical skills, teamwork abilities, sense of responsibility, and vocational guidance among participants. Furthermore, these outreach actions reinforce the role of the public university as an agent of social transformation, encouraging the training of future engineers and highlighting practice as an essential complement to theoretical education in Mechanical Engineering.*

**Keywords:** *Mechanical engineering; professional training; outreach projects; practical learning.*

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 — Arte digital de divulgação dos cursos de extensão com QR Code.....	25
Figura 2 — Bancada didática de motores de combustão e exposições de aulas teóricas.....	27
Figura 3 — Diagrama esquemático do ciclo de funcionamento do motor de combustão.....	28
Figura 4 — Representação esquemática do PMS e do PMI no ciclo de quatro tempos .....	29
Figura 5 — 1ª Turma de Manutenção em Motores – UFPA/CAMTUC (2021).....	31
Figura 6 — 2ª Turma de Manutenção em Motores – UFPA/CAMTUC (2022).....	32
Figura 7 — Turma de manutenção em motores no Colégio Simão Jacinto (2022).....	32
Figura 8 — Turma de manutenção em motores da Ilhas das Crioulas - Breu Branco (2022)..	33
Figura 9 — Vistas ortográficas utilizadas como base para a modelagem 3D .....	37
Figura 10 — Modelagem no SolidWorks com esboço 2D e extrusão para sólido 3D .....	38
Figura 11 — 1ª turma do curso de SolidWorks ofertado na UFPA/CAMTUC (2023) .....	39
Figura 12 — Turma ofertada para a Escola do Ensino Médio Simão Jacinto (2023) .....	40
Figura 13—Turma ofertada para a Escola do Ensino Médio Ana Pontes .....	40
Figura 14 — Registro da turma do projeto voltada à equipe Baja Tucuruí.....	41
Figura 15 — Percentual de participantes formados por localidade (2021 – 2024) .....	43
Figura 16 — Gráfico de Pareto da distribuição de participantes por localidade.....	47

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 — Total de turmas e participantes formados por localidade (2021–2024) .....	42
Tabela 2 — Distribuição das turmas formadas no Curso de Manutenção em Motores .....	44
Tabela 3 — Distribuição das turmas formadas no Curso de SolidWorks.....	46

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	12
1.1 OBJETIVO .....	13
1.1.1 Objetivo Geral .....	13
1.1.2 Objetivos Específicos .....	13
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	14
2.1. INDISSOCIABILIDADE ENTRE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO.....	15
2.1.2 As Diretrizes Curriculares Nacionais de Engenharia.....	16
2.1.3 Motores a Combustão e Manutenção na Engenharia Mecânica.....	17
2.2 TECNOLOGIAS E FERRAMENTA CAD NA ENGENHARIA MECÂNICA .....	20
2.2.1 Modelagem 2D e 3D e Ferramentas CAD na Formação do Engenheiro.....	20
2.3 EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA E DESENVOLVIMENTO REGIONAL.....	22
2.3.1 Extensão como Instrumento de Desenvolvimento Humano .....	22
2.3.2 Extensão, Orientação Técnica e Estímulo ao Ensino Superior .....	23
<b>3 METODOLOGIA DOS PROJETOS</b> .....	24
3.1 PLANEJAMENTO, ORGANIZAÇÃO E DIVULGAÇÃO DOS CURSOS.....	24
3.2 METODOLOGIA DO CURSO DE MANUTENÇÃO EM MOTORES.....	25
3.2.1 Planejamento da Mobilidade de Campo .....	26
3.2.2 Estruturação dos Espaços e Recursos Didáticos.....	27
3.2.3 Funcionamento dos Motores de Combustão e Integração Teoria-Prática .....	28
3.2.4 Organização das Turmas e Metodologia de Ensino-Aprendizagem .....	30
3.3 METODOLOGIA DO CURSO DE DESENHO MECÂNICO .....	34
3.3.1 Planejamento e Organização das Turmas de Desenho Mecânico .....	35
3.3.2 Vistas Ortogonais e Representação Gráfica.....	36
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	42
4.1 CURSO DE MANUTENÇÃO DE MOTORES A COMBUSTÃO.....	44
4.2 CURSO DE DESENHO MECÂNICO UTILIZANDO O SOLIDWORKS .....	46
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	48
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	50

## 1 INTRODUÇÃO

Os projetos de extensão universitária constituem um dos pilares fundamentais da formação acadêmica nas universidades públicas brasileiras, ao promoverem a articulação entre ensino, pesquisa e sociedade. Por meio dessas ações, a universidade amplia seu alcance social, contribui para a difusão do conhecimento científico e tecnológico e favorece a formação cidadã e profissional dos estudantes envolvidos, conforme estabelecem as Diretrizes Curriculares Nacionais dos cursos de Engenharia (BRASIL, 2019) e os princípios constitucionais da educação superior (BRASIL, 1988).

A extensão universitária, no âmbito da Universidade Federal do Pará, é compreendida como um processo educativo, cultural e científico que se articula de forma indissociável ao ensino e à pesquisa, promovendo uma interação transformadora entre a universidade e a sociedade, conforme estabelecido pela Resolução n.º 3.298/2005 do Conselho Superior de Ensino, Pesquisa e Extensão (CONSEPE/UFPA). Essa concepção orienta a formulação de ações extensionistas voltadas à democratização do conhecimento, à formação cidadã e à contribuição efetiva para o desenvolvimento regional, especialmente em contextos socioeconômicos que demandam iniciativas de qualificação técnica e tecnológica. No contexto amazônico e, em especial, na Região do Lago de Tucuruí, a universidade desempenha papel estratégico na promoção do desenvolvimento socioeconômico regional, ao ofertar iniciativas que aproximam a população do ambiente acadêmico e contribuem para a formação de mão de obra qualificada. A escassez histórica de oportunidades de capacitação técnica e tecnológica nas comunidades da região reforça a relevância dos projetos voltados à profissionalização e à orientação vocacional de jovens estudantes do ensino médio e de públicos externos.

No que se refere ao contexto institucional do Campus Universitário de Tucuruí (CAMTUC), observa-se que o curso de Engenharia Mecânica apresenta média aproximada de 44 admissões anuais, com base nos dados consolidados no Anuário Estatístico da Universidade Federal do Pará (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ, 2024). Esse quantitativo evidencia a relevância estratégica da formação de engenheiros para o fortalecimento do setor produtivo e para a promoção do desenvolvimento tecnológico e industrial do sudeste paraense, reforçando a necessidade de ações extensionistas que estimulem o ingresso, a permanência de estudantes da comunidade local para as áreas das engenharias.

É nesse cenário que se inserem os projetos de extensão enfatizados neste trabalho: o Curso de Manutenção em Motores de Combustão e o Curso de Desenho Mecânico utilizando o *software* SolidWorks, desenvolvidos no âmbito do Campus Universitário de Tucuruí. Ambas as

iniciativas foram concebidas como estratégias para aproximar estudantes da prática profissional da Engenharia Mecânica, estimular o interesse por carreiras tecnológicas e ampliar o acesso da comunidade local a conhecimentos técnicos aplicados. O curso de manutenção teve como foco a capacitação em atividades preventivas e corretivas em motores de combustão, associadas a boas práticas relacionadas ao descarte adequado de resíduos. Paralelamente, o curso de desenho mecânico proporcionou o contato dos participantes com ferramentas de modelagem tridimensional, favorecendo o desenvolvimento do raciocínio técnico e da criatividade.

A justificativa para a implementação desses projetos fundamenta-se tanto nas demandas regionais por qualificação profissional quanto nas recomendações da literatura acadêmica sobre a importância da extensão para a formação integral do engenheiro (LIMA et al., 2023); (SCHEIDEMANTEL et al., 2018). Diante desse cenário, emerge a seguinte questão norteadora: de que maneira a execução dos cursos de extensão em Manutenção de Motores de Combustão e Desenho Mecânico utilizando o *software* SolidWorks contribui para a formação técnica, o estímulo à vocação tecnológica e a integração entre o conhecimento acadêmico da Engenharia Mecânica e as demandas da comunidade da Região do Lago de Tucuruí?

## 1.1 OBJETIVO

### 1.1.1 Objetivo Geral

Detalhar a contribuição dos projetos de extensão "Curso de Manutenção em Motores de Combustão" e "Curso de Desenho Mecânico Assistido por Computador" para a formação técnica, acadêmica e vocacional de seus participantes, bem como para o fortalecimento da relação entre a universidade e a comunidade da Região do Lago de Tucuruí.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Descrever a estrutura e a metodologia de execução dos projetos de extensão desenvolvidos entre abril de 2021 e junho de 2024 no Campus Universitário de Tucuruí;
- Identificar os principais resultados quantitativos e qualitativos obtidos com a realização dos cursos, bem como o impacto dos projetos na motivação dos participantes para o ingresso em cursos de Engenharia Mecânica e áreas correlatas;
- Analisar a contribuição das ações extensionistas para a formação prática dos estudantes bolsistas e voluntários envolvidos na execução dos projetos;
- Relacionar as experiências desenvolvidas nos projetos de extensão com as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação em Engenharia e estudos sobre extensão universitária.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

A formação do engenheiro contemporâneo demanda uma abordagem educacional que ultrapasse a mera transmissão de conteúdos teóricos, incorporando experiências práticas, desenvolvimento de competências profissionais e compromisso social. Nesse cenário, a extensão universitária assume papel central ao promover a integração entre ensino, pesquisa e sociedade, conforme preconizado pelas Diretrizes Curriculares Nacionais dos cursos de Engenharia e pelas políticas institucionais das universidades públicas brasileiras (BRASIL, 2019). Além de complementar o ensino formal, a extensão universitária possibilita a aplicação do conhecimento científico em situações reais, favorecendo a aprendizagem ativa e o desenvolvimento de habilidades técnicas e socioemocionais essenciais à atuação profissional, ao fortalecer a relação entre teoria e prática.

Sob a perspectiva acadêmica, os projetos de extensão configuram-se como espaços privilegiados de experimentação pedagógica, nos quais conceitos desenvolvidos no ensino e aprofundados pela pesquisa são aplicados à resolução de problemas reais. Essa articulação contribui para a consolidação do aprendizado e para o desenvolvimento de competências associadas à tomada de decisão e à atuação profissional responsável. No campo da Engenharia, a extensão universitária assume relevância ainda maior ao permitir o contato direto dos estudantes com sistemas, processos e tecnologias amplamente utilizados na indústria, favorecendo a compreensão integrada de conteúdos técnicos, como manutenção mecânica e modelagem tridimensional.

As ações extensionistas fortalecem o papel social da universidade pública ao democratizar o acesso ao conhecimento técnico e tecnológico, especialmente em regiões com limitações históricas, como a Região do Lago de Tucuruí. Ao aproximar a universidade das demandas locais, essas iniciativas contribuem para o desenvolvimento regional e para a formação de recursos humanos qualificados.

Este capítulo apresenta o embasamento teórico que sustenta os projetos de extensão descritos neste trabalho, estruturando-se em três eixos fundamentais: a extensão universitária na formação do engenheiro; a relevância das tecnologias de manutenção e projeto na Engenharia Mecânica; e o impacto social das ações extensionistas no contexto amazônico, com ênfase na Região do Lago de Tucuruí. Esses eixos permitem compreender a extensão universitária como instrumento formativo, tecnológico e social, articulado aos projetos acadêmicos desenvolvidos e alinhado às demandas regionais e às diretrizes contemporâneas da educação em Engenharia.

## 2.1. INDISSOCIABILIDADE ENTRE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO

A extensão universitária é reconhecida como um dos pilares fundamentais da educação superior pública no Brasil, ao lado do ensino e da pesquisa. O princípio da indissociabilidade entre essas três dimensões estabelece que a formação acadêmica deve ocorrer de forma integrada, articulando a produção do conhecimento científico, sua difusão e sua aplicação em benefício da sociedade (BRASIL, 1988).

No âmbito da formação em Engenharia, a extensão universitária desempenha papel estratégico ao possibilitar que os estudantes apliquem os conhecimentos adquiridos em sala de aula na resolução de problemas reais, desenvolvendo competências técnicas, sociais e éticas. Por meio de projetos extensionistas, os discentes entram em contato direto com demandas e necessidades concretas da sociedade, ampliando sua capacidade de análise crítica, tomada de decisão e atuação profissional responsável.

Segundo Lima et al. (2023), a participação de discentes em projetos de extensão contribui significativamente para a consolidação do aprendizado, ao promover experiências práticas que complementam o ensino teórico e estimulam a autonomia intelectual. Estudos mais recentes reforçam que a extensão universitária tem assumido um papel ainda mais estratégico na formação por competências, especialmente nos cursos de Engenharia. De acordo com o Fórum de Pró-Reitores de Extensão das Instituições Públicas de Educação Superior Brasileiras (FORPROEX, 2023), as ações extensionistas contribuem diretamente para o desenvolvimento de competências técnicas, sociais e éticas, aproximando a universidade das demandas reais da sociedade e fortalecendo a formação integral dos estudantes.

Para além do impacto formativo individual, a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão fortalece o papel institucional da universidade pública como agente de transformação social. Ao integrar a produção científica às demandas concretas do território, a universidade amplia sua relevância social e contribui de forma efetiva para o desenvolvimento local e regional, especialmente em contextos marcados por desigualdades socioeconômicas e carência de acesso a conhecimentos técnicos especializados.

No campo da Engenharia, essa integração favorece a construção de soluções tecnológicas contextualizadas, alinhadas às realidades produtivas, ambientais e sociais em que estão inseridas. Projetos extensionistas permitem que conhecimentos desenvolvidos no âmbito da pesquisa sejam aplicados em situações reais, retroalimentando o ensino com novos desafios, dados empíricos e problemáticas concretas, em um movimento contínuo de aprimoramento do processo formativo.

Adicionalmente, a extensão universitária contribui para o fortalecimento de competências transversais essenciais à atuação profissional do engenheiro, como trabalho em equipe, comunicação, liderança, ética e responsabilidade social. Essas competências, cada vez mais valorizadas pelas Diretrizes Curriculares Nacionais dos cursos de Engenharia, dificilmente são desenvolvidas de forma plena em ambientes exclusivamente teóricos, o que reforça a relevância das experiências extensionistas no percurso acadêmico.

Dessa forma, a extensão universitária não deve ser compreendida como atividade complementar ou acessória, mas como componente estruturante do processo formativo do engenheiro. Em regiões que demandam soluções técnicas alinhadas às especificidades locais, como a Região do Lago de Tucuruí, as ações extensionistas assumem papel ainda mais relevante ao promover a aproximação entre universidade e comunidade, reafirmando o compromisso social da instituição de ensino superior e consolidando a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão como princípio orientador da educação em Engenharia.

### **2.1.2 As Diretrizes Curriculares Nacionais de Engenharia**

As Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Engenharia, instituídas pela Resolução CNE/CES nº 2, de 24 de abril de 2019, representam um marco na reformulação do ensino de Engenharia no Brasil ao enfatizarem a formação por competências, a aprendizagem ativa e a aproximação entre a formação acadêmica e as demandas profissionais (BRASIL, 2019). Nesse contexto, a formação do engenheiro passa a priorizar desafios reais e complexo, considerando de forma integrada os aspectos técnicos, éticos, sociais e ambientais inerentes à prática profissional. Tal orientação reforça a necessidade de metodologias formativas baseadas em experiências práticas, contextualizadas e alinhadas à realidade social. As DCNs de Engenharia propõem uma ruptura com modelos tradicionais de ensino centrados exclusivamente na transmissão de conteúdos, ao valorizar abordagens pedagógicas que estimulem o protagonismo discente, a interdisciplinaridade e a aplicação do conhecimento em situações reais, evidenciando a importância de estratégias educacionais que promovam o desenvolvimento de competências técnicas associadas à capacidade de análise, síntese, tomada de decisão e resolução de problemas, características fundamentais à atuação profissional do engenheiro no cenário contemporâneo.

A literatura recente corrobora essa abordagem ao apontar que metodologias ativas e projetos aplicados contribuem significativamente para a formação de engenheiros mais preparados para os desafios tecnológicos, produtivos e sociais atuais (OLIVEIRA et al., 2021). Nesse sentido, as atividades extensionistas configuram-se como instrumentos pedagógicos

privilegiados, uma vez que possibilitam a vivência prática de situações concretas, integrando conhecimentos teóricos adquiridos em sala de aula com demandas reais da sociedade e do setor produtivo. Além disso, as DCNs ressaltam a necessidade de uma formação humanística e ética, orientada pela responsabilidade social e pela sustentabilidade. Ao envolver estudantes em projetos de extensão, as universidades atendem a essa orientação normativa ao promover experiências formativas que extrapolam o ambiente acadêmico e favorecem o desenvolvimento de uma postura profissional crítica, comprometida e socialmente responsável.

Assim, os projetos de extensão analisados neste trabalho inserem-se em um contexto normativo e pedagógico que reconhece a prática profissional como elemento indispensável à formação do engenheiro. Ao articular ensino, pesquisa e extensão, essas iniciativas contribuem para a consolidação das competências previstas nas DCNs, fortalecendo a formação integral dos estudantes de Engenharia Mecânica e alinhando o processo educativo às exigências contemporâneas da profissão e às demandas regionais específicas.

### **2.1.3 Motores a Combustão e Manutenção na Engenharia Mecânica**

Apesar do avanço de tecnologias alternativas de propulsão, como sistemas elétricos e híbridos, os motores de combustão interna permanecem amplamente empregados em diversos setores produtivos, incluindo transporte, geração de energia, agronegócio e atividades ribeirinhas. Em regiões como a Amazônia, esses sistemas apresentam elevada relevância técnica e estratégica, em razão de sua robustez, autonomia operacional e adaptabilidade a contextos com limitações de infraestrutura energética e logística. Nesses cenários, a confiabilidade operacional e a manutenção adequada dos motores constituem fatores determinantes para a eficiência, a segurança e a sustentabilidade das atividades produtivas (BRUNETTI, 2012).

Sob a perspectiva da Engenharia Mecânica, o motor de combustão interna configura-se como um sistema termomecânico complexo, no qual ocorre a conversão da energia química do combustível em energia mecânica útil por meio de um ciclo termodinâmico. Nos motores de quatro tempos, amplamente difundidos em aplicações industriais e veiculares, esse ciclo é composto pelas etapas de admissão, compressão, combustão/expansão e exaustão. A compreensão detalhada desse ciclo é essencial não apenas para o projeto e a operação dos motores, mas também para o diagnóstico de falhas e a definição de estratégias eficazes de manutenção preventiva e corretiva (BRUNETTI, 2012). Além do ciclo termodinâmico, o funcionamento do motor depende da atuação integrada de diversos subsistemas, cuja interação assegura o desempenho adequado do conjunto. Entre os principais, destacam-se o sistema

mecânico, formado por pistão, biela, virabrequim e comando de válvulas, responsável pela transformação do movimento alternativo em rotativo; o sistema de alimentação, encarregado da admissão e da dosagem da mistura ar-combustível; o sistema de lubrificação, que reduz o atrito e o desgaste entre componentes móveis; o sistema de arrefecimento, responsável pela dissipação do calor gerado no processo de combustão; e o sistema de exaustão, que conduz os gases residuais para fora do motor (BRUNETTI, 2012; SENAI, 2016).

No âmbito da manutenção mecânica, alguns subsistemas dos motores de combustão interna assumem caráter crítico em função de sua elevada solicitação operacional e de sua influência direta no desempenho e na confiabilidade do conjunto. O sistema de lubrificação, por exemplo, é essencial para a redução do atrito e do desgaste entre componentes móveis, sendo falhas nesse sistema frequentemente associadas a danos severos em mancais, virabrequim e comando de válvulas. De forma semelhante, o sistema de arrefecimento exerce papel fundamental no controle térmico do motor, uma vez que temperaturas excessivas comprometem a integridade estrutural dos componentes e aceleram processos de fadiga e deformação.

Outro subsistema crítico é o conjunto mecânico formado por pistão, anéis, biela e virabrequim, cuja manutenção adequada está diretamente relacionada à eficiência volumétrica, ao consumo de combustível e à estabilidade operacional do motor. Desgastes excessivos nesses componentes podem resultar em perda de compressão, aumento de vibrações e falhas catastróficas. Além disso, o sistema de alimentação, ao garantir a dosagem correta da mistura ar-combustível, demanda inspeções periódicas, uma vez que irregularidades nesse subsistema afetam diretamente o processo de combustão e o rendimento global do motor. Dessa forma, a manutenção mecânica desses sistemas críticos requer abordagem sistemática, baseada em inspeções, diagnósticos e intervenções planejadas, reforçando a importância de uma formação técnica sólida e aplicada para engenheiros e técnicos que atuam na área.

A análise sistêmica desses subsistemas é fundamental para a prática da manutenção, uma vez que falhas em um único componente podem comprometer o funcionamento global do motor. Dessa forma, a manutenção de motores de combustão exige abordagem integrada, baseada na compreensão das interações entre os diferentes sistemas mecânicos e térmicos, bem como na identificação de sintomas, causas e consequências das falhas operacionais. Tal abordagem reforça a necessidade de formação técnica sólida e de experiências práticas no processo formativo do engenheiro mecânico.

Nos motores contemporâneos, observa-se ainda a crescente incorporação de sistemas elétricos e eletrônicos, que ampliam a eficiência energética, a confiabilidade operacional e o

controle do funcionamento do motor. Sistemas de ignição eletrônica, sensores de pressão, temperatura e rotação, além de unidades de controle eletrônico, permitem ajustes mais precisos das condições de operação, contribuindo para a redução de consumo de combustível e de emissões. Contudo, esses avanços tecnológicos também aumentam a complexidade das atividades de diagnóstico e manutenção, exigindo do profissional conhecimentos integrados de mecânica, eletricidade e eletrônica aplicada (BOSCH, 2019).

Do ponto de vista da Engenharia de Manutenção, a adoção de práticas preventivas e corretivas adequadas é fundamental para a redução de falhas, o aumento da vida útil dos componentes e a mitigação de riscos operacionais. A manutenção eficiente contribui diretamente para a otimização do desempenho dos sistemas mecânicos, para a segurança do trabalho e para a redução de custos associados a paradas não programadas, aspectos amplamente discutidos na literatura sobre manutenção industrial e confiabilidade de sistemas (CHAVES; SILVA, 2018; OLIVEIRA et al., 2021).

Nesse contexto, a formação do engenheiro mecânico deve contemplar não apenas os fundamentos teóricos do funcionamento dos motores de combustão interna, mas também a compreensão prática de seus sistemas e de suas estratégias de manutenção. A Associação Brasileira de Educação em Engenharia ressalta que a formação em Engenharia deve estar orientada à resolução de problemas reais, ao desenvolvimento de competências técnicas e à aplicação prática do conhecimento, sendo as atividades extensionistas instrumentos estratégicos para esse processo formativo (ABENGE, 2022).

Segundo a Confederação Nacional da Indústria, a escassez de profissionais qualificados para atuar na manutenção de sistemas mecânicos complexos ainda representa um desafio significativo em diversas regiões do país, especialmente fora dos grandes centros urbanos (CNI, 2021). Tal realidade evidencia a importância de iniciativas formativas que articulem teoria e prática, ampliando o acesso ao conhecimento técnico e fortalecendo a qualificação profissional em contextos regionais específicos.

Dessa forma, o projeto de extensão em Manutenção de Motores de Combustão descrito neste trabalho responde diretamente às demandas técnicas e formativas do contexto regional, ao proporcionar aos participantes contato sistemático com os princípios termodinâmicos, os subsistemas mecânicos, elétricos e eletrônicos dos motores, bem como com práticas de manutenção alinhadas às exigências do mercado. Essas ações contribuem para a formação de profissionais mais preparados, conscientes e tecnicamente qualificados, fortalecendo a relação entre universidade e sociedade e promovendo o desenvolvimento regional de maneira socialmente responsável.

## 2.2 TECNOLOGIAS E FERRAMENTA CAD NA ENGENHARIA MECÂNICA

### 2.2.1 Modelagem 2D e 3D e Ferramentas CAD na Formação do Engenheiro

O avanço das tecnologias digitais tem promovido transformações profundas nos processos de concepção, desenvolvimento e fabricação de produtos na indústria contemporânea. Nesse contexto, o domínio de ferramentas de Desenho Assistido por Computador (Computer Aided Design – CAD) consolidou-se como competência essencial para o engenheiro mecânico, uma vez que tais ferramentas permeiam todas as etapas do ciclo de vida dos sistemas mecânicos, desde a concepção inicial até a fabricação, montagem, operação e manutenção.

A modelagem bidimensional (2D) constitui o fundamento da representação gráfica técnica na Engenharia Mecânica, sendo indispensável para a elaboração de desenhos normatizados, vistas ortográficas, cortes, seções e detalhamentos construtivos. O uso adequado de recursos como camadas (*layers*), cotação paramétrica, tolerâncias dimensionais e geométricas, simbologias técnicas e normas de desenho assegura a padronização da comunicação técnica e a correta interpretação dos projetos nos ambientes industriais.

Por outro lado, a modelagem tridimensional (3D), por sua vez, representa um avanço significativo ao possibilitar a construção virtual de peças e conjuntos mecânicos com alto grau de fidelidade geométrica. Por meio da modelagem sólida e de superfícies, o engenheiro pode representar formas simples e complexas, avaliar interferências, simular montagens e analisar o funcionamento de mecanismos. Recursos como modelagem paramétrica, relações geométricas, histórico de operações e configurações permitem alterações rápidas e controladas no projeto, favorecendo a flexibilidade e a otimização do processo de desenvolvimento.

Ferramentas CAD modernas, como o SolidWorks, incorporam funcionalidades avançadas que ampliam o escopo da modelagem tradicional. Entre essas funcionalidades, destacam-se a criação de montagens com restrições geométricas, a análise de interferências, a simulação de movimentos, a geração automática de listas de materiais (BOM) e a integração com módulos de análise estrutural, térmica e de escoamento. Esses recursos permitem que o projeto seja avaliado ainda em ambiente virtual, reduzindo erros, custos e retrabalhos associados às etapas posteriores de fabricação (DASSAULT SYSTÈMES, 2020).

Além dos aspectos geométricos e funcionais, as ferramentas de modelagem permitem a incorporação de parâmetros de projeto associados a requisitos de fabricação, montagem e manutenção. A utilização de recursos como tolerâncias dimensionais e geométricas, análise de folgas, estudo de ajustes e definição de materiais possibilita ao engenheiro avaliar, ainda na fase

de concepção, a viabilidade técnica e produtiva das soluções propostas. Essa abordagem integrada contribui para a redução de falhas de projeto e para a otimização dos processos industriais, reforçando o papel do CAD como instrumento de apoio à tomada de decisão técnica.

Adicionalmente, o uso de ambientes de desenhos mecânicos em projetos acadêmicos favorece a compreensão do ciclo completo de desenvolvimento de produtos, ao estimular o estudante a transitar entre as etapas de concepção, detalhamento, validação e documentação técnica. Essa vivência amplia a capacidade de análise sistêmica e prepara o futuro engenheiro para atuar em contextos multidisciplinares, nos quais a integração entre projeto, manufatura e manutenção é fundamental. Dessa forma, a modelagem bidimensional e tridimensional consolida-se como elemento estruturante da formação em Engenharia Mecânica, especialmente quando aplicada em atividades práticas e extensionistas.

Além disso, a integração do CAD com tecnologias de manufatura assistida por computador (CAM) e de engenharia assistida por computador (CAE) reforça a importância dessas ferramentas na formação do engenheiro mecânico. Essa integração possibilita a transição direta do modelo digital para processos de fabricação, prototipagem rápida e análises computacionais, alinhando-se aos princípios da Indústria 4.0 e à digitalização dos sistemas produtivos.

Do ponto de vista pedagógico, o ensino de modelagem contribui de forma significativa para o desenvolvimento do raciocínio espacial, da criatividade, da capacidade de abstração e da leitura crítica de projetos técnicos. O contato sistemático com essas ferramentas favorece a autonomia intelectual dos estudantes e estimula a compreensão integrada entre forma, função e processo construtivo, competências essenciais à atuação profissional do engenheiro mecânico (SANTOS et al., 2021).

Nesse cenário, a utilização de ferramentas de prototipagem virtual em projetos acadêmicos e de extensão universitária assume papel estratégico ao promover a integração entre teoria e prática. A oferta de cursos de desenho mecânico utilizando o *software* SolidWorks permite que os estudantes apliquem conhecimentos adquiridos em disciplinas básicas e específicas em situações reais de projeto, aproximando a formação acadêmica das demandas do setor produtivo. Além disso, tais iniciativas ampliam o acesso ao conhecimento tecnológico, fortalecem a formação por competências e contribuem para a preparação de profissionais mais qualificados, críticos e alinhados às exigências contemporâneas da Engenharia Mecânica nas indústrias.

## 2.3 EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA E DESENVOLVIMENTO REGIONAL

### 2.3.1 Extensão como Instrumento de Desenvolvimento Humano

Na Amazônia, a extensão universitária assume relevância ainda maior ao atuar como ferramenta de inclusão social, difusão do conhecimento e promoção do desenvolvimento regional. Em regiões afastadas dos grandes centros urbanos, a universidade pública frequentemente representa o principal polo de acesso à educação superior e à formação técnica especializada, desempenhando papel estratégico na redução de assimetrias educacionais e tecnológicas historicamente consolidadas. Projetos de extensão com foco em capacitação profissional contribuem diretamente para a redução das desigualdades educacionais e para o fortalecimento das economias locais, ao formar mão de obra qualificada e estimular a inovação tecnológica em contextos regionais específicos (SCHEIDEMANTEL et al., 2018). Ao articular conhecimento acadêmico e demandas concretas do território, essas iniciativas favorecem a interiorização do ensino superior e ampliam o alcance social da universidade, fortalecendo o vínculo entre instituição e sociedade.

No contexto amazônico, marcado por desafios socioeconômicos, logísticos e de infraestrutura, a extensão universitária assume também caráter estratégico ao possibilitar a aplicação de soluções técnicas alinhadas às realidades locais. A formação ofertada por meio de ações extensionistas contribui para o desenvolvimento humano ao ampliar oportunidades de qualificação profissional, promover autonomia técnica e estimular trajetórias formativas mais consistentes.

O Campus Universitário de Tucuruí, por meio de ações extensionistas voltadas à Engenharia Mecânica, desempenha papel relevante ao atender demandas específicas da região, caracterizada por atividades industriais, energéticas e logísticas que requerem conhecimentos técnicos especializados. Ao ofertar cursos e projetos voltados à manutenção mecânica e ao projeto assistido por computador, o campus atua como agente de desenvolvimento regional, contribuindo para a formação de recursos humanos qualificados e para a consolidação de competências técnicas alinhadas às necessidades do setor produtivo local. Essas iniciativas favorecem a aproximação entre universidade, setor produtivo e comunidade, ampliando a aplicabilidade do conhecimento acadêmico. Ademais, ao promover formação técnica contextualizada, o campus contribui para a redução de assimetrias regionais e para o fortalecimento da capacidade tecnológica local. Dessa forma, as ações extensionistas reforçam o compromisso institucional da universidade pública com o desenvolvimento socioeconômico sustentável da região.

### 2.3.2 Extensão, Orientação Técnica e Estímulo ao Ensino Superior

Os projetos de extensão universitária configuram-se como instrumentos relevantes de orientação vocacional e estímulo ao ingresso no ensino superior, especialmente para estudantes do ensino médio e jovens da comunidade externa. Ao proporcionar contato direto com práticas de engenharia, por meio de cursos, oficinas e atividades aplicadas, essas ações permitem que os participantes compreendam de forma mais concreta as áreas tecnológicas, reduzindo a distância entre a educação básica e o ambiente universitário.

Nesse contexto, análises do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira indicam que ações educativas que aproximam os estudantes da realidade acadêmica contribuem para a ampliação do acesso ao ensino superior e para escolhas profissionais mais consistentes, sobretudo em regiões com menor oferta educacional (INEP, 2022). Tais evidências reforçam a importância de iniciativas que promovam informação qualificada e experiências formativas prévias ao ingresso na universidade.

Além do impacto no acesso, a literatura aponta que a participação em projetos de extensão universitária favorece a construção de trajetórias acadêmicas mais conscientes e alinhadas às expectativas dos estudantes. Fernandes e Siqueira (2024) destacam que experiências extensionistas contribuem para a redução de distanciamentos simbólicos e institucionais historicamente associados à universidade pública, fortalecendo a identificação dos jovens com o ambiente acadêmico e profissional.

De forma complementar, Silva et al. (2024) evidenciam que o contato prévio de estudantes do ensino médio com práticas de engenharia influencia positivamente a escolha profissional e contribui para a redução dos índices de evasão nos cursos superiores, ao permitir uma compreensão mais realista das exigências formativas e das possibilidades de atuação na área tecnológica. Esse processo é reforçado por ações extensionistas que promovem vivências práticas e contextualizadas, despertando o interesse por carreiras em Engenharia e ampliando a compreensão sobre o percurso formativo necessário (LIMA et al., 2023).

Assim, os projetos executados no âmbito deste trabalho não se limitaram à capacitação técnica pontual, mas atuaram como vetores estruturantes de estímulo à formação tecnológica e ao ingresso no ensino superior. Ao aproximar estudantes do ensino médio e membros da comunidade externa da universidade, as ações extensionistas analisadas favoreceram o engajamento acadêmico e a permanência de discentes em cursos de Engenharia Mecânica e áreas correlatas, reafirmando a extensão universitária como instrumento estratégico de desenvolvimento humano, educacional e regional.

### 3 METODOLOGIA DOS PROJETOS

A metodologia adotada para o planejamento, a execução e o acompanhamento dos projetos de extensão Curso de Manutenção em Motores de Combustão e Curso de Desenho Mecânico utilizando o *software* SolidWorks, desenvolvidos no período de abril de 2021 a junho de 2024, no âmbito do Campus Universitário de Tucuruí (CAMTUC/UFPA), caracterizou-se pela abordagem itinerante das ações extensionistas, com atividades realizadas tanto nos laboratórios da UFPA quanto em escolas públicas e comunidades da Região do Lago de Tucuruí.

Trata-se de uma pesquisa de natureza descritiva, com abordagem qualitativa, apoiada por dados quantitativos, fundamentada em registros institucionais, relatórios de execução, observação direta das atividades e análise do impacto formativo dos projetos junto aos participantes e à comunidade atendida.

#### 3.1 PLANEJAMENTO, ORGANIZAÇÃO E DIVULGAÇÃO DOS CURSOS

Antes do início das atividades específicas de cada projeto, realizou-se um planejamento geral comum às duas iniciativas, contemplando a articulação institucional, a definição da estrutura organizacional das equipes executoras, o contato inicial com as instituições parceiras e a definição das estratégias de divulgação dos cursos.

A composição das equipes dos projetos foi estruturada de forma a garantir a adequada condução das atividades didáticas, técnicas e logísticas. Cada projeto contou com um coordenador, responsável pela avaliação do conteúdo pedagógico, supervisão técnica, articulação institucional e acompanhamento das ações extensionistas; um bolsista, encarregado de apoiar as atividades de organização, execução das aulas teóricas e práticas, registros das ações e apoio técnico aos participantes; e voluntários, que atuaram diretamente no suporte às atividades formativas e na mediação entre universidade e comunidade.

No primeiro momento de execução dos projetos, a equipe contou com dois voluntários, número que se mostrou suficiente para o atendimento inicial das turmas. Com a ampliação da demanda e a consolidação das ações extensionistas, observou-se a necessidade de expansão da equipe, resultando na participação de até cinco voluntários em etapas posteriores. Essa evolução refletiu não apenas o crescimento do alcance dos projetos, mas também o interesse de estudantes em integrar as iniciativas, evidenciando o caráter formativo e colaborativo das ações extensionistas.

Os voluntários desempenharam papel fundamental no apoio às atividades teóricas e práticas, na orientação dos participantes durante os exercícios técnicos, na organização dos

materiais didáticos e na logística das ações itinerantes. Essa atuação contribuiu para o desenvolvimento de competências técnicas e socioemocionais dos estudantes envolvidos, como trabalho em equipe, comunicação, liderança e responsabilidade profissional, reforçando o caráter formativo da extensão universitária.

Paralelamente à organização das equipes, o planejamento envolveu contato institucional com a Prefeitura Municipal de Tucuruí, direções de escolas públicas de ensino médio, lideranças comunitárias e instituições parceiras da região, como o IDEFLOR-Bio, a fim de viabilizar a execução das atividades fora dos limites físicos da universidade. Esse processo incluiu o levantamento das demandas locais, a definição do público-alvo e o alinhamento institucional para a realização das ações extensionistas de forma itinerante.

A divulgação dos cursos ocorreu por meio da elaboração de artes digitais informativas, contendo informações sobre os objetivos dos projetos, público atendido, carga horária e período de realização. Essas artes foram divulgadas em grupos institucionais de mensagens instantâneas das escolas, comunidades e instituições parceiras, incorporando QR Code para inscrição dos interessados, o que facilitou o acesso às informações e otimizou o processo de inscrição dos participantes, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 — Arte digital de divulgação dos cursos de extensão com QR Code



Fonte: Autoria própria (2026).

### 3.2 METODOLOGIA DO CURSO DE MANUTENÇÃO EM MOTORES

O projeto Curso de Manutenção em Motores de Combustão foi concebido e estruturado com o objetivo de atender demandas regionais por capacitação técnica na área de manutenção

mecânica, especialmente em setores estratégicos para a Região do Lago de Tucuruí, como transporte, geração de energia por meio de conjuntos motor-gerador, agronegócio e atividades ribeirinhas. Esses segmentos apresentam elevada dependência de motores de combustão interna e demandam profissionais com conhecimentos técnicos aplicados, capazes de realizar intervenções preventivas e corretivas de forma segura e eficiente.

Desde sua concepção, o projeto assumiu caráter itinerante como princípio metodológico central, visando descentralizar as ações extensionistas e ampliar a territorialidade da Universidade Federal do Pará. Essa abordagem permitiu que as atividades formativas extrapolassem os limites físicos do campus universitário, alcançando escolas públicas, comunidades ribeirinhas e outros espaços sociais com histórico de acesso limitado à formação técnica especializada. Dessa forma, o curso foi estruturado de modo a articular formação técnica, compromisso social e desenvolvimento regional, em consonância com os princípios da extensão universitária.

### **3.2.1 Planejamento da Mobilidade de Campo**

O planejamento da mobilidade de campo constituiu etapa fundamental para a execução do curso, considerando as particularidades geográficas, logísticas e estruturais das localidades atendidas. A logística envolveu o deslocamento do coordenador do projeto, do bolsista e dos voluntários, bem como o transporte de bancadas didáticas, ferramentas manuais, componentes mecânicos e motores didáticos até os locais de realização das atividades.

Foram considerados, nesse planejamento, aspectos como condições de acesso às comunidades, disponibilidade de espaços físicos adequados para as aulas práticas, tempo de deslocamento, segurança dos equipamentos e viabilidade técnica das ações. O transporte dos recursos didáticos foi organizado de forma a garantir a integridade dos materiais e a continuidade das atividades práticas, assegurando condições adequadas para o alcance dos objetivos educacionais e profissionais do curso.

A descentralização das ações extensionistas mostrou-se fundamental para alcançar públicos que apresentavam dificuldades de locomoção até o campus da UFPA, seja por limitações geográficas, financeiras ou logísticas. Essa estratégia reforçou o compromisso social da universidade pública ao levar formação técnica diretamente aos territórios onde a demanda por manutenção de motores é mais evidente, ampliando o impacto social do projeto e promovendo maior inclusão educacional.

### 3.2.2 Estruturação dos Espaços e Recursos Didáticos

As atividades teóricas e práticas do curso foram estruturadas de modo a possibilitar a integração entre conceitos fundamentais e aplicações práticas da manutenção de motores de combustão. Para isso, foram utilizadas bancadas didáticas, exposições visuais por meio de datashow e a apresentação sistemática de componentes mecânicos reais, permitindo aos participantes visualizar, manusear e compreender o funcionamento dos sistemas estudados.

Nos laboratórios da UFPA, as atividades contaram com infraestrutura adequada para a realização de aulas práticas, incluindo bancadas fixas, motores didáticos e ferramentas específicas. Já nas ações realizadas fora do campus, os espaços foram adaptados de acordo com a realidade local, como salas de aula de escolas públicas e ambientes comunitários, mantendo-se os mesmos princípios metodológicos e padrões de segurança.

Para as atividades externas, foram mobilizados motores didáticos, conjuntos de ferramentas manuais, peças desmontáveis e equipamentos de apoio. Esses recursos possibilitaram a execução de práticas de desmontagem, inspeção, identificação de componentes, e procedimentos básicos de manutenção, mesmo em contextos com infraestrutura limitada, conforme ilustrado na Figura 2.

**Figura 2 — Bancada didática de motores de combustão e exposições de aulas teóricas**



Fonte: Autoria própria (2026).

A estruturação dos espaços e dos recursos didáticos buscou garantir a aprendizagem ativa dos participantes, estimulando a participação, a observação crítica e o desenvolvimento do raciocínio técnico. Essa abordagem favoreceu a compreensão dos princípios de funcionamento dos motores de combustão e das práticas de manutenção associadas,

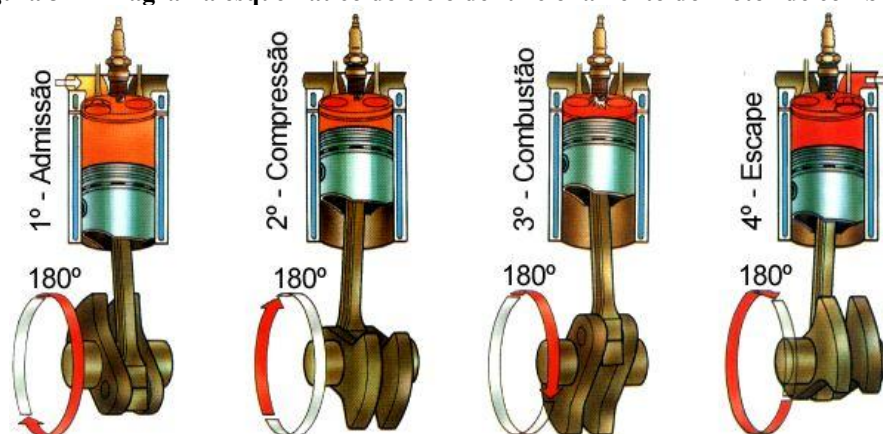
contribuindo para a formação técnica dos participantes e para o fortalecimento do papel da extensão universitária como instrumento de integração entre teoria, prática e realidade social.

### 3.2.3 Funcionamento dos Motores de Combustão e Integração Teoria–Prática

A metodologia do curso contemplou, de forma integrada, os princípios de funcionamento dos motores de combustão interna, assegurando aos participantes uma base conceitual sólida para interpretar e executar, com rigor técnico, as atividades práticas de desmontagem, inspeção e montagem. A abordagem adotada partiu do entendimento do motor como um sistema termomecânico no qual a energia química do combustível é convertida em trabalho mecânico, por meio de um ciclo repetitivo que envolve variações controladas de volume e pressão no interior do cilindro, resultando em torque no virabrequim.

Inicialmente, foram apresentados os fundamentos do ciclo de quatro tempos: admissão, compressão, combustão/expansão e exaustão, com ênfase na relação entre movimento alternativo do pistão e movimento rotativo do virabrequim, bem como na sincronização do conjunto por meio do comando de válvulas. Destacou-se que o ciclo completo ocorre em duas rotações do virabrequim ( $720^\circ$ ), enquanto o comando de válvulas atua com metade dessa rotação, garantindo a abertura e o fechamento de válvulas no tempo adequado. Essa explicação foi conduzida de maneira expositiva e ilustrativa, utilizando o diagrama esquemático do ciclo apresentado na Figura 3 como referência didática para orientar a leitura funcional dos componentes.

Figura 3 — Diagrama esquemático do ciclo de funcionamento do motor de combustão



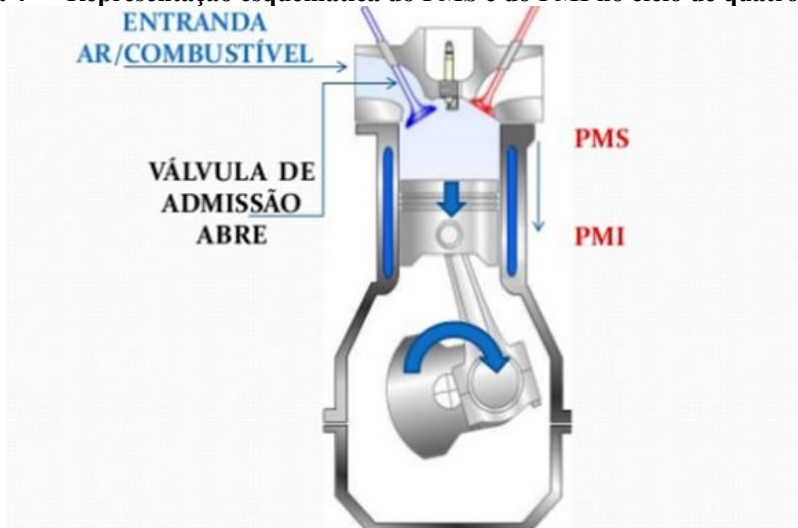
Fonte: Adaptado de Guilherme (2019).

Na fase de admissão, explicou-se que a válvula de admissão é acionada pelo comando, permitindo a entrada de ar (ou mistura ar–combustível, conforme o tipo de sistema) no cilindro enquanto o pistão se desloca do Ponto Morto Superior (PMS) ao Ponto Morto Inferior (PMI), conforme Figura 4.

Enfatizou-se que a eficiência dessa etapa influencia diretamente o enchimento do cilindro e o desempenho do motor. Em seguida, na fase de compressão, evidenciou-se que ambas as válvulas permanecem fechadas, e o pistão ascende comprimindo a carga admitida, elevando pressão e temperatura, condição essencial para a etapa seguinte, pois determina o nível de energia disponível na combustão e a estabilidade do processo.

Na fase de combustão/expansão, discutiu-se a ignição da mistura (por centelha, em motores Otto, ou por autoignição, em motores Diesel) e a conseqüente elevação rápida de pressão no interior do cilindro, forçando o pistão a descer e produzindo o tempo útil responsável pela geração de trabalho. Ressaltou-se que o aproveitamento energético desse tempo depende de fatores como vedação do conjunto pistão–anéis–cilindro, condição térmica e sincronismo do comando. Por fim, na fase de exaustão, explicou-se a abertura da válvula de escape e a expulsão dos gases queimados, com o pistão novamente em deslocamento ascendente, preparando o cilindro para reiniciar o ciclo. A partir dessa leitura sistêmica, os participantes passaram a compreender o motor não como um conjunto de peças isoladas, mas como um arranjo sincronizado de mecanismos e processos termodinâmicos.

**Figura 4 — Representação esquemática do PMS e do PMI no ciclo de quatro tempos**



Fonte: Adaptado de Jovino Transdutores Automotivo (2024).

A integração teoria–prática foi operacionalizada por meio de uma estratégia didática progressiva: após a exposição conceitual, os participantes realizaram a identificação física e funcional dos componentes associados a cada tempo do ciclo, correlacionando diretamente a teoria com o motor real ou didático. Durante a desmontagem, o ciclo de quatro tempos foi retomado como “roteiro de leitura” do motor, orientando a identificação do papel do pistão, biela e virabrequim na conversão de movimento, bem como a função do comando de válvulas, tuchos e balancins na temporização do processo de admissão e exaustão.

Na etapa de inspeção, os participantes foram orientados a reconhecer sinais típicos de desgaste e suas implicações no ciclo: por exemplo, falhas de vedação e desgaste de anéis associados à perda de compressão e redução do rendimento, folgas excessivas no trem de válvulas relacionadas a ruídos e alteração do tempo de abertura, e condições inadequadas de lubrificação associadas ao desgaste de mancais e aumento de atrito. Na montagem, reforçou-se o princípio de precisão geométrica e alinhamento mecânico, destacando o papel de procedimentos como torqueamento adequado, verificação de folgas, sincronismo entre comando e virabrequim e reaperto conforme especificação, como elementos indispensáveis para restaurar a funcionalidade do motor e garantir operação segura.

Dessa forma, a metodologia consolidou o aprendizado ao articular teoria e prática de modo direto e aplicado, promovendo não apenas a compreensão do ciclo termodinâmico, mas também a capacidade de interpretar o motor como sistema integrado, requisito central para a formação técnica em manutenção mecânica e para o desenvolvimento de competências profissionais alinhadas às demandas regionais atendidas pelo projeto.

Na etapa prática, os participantes associaram cada fase do ciclo aos componentes correspondentes, como pistão, biela, virabrequim, válvulas e comando de válvulas, favorecendo a compreensão do funcionamento integrado do sistema. Essa estratégia metodológica consolidou o aprendizado ao articular teoria e prática de modo direto e aplicado.

### **3.2.4 Organização das Turmas e Metodologia de Ensino-Aprendizagem**

O Curso de Manutenção em Motores de Combustão foi ofertado ao longo de cinco turmas, com média aproximada de 20 participantes por edição, contemplando públicos distintos, incluindo estudantes universitários do curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Pará, alunos do ensino médio e membros da comunidade local. Essa composição heterogênea foi intencional e coerente com os princípios da extensão universitária, ao promover a integração entre universidade e sociedade e ampliar o alcance formativo das ações desenvolvidas.

A metodologia de ensino-aprendizagem adotada fundamentou-se na articulação entre aulas teóricas expositivas e atividades práticas demonstrativas, com ênfase na aprendizagem experiencial. As exposições teóricas tiveram como objetivo introduzir os fundamentos do funcionamento dos motores de combustão, conceitos de manutenção preventiva e corretiva, diagnóstico de falhas e boas práticas ambientais. As atividades práticas, por sua vez, permitiram aos participantes observar, manusear e analisar componentes reais, favorecendo a consolidação do aprendizado por meio da aplicação direta dos conteúdos técnicos.

No contexto dos estudantes da UFPA, especialmente aqueles dos anos iniciais do curso de Engenharia Mecânica, o projeto assumiu papel estratégico no processo formativo. Considerando que parcela significativa desses discentes não possui formação técnica prévia nem familiaridade com ambientes de manutenção mecânica, o curso foi estruturado como espaço de primeiro contato prático com motores e sistemas mecânicos. Essa aproximação contribuiu para complementar a formação teórica inicial, fortalecer a identidade profissional e ampliar o engajamento acadêmico, configurando-se como estratégia de apoio à permanência estudantil e de mitigação dos índices de evasão nos primeiros semestres do curso.

Paralelamente, para os alunos do ensino médio e para os membros da comunidade externa, o curso desempenhou relevante função social ao ampliar o acesso a conhecimentos técnicos aplicados em manutenção mecânica. As atividades possibilitaram a capacitação inicial, a ampliação do repertório técnico e a aproximação com o universo da Engenharia Mecânica, contribuindo tanto para a qualificação profissional quanto para o estímulo à continuidade dos estudos em áreas tecnológicas.

Os momentos de formação e certificação das turmas encontram-se registrados nas Figuras 5, 6, 7 e 8, que documentam as diferentes etapas de execução do projeto, evidenciando sua evolução metodológica e sua expansão territorial.

**Figura 5 — 1ª Turma de Manutenção em Motores – UFPA/CAMTUC (2021)**



Fonte: Autoria própria (2026)

A primeira turma, realizada ao final de 2021 nas dependências do Campus Universitário de Tucuruí, contou com 18 participantes e foi conduzida sob rigorosos protocolos de segurança sanitária, em função da pandemia de COVID-19. Essa edição demonstrou a viabilidade do projeto mesmo em contexto de restrições operacionais, permitindo a validação inicial da proposta pedagógica, da estrutura logística e dos recursos didáticos empregados.

**Figura 6 — 2ª Turma de Manutenção em Motores – UFPA/CAMTUC (2022)**



Fonte: Autoria própria (2026)

A segunda edição, realizada no início de 2022 no campus universitário, marcou o amadurecimento das estratégias metodológicas adotadas. Nessa etapa, observou-se maior integração entre teoria e prática, aprimoramento da organização das atividades e consolidação do modelo pedagógico, servindo como base para a ampliação das ações extensionistas em espaços externos à universidade.

**Figura 7 — Turma de manutenção em motores no Colégio Simão Jacinto (2022)**



Fonte: Autoria própria (2026)

A execução do curso no Colégio Simão Jacinto, em 2022, ampliou a aproximação entre universidade e educação básica. A realização das atividades em ambiente escolar contribuiu para a formação técnica inicial dos estudantes do ensino médio, para a divulgação do curso de Engenharia Mecânica da UFPA e para o estímulo ao interesse por carreiras tecnológicas, reduzindo barreiras de acesso ao ensino superior.

**Figura 8 — Turma de manutenção em motores da Ilhas das Crioulas - Breu Branco (2022)**



Fonte: Autoria própria (2026)

Por fim, a edição realizada na Comunidade das Ilhas das Crioulas, no município de Breu Branco, reforçou de maneira expressiva o compromisso social do projeto ao alcançar públicos com maiores dificuldades de deslocamento até o campus universitário, em razão de limitações geográficas, econômicas e logísticas. A realização das atividades diretamente no território evidenciou o papel estratégico da metodologia itinerante como instrumento de democratização do conhecimento técnico, ao levar formação especializada a contextos historicamente afastados do ensino superior.

Essa ação possibilitou não apenas a capacitação técnica dos participantes, mas também a valorização dos saberes locais e o fortalecimento do vínculo entre universidade e comunidade. Ao articular conhecimentos acadêmicos com demandas práticas do cotidiano, o projeto contribuiu para a ampliação da autonomia técnica dos participantes e para a melhoria das condições de trabalho associadas à manutenção de motores, atividade relevante no contexto local. Dessa forma, a iniciativa reafirmou a universidade pública como agente de desenvolvimento regional, ao alinhar formação profissional, inclusão educacional e responsabilidade social de maneira integrada e socialmente referenciada.

### 3.3 METODOLOGIA DO CURSO DE DESENHO MECÂNICO

O projeto Curso de Desenho Mecânico utilizando o *software* SolidWorks foi concebido com o objetivo de promover a inclusão digital e o acesso a ferramentas de projeto amplamente utilizadas na Engenharia Mecânica e na indústria, contribuindo para a formação técnica, acadêmica e vocacional dos participantes. Assim como o curso de Manutenção em Motores, o projeto adotou caráter itinerante, permitindo a descentralização das ações extensionistas e a ampliação do alcance social da Universidade Federal do Pará na Região do Lago de Tucuruí.

A proposta metodológica foi estruturada de forma progressiva e cumulativa, respeitando os diferentes níveis de conhecimento prévio dos participantes e priorizando a aprendizagem ativa. O curso teve início com a abordagem dos fundamentos do desenho técnico, incluindo conceitos de representação gráfica, normas técnicas, leitura e interpretação de desenhos, vistas ortográficas, cortes e contagem. Essa etapa inicial foi fundamental para estabelecer uma base conceitual comum, especialmente para os participantes sem experiência prévia em desenho mecânico.

Na sequência, foram introduzidos os conceitos e recursos do ambiente CAD, com ênfase no *software* SolidWorks. Os participantes foram orientados quanto à interface do programa, aos comandos básicos e às ferramentas essenciais para a criação de esboços (*sketches*), relações geométricas, restrições dimensionais e construção de modelos paramétricos. Essa abordagem permitiu que os participantes compreendessem a lógica de funcionamento do *software* e a relação entre o desenho técnico tradicional e a modelagem digital.

A etapa seguinte concentrou-se na modelagem tridimensional de peças mecânicas, abordando operações como extrusão, revolução, cortes, furações e filetes, além da aplicação de materiais e propriedades geométricas. As atividades práticas foram desenvolvidas de forma orientada, com exemplos progressivos de complexidade crescente, possibilitando a consolidação do raciocínio espacial e a compreensão da forma e função dos componentes projetados.

Posteriormente, o curso avançou para a modelagem de conjuntos mecânicos, explorando recursos de montagem, aplicação de restrições, análise de interferências e verificação do correto posicionamento dos componentes. Essa etapa possibilitou aos participantes compreender o funcionamento integrado dos sistemas mecânicos, bem como a importância da precisão geométrica e da compatibilidade dimensional no processo de projeto.

Ao longo do curso, foram enfatizadas boas práticas de organização de projetos, nomenclatura de arquivos, estruturação de pastas e geração automática de desenhos técnicos a

partir dos modelos tridimensionais. Essa abordagem contribuiu para aproximar os participantes das rotinas profissionais adotadas em ambientes industriais e de engenharia, reforçando a aplicabilidade prática dos conhecimentos adquiridos.

Do ponto de vista pedagógico, a metodologia priorizou a aprendizagem baseada em atividades práticas, com acompanhamento do coordenador, do bolsista e dos voluntários. As aulas foram conduzidas em formato demonstrativo e participativo, incentivando a interação, a resolução de problemas e o esclarecimento de dúvidas em tempo real. Essa dinâmica favoreceu a autonomia dos participantes e a consolidação do aprendizado.

Para os estudantes da UFPA, especialmente dos anos iniciais do curso de Engenharia Mecânica, o projeto representou oportunidade de complementar a formação acadêmica ao antecipar o contato com ferramentas de projeto utilizadas no mercado de trabalho. Para os estudantes do ensino médio e membros da comunidade externa, o curso possibilitou o primeiro contato com o universo do desenho mecânico e da modelagem tridimensional, atuando como instrumento de orientação vocacional e estímulo à continuidade dos estudos em áreas tecnológicas.

Dessa forma, a metodologia adotada no Curso de Desenho Mecânico utilizando o *software* SolidWorks articulou fundamentos teóricos, prática aplicada e inclusão digital, reafirmando o papel da extensão universitária como instrumento de formação técnica, aproximação entre universidade e sociedade e promoção do desenvolvimento regional.

### **3.3.1 Planejamento e Organização das Turmas de Desenho Mecânico**

O planejamento do Curso de Desenho Mecânico utilizando o *software* SolidWorks foi fundamentado na experiência acumulada com o projeto de Manutenção em Motores de Combustão, permitindo a definição de um escopo pedagógico alinhado às demandas regionais, ao perfil dos participantes e aos objetivos da extensão universitária. A partir dessa base, foram estabelecidas o conteúdo programático, a carga horária, a organização das turmas e a logística necessária para a realização das atividades no campus universitário e em escolas públicas parceiras.

O conteúdo foi estruturado de forma progressiva, contemplando desde fundamentos do desenho técnico até aplicações práticas de modelagem tridimensional em ambiente CAD, respeitando os diferentes níveis de conhecimento prévio dos participantes. No âmbito interno da UFPA, o curso atendeu discentes ingressantes e alunos com dificuldades no uso de ferramentas CAD, atuando como instrumento de nivelamento e consolidação de competências básicas de desenho e modelagem. Para o público externo, especialmente estudantes do ensino

médio, o curso assumiu caráter introdutório, possibilitando o primeiro contato com ferramentas de projeto amplamente utilizadas na indústria.

A organização das turmas considerou a heterogeneidade do público e a necessidade de acompanhamento individualizado, especialmente nas atividades práticas em ambiente computacional. O número de participantes por turma foi definido de modo a assegurar condições adequadas de suporte técnico e pedagógico, contribuindo para a efetividade do processo de ensino-aprendizagem.

No que se refere à logística, o planejamento contemplou a avaliação prévia dos espaços físicos, da infraestrutura computacional e da disponibilidade de recursos necessários à execução do curso, tanto no campus universitário quanto nas instituições parceiras. Essa etapa foi fundamental para garantir a viabilidade técnica das ações e a continuidade das atividades, mesmo em contextos com limitações estruturais.

Dessa forma, o planejamento e a organização das turmas permitiram que o Curso de Desenho Mecânico alcançasse seus objetivos extensionistas, ao promover inclusão digital, ampliar o acesso a ferramentas tecnológicas e contribuir para a formação técnica e vocacional dos participantes, reafirmando o papel da extensão universitária na integração entre universidade e sociedade.

### **3.3.2 Vistas Ortogonais e Representação Gráfica**

O curso foi estruturado a partir dos fundamentos do desenho técnico, com ênfase nas vistas ortogonais, consideradas essenciais para a leitura, interpretação e elaboração de projetos mecânicos. Foram abordados os conceitos das vistas ortográficas: frontal, superior, lateral e isométrica, possibilitando aos participantes compreender a representação bidimensional de objetos tridimensionais e desenvolver o raciocínio espacial necessário à prática da Engenharia Mecânica.

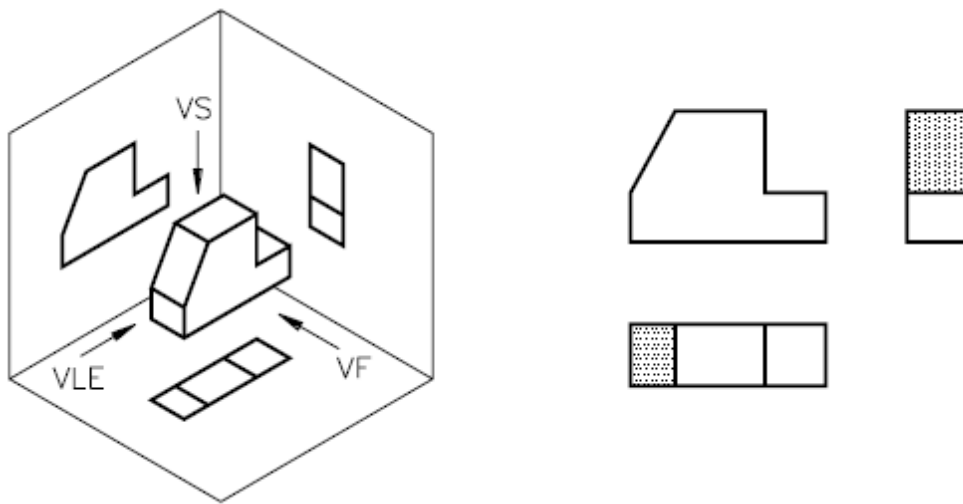
Essa etapa teve como objetivo estabelecer uma base conceitual sólida para a comunicação gráfica, destacando a importância da padronização do desenho técnico e da correta interpretação das vistas para evitar ambiguidades e erros de projeto. Os participantes foram orientados quanto à identificação de elementos geométricos, alinhamento entre vistas e representação de arestas visíveis e ocultas, aspectos fundamentais para a leitura técnica de desenhos.

Antes da introdução da modelagem digital, os conceitos de vistas ortogonais foram aplicados à análise e interpretação de desenhos técnicos, reforçando a compreensão da geometria das peças e de sua lógica construtiva. Essa progressão metodológica evidenciou que

o domínio do desenho técnico constitui etapa indispensável ao uso eficiente de *softwares* CAD. A Figura 9 apresenta exemplos de vistas ortogonais utilizados como referência ao longo do curso.

Dessa forma, a abordagem das vistas ortogonais desempenhou papel estruturante na metodologia adotada, preparando os participantes para as etapas subsequentes de modelagem em ambiente CAD e contribuindo para a formação técnica e acadêmica dos envolvidos.

**Figura 9 — Vistas ortográficas utilizadas como base para a modelagem 3D**



Fonte: SENAI (2013, s.p.).

### 3.3.3 Modelagem Geométrica em Ambiente CAD 3D no SolidWorks

Após a consolidação dos fundamentos do desenho técnico e das vistas ortogonais, o curso avançou para a etapa de modelagem geométrica tridimensional no ambiente CAD, utilizando o *software* SolidWorks. Essa transição foi conduzida de forma gradual, permitindo que os participantes compreendessem a relação direta entre a representação bidimensional e a geração de modelos tridimensionais, aspecto central no processo de projeto em Engenharia Mecânica.

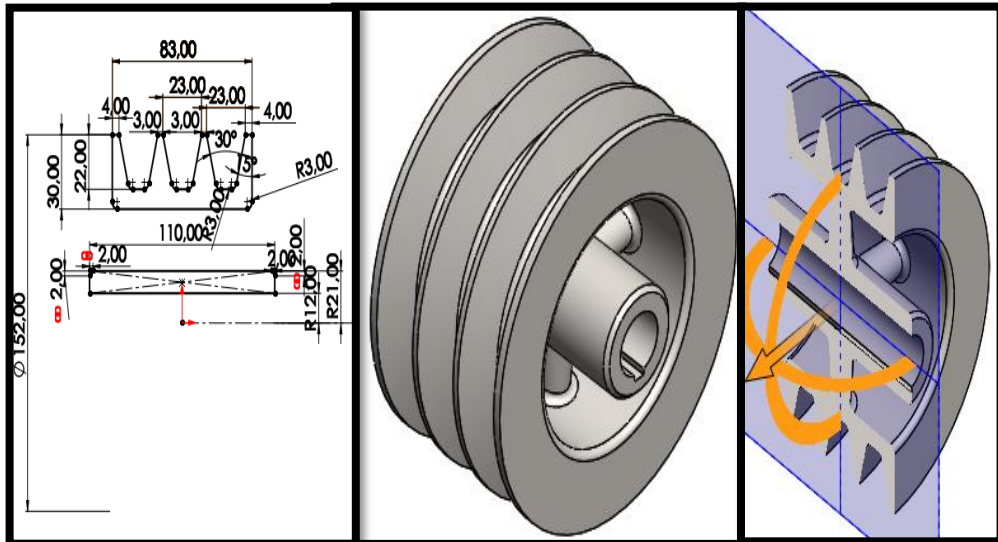
Inicialmente, foram abordados os fundamentos geométricos do sistema cartesiano bidimensional, por meio da criação de esboços (*sketches*) em planos de referência previamente definidos. Os participantes foram orientados quanto à utilização de entidades geométricas básicas, como linhas, arcos e circunferências, bem como à aplicação de cotas dimensionais e restrições geométricas, assegurando o correto controle da forma e das dimensões do modelo. Essa etapa enfatizou o conceito de modelagem paramétrica, destacando a importância da definição lógica das relações geométricas para facilitar alterações posteriores no projeto.

Na sequência, os esboços bidimensionais foram convertidos em sólidos tridimensionais por meio de operações como extrusão e revolução, estabelecendo a transição efetiva do ambiente 2D para o 3D. Essa abordagem permitiu aos participantes compreender como o modelo tridimensional é construído a partir de informações geométricas e dimensionais previamente definidas, reforçando a integração entre desenho técnico e modelagem digital.

Ao longo das atividades práticas, foram explorados recursos adicionais do software, como a criação de planos auxiliares, edição de esboços, visualização em diferentes perspectivas e análise básica da geometria gerada. Essas práticas contribuíram para o desenvolvimento do raciocínio espacial e para a familiarização com o ambiente de projeto adotado na indústria, conforme princípios amplamente difundidos na literatura técnica de CAD (DASSAULT SYSTEMES, 2020; SENAI, 2013).

A Figura 10 ilustra exemplos de modelos tridimensionais desenvolvidos durante o curso, evidenciando a aplicação dos conceitos de esboço, parametrização e geração de sólidos. Dessa forma, a etapa de modelagem geométrica em ambiente CAD 3D desempenhou papel fundamental na consolidação das competências técnicas dos participantes, preparando-os para etapas mais avançadas de projeto e para a utilização de ferramentas digitais no contexto profissional da Engenharia Mecânica.

**Figura 10 — Modelagem no SolidWorks com esboço 2D e extrusão para sólido 3D**



Fonte: Autoria própria (2026).

Essa abordagem metodológica permitiu que os alunos compreendessem o processo lógico de construção de peças mecânicas digitais, desenvolvendo o raciocínio espacial, a leitura de projetos e a familiaridade com ferramentas amplamente utilizadas na indústria.

### 3.3.4 Aplicação Prática e Certificação das Turmas Formadas

O curso foi conduzido por meio de aulas práticas orientadas por projetos, nas quais os participantes aplicaram, de forma progressiva, os conceitos aprendidos na modelagem de componentes mecânicos, como engrenagens, polias e sistemas de acoplamento. Essa abordagem metodológica possibilitou a consolidação do aprendizado por meio da prática, estimulando o raciocínio espacial, a leitura de desenhos técnicos e o uso adequado das ferramentas de modelagem tridimensional em ambiente CAD. As turmas foram realizadas tanto para o público interno da Universidade Federal do Pará quanto para alunos de escolas do ensino médio da região, mantendo o caráter itinerante do projeto e ampliando seu alcance educacional.

O processo de certificação constituiu uma etapa fundamental da metodologia adotada, representando o encerramento formal das atividades e o reconhecimento institucional das competências desenvolvidas pelos participantes ao longo do curso. A Figura 11 apresenta o registro da certificação da primeira turma do curso de SolidWorks ofertada no Campus Universitário de Tucuruí (UFPA/CAMTUC), evidenciando a consolidação da proposta metodológica e a integração dos conteúdos do curso com a formação acadêmica dos estudantes universitários.

**Figura 11 — 1ª turma do curso de SolidWorks ofertado na UFPA/CAMTUC (2023)**



Fonte: Autoria própria (2026).

A expansão das ações extensionistas para o ambiente escolar é ilustrada na Figura 12, que registra a certificação da turma ofertada à Escola de Ensino Médio Simão Jacinto. Essa edição reforçou o papel do projeto como instrumento de aproximação entre a universidade e a educação básica, proporcionando aos estudantes do ensino médio o primeiro contato com ferramentas de engenharia amplamente utilizadas na indústria.

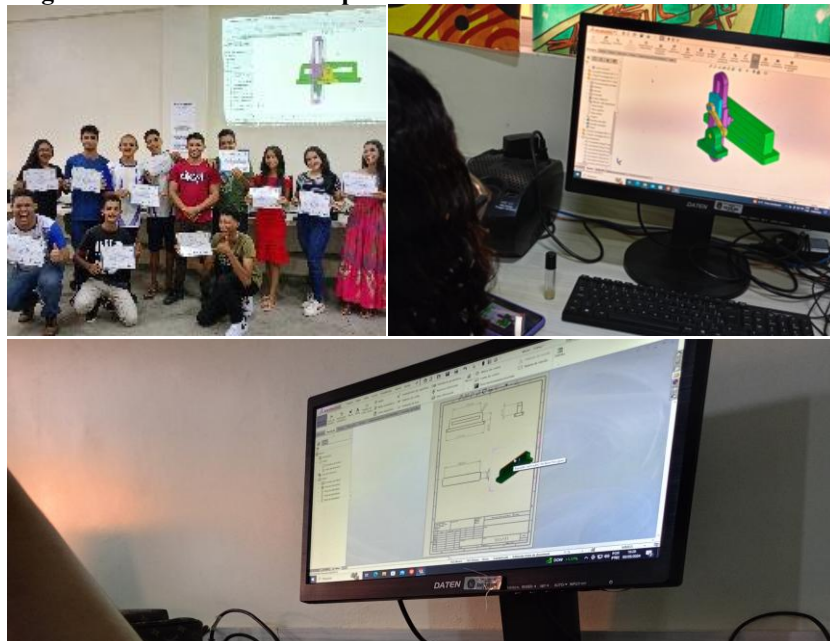
**Figura 12 — Turma ofertada para a Escola do Ensino Médio Simão Jacinto (2023)**



Fonte: Autoria própria (2026).

De forma complementar, a Figura 13 apresenta a certificação da turma realizada na Escola de Ensino Médio Ana Pontes, ampliando o alcance territorial do projeto e fortalecendo sua função social. A atuação em diferentes instituições de ensino evidencia a efetividade do modelo itinerante adotado, ao levar conhecimentos técnicos tradicionalmente restritos ao ambiente universitário para contextos educacionais diversos.

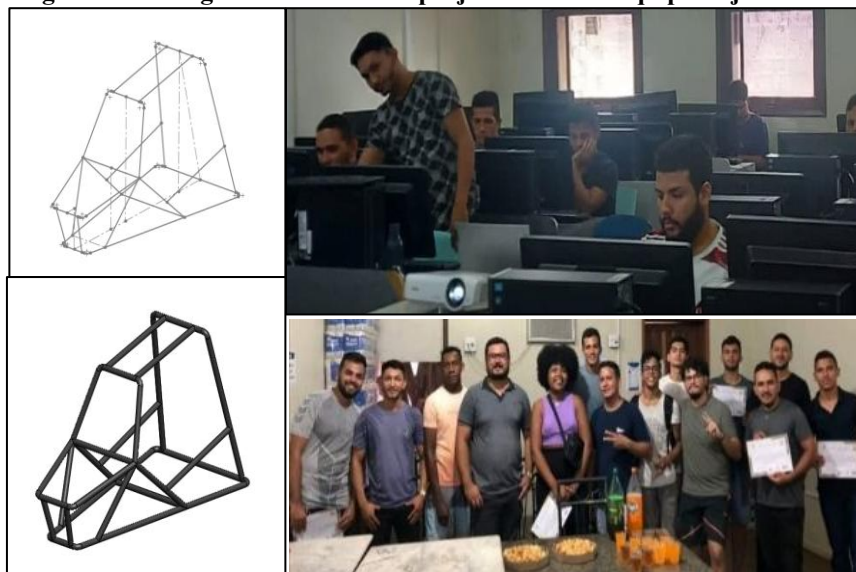
**Figura 13—Turma ofertada para a Escola do Ensino Médio Ana Pontes**



Fonte: Autoria própria (2026).

Como etapa final e de maior complexidade metodológica, o projeto contemplou uma turma específica direcionada à equipe Baja Tucuquí, iniciativa extensionista e competição acadêmica que demanda elevado nível de precisão e domínio em modelagem tridimensional. Nessa edição, foram exploradas técnicas avançadas, com ênfase no uso de esboços em ambiente tridimensional (*3D sketches*), aplicados ao desenvolvimento de geometrias complexas utilizadas em protótipos veiculares de competição, conforme apresentado na Figura 14.

**Figura 14 — Registro da turma do projeto voltada à equipe Baja Tucuquí**



Fonte: Autoria própria (2026).

A inclusão dessa turma reforçou a aplicabilidade do curso frente a demandas reais de Engenharia, caracterizadas por requisitos de precisão geométrica, integração funcional entre componentes mecânicos. A vivência proporcionada aos participantes aproximou o processo formativo das rotinas profissionais de concepção, análise e validação de sistemas mecânicos, evidenciando a relevância do domínio de ferramentas CAD no contexto industrial.

Nesse sentido, o curso possibilitou a aplicação prática dos conhecimentos adquiridos em situações que exigem coerência dimensional, compatibilidade entre peças e compreensão do funcionamento integrado de conjuntos mecânicos. Tal abordagem contribuiu para o desenvolvimento de competências técnicas associadas ao projeto assistido por computador, ao mesmo tempo em que estimulou o raciocínio crítico e a autonomia dos participantes na resolução de problemas de engenharia.

Dessa forma, o curso demonstrou capacidade de atender desde formações introdutórias até demandas técnicas de maior complexidade, consolidando-se como ação extensionista alinhada às práticas profissionais da Engenharia Mecânica e às exigências contemporâneas de desenvolvimento tecnológico.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os projetos de extensão desenvolvidos no Campus Universitário de Tucuruí da Universidade Federal do Pará (UFPA), no período de março de 2021 a junho de 2024, evidenciam resultados quantitativos e qualitativos relevantes, bem como impactos acadêmicos, sociais e vocacionais, consolidando o princípio da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão. As ações analisadas demonstram que a extensão universitária, quando estruturada de forma planejada e alinhada às demandas regionais, constitui instrumento efetivo de formação prática e de aproximação entre universidade e sociedade.

Para fins de análise quantitativa e de comparabilidade dos dados, a consolidação numérica apresentada neste capítulo considera o recorte temporal compreendido entre novembro de 2021 e junho de 2024, período no qual se dispõe de registros completos referentes às turmas ofertadas e às certificações realizadas. Esse recorte não compromete a análise global do projeto, mas assegura maior confiabilidade aos dados apresentados.

Ao longo do período analisado, os dois projetos totalizaram 10 turmas e 183 participantes certificados, abrangendo públicos internos da UFPA, estudantes do ensino médio e membros de comunidades externas da Região do Lago de Tucuruí. A Tabela 1 apresenta a consolidação do número de turmas e do quantitativo de participantes formados, distribuídos por localidade de realização das ações.

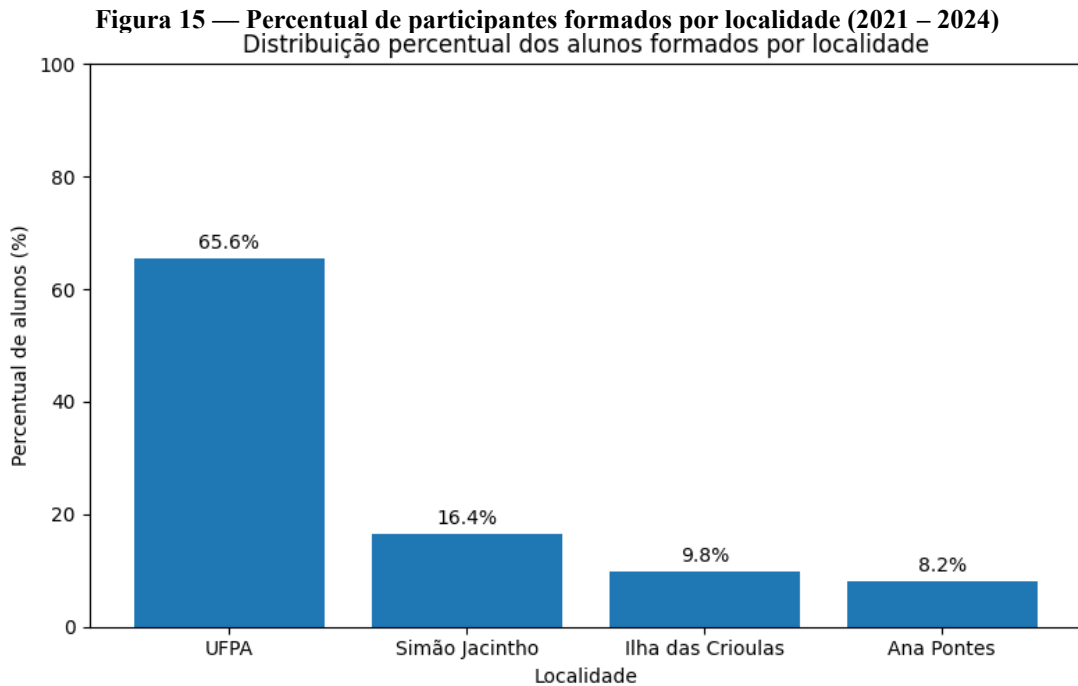
**Tabela 1 — Total de turmas e participantes formados por localidade (2021–2024)**

<b>Total Turmas x Localidades</b>		
LOCAL	TURMAS	QTD
UFPA	6	120
SIMÃO JACINTO	2	30
ANA PONTES	1	15
ILHA DAS CRIOULAS	1	18
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>	<b>183</b>

Fonte: Autoria própria (2026).

A análise da Tabela 1 evidencia que seis das dez turmas foram realizadas no campus da UFPA, concentrando 120 participantes, enquanto as demais ações ocorreram em escolas públicas e comunidades externas, totalizando 63 participantes. Esses dados indicam que, embora o campus universitário concentre a maior parte das formações, uma parcela significativa das ações extensionistas foi direcionada a territórios externos, em consonância com a proposta itinerante dos projetos.

A Figura 15 apresenta a distribuição percentual dos participantes formados por localidade, permitindo uma visualização mais clara da abrangência territorial das ações. Observa-se que 65,6% dos participantes foram formados em atividades realizadas no campus da UFPA, enquanto 34,4% correspondem a participantes atendidos em escolas públicas e comunidades externas, como Simão Jacinto, Ana Pontes e Ilha das Crioulas.



Fonte: Autoria própria (2026).

Do ponto de vista acadêmico, a concentração de ações no campus universitário evidencia o papel da UFPA como polo regional de formação técnica e tecnológica, beneficiando não apenas seus discentes, mas também participantes externos que se deslocaram até a universidade em busca de capacitação. A realização das atividades no ambiente universitário possibilitou melhor aproveitamento da infraestrutura disponível, como laboratórios, bancadas didáticas e recursos computacionais, especialmente relevantes para práticas de manutenção mecânica e modelagem em ambiente CAD.

Entretanto, a expressiva participação de públicos externos reforça que os projetos não se limitaram ao espaço físico da universidade. A execução de turmas em escolas públicas e comunidades ribeirinhas evidencia a efetiva implementação da metodologia itinerante e o compromisso com a democratização do acesso ao conhecimento técnico. Ainda que essas localidades apresentem percentuais menores em relação ao total de participantes, seu impacto qualitativo é significativo, sobretudo em contextos marcados por limitações históricas de acesso ao ensino superior e à formação técnica especializada.

#### 4.1 CURSO DE MANUTENÇÃO DE MOTORES A COMBUSTÃO

O Curso de Manutenção em Motores de Combustão Interna certificou 93 participantes no período compreendido entre 2021 e 2024, com apoio do Programa de Extensão PROEX/PIBEX, consolidando-se como uma ação extensionista contínua e institucionalmente fortalecida no âmbito do Campus Universitário de Tucuruí. Esse quantitativo representa avanço expressivo quando comparado às edições anteriores do projeto, realizadas em 2017 e 2019, que totalizaram 44 participantes certificados (28 em 2017 e 16 em 2019). Em termos comparativos, o ciclo analisado apresentou crescimento superior a 111% no número de formados, evidenciando a ampliação do alcance, a maturidade metodológica e a consolidação do curso como referência regional em capacitação técnica na área de manutenção mecânica.

Cabe ressaltar que esse desempenho foi alcançado em um contexto adverso. Embora aprovado em 2021, o projeto teve seu início efetivo postergado para o final do segundo semestre daquele ano em razão das restrições sanitárias impostas pela pandemia da COVID-19. Esse cenário reduziu a janela operacional para a oferta de turmas e limitou a expansão inicialmente prevista para determinadas localidades. Ainda assim, os resultados obtidos demonstram elevada capacidade de adaptação e resiliência metodológica da equipe executora, indicando que, em condições de execução plena e contínua, o potencial de alcance e impacto do curso poderia ser ainda mais significativo.

A Tabela 2 apresenta a distribuição das turmas formadas no Curso de Manutenção em Motores, evidenciando a realização de edições tanto no campus universitário quanto em escolas e comunidades externas da Região do Lago de Tucuruí. Observa-se que, das cinco turmas ofertadas no período analisado, três ocorreram nas dependências da UFPA, concentrando 55 participantes, enquanto duas foram realizadas em territórios externos, Simão Jacinto e Comunidade Ilha das Crioulas, totalizando 38 participantes.

**Tabela 2 — Distribuição das turmas formadas no Curso de Manutenção em Motores**  
Quantidade de alunos x turmas

LOCAL	TURMAS	QTD
UFPA	3	55
SIMÃO JACINTO	1	20
ILHA DAS CRIOULAS	1	18
TOTAL	5	93

Fonte: Autoria própria (2025).

Essa distribuição reforça o papel do campus como polo formador, sem descaracterizar o caráter itinerante e descentralizado das ações extensionistas.

No âmbito social, destaca-se a inclusão da Comunidade Ilha das Crioulas, onde o curso levou qualificação técnica diretamente a um público com elevada demanda por manutenção de motores de embarcações. Essa atuação reforça a função social da universidade pública ao interiorizar conhecimentos técnicos e responder a demandas concretas do território. Para os participantes desse contexto ribeirinho, o curso representou aquisição de competências aplicadas ao cotidiano de trabalho, com potencial de reduzir dependência de serviços externos, melhorar condições operacionais e ampliar alternativas de geração de renda, aspectos particularmente relevantes em economias locais com menor acesso a assistência técnica especializada.

No contexto acadêmico, o curso exerceu papel estratégico para estudantes dos anos iniciais da Engenharia Mecânica da UFPA ao proporcionar contato prático inicial com motores de combustão interna. Essa aproximação contribuiu para reduzir a distância entre conteúdos básicos e aplicações reais da engenharia, fortalecendo a identidade profissional e ampliando o engajamento com o curso. Como consequência indireta, essa vivência configura-se como mecanismo de apoio à permanência estudantil, com potencial de contribuir para a mitigação de evasão nos primeiros semestres.

Outro aspecto relevante refere-se à evolução da infraestrutura didática do laboratório, impulsionada pelo crescimento e consolidação do projeto ao longo dos anos. Atualmente, o laboratório conta com maior número de bancadas didáticas e motores de estudo, viabilizados por meio de parcerias institucionais e apoio locais. A ampliação desses recursos permitiu diversificar as práticas desenvolvidas, melhorar a relação aluno–equipamento e elevar a qualidade do processo formativo. Esse fortalecimento estrutural evidencia que o projeto extrapolou o caráter pontual de capacitação, passando a contribuir de forma permanente para a melhoria das condições de ensino, pesquisa aplicada e extensão no campus.

Dessa forma, o Curso de Manutenção em Motores de Combustão consolidou-se como ação extensionista madura, com impactos acadêmicos, sociais e institucionais consistentes. A ampliação do número de participantes formados, a interiorização das ações, o fortalecimento da infraestrutura laboratorial e a continuidade do projeto ao longo dos anos demonstram sua relevância como instrumento de formação qualificada em Engenharia Mecânica e de promoção do desenvolvimento regional, alinhado às demandas do território e às diretrizes contemporâneas da educação em Engenharia.

## 4.2 CURSO DE DESENHO MECÂNICO UTILIZANDO O SOLIDWORKS

O Curso de Desenho Mecânico utilizando o *software* SolidWorks certificou 90 participantes no período analisado, conforme apresentado na Tabela 3. O projeto foi orientado ao desenvolvimento de competências técnicas associadas à modelagem tridimensional, à leitura e interpretação de desenhos técnicos e ao uso de ferramentas CAD amplamente adotadas na indústria, alinhando-se às exigências contemporâneas da Engenharia Mecânica.

**Tabela 3 — Distribuição das turmas formadas no Curso de SolidWorks**

Quantidade de alunos x turmas

LOCAL	TURMAS	QTD
UFPA	3	65
SIMÃO JACINTO	1	10
ILHA DAS CRIOULAS	1	15
TOTAL	5	90

Fonte: Autoria própria (2026).

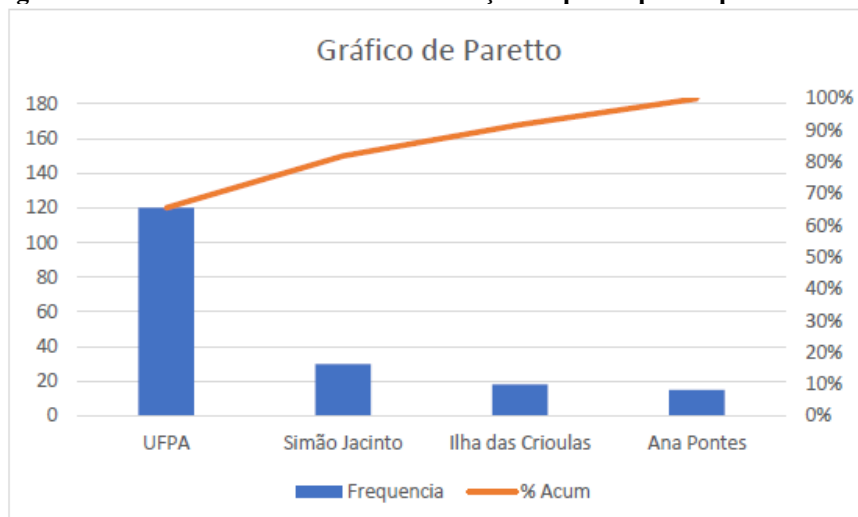
A distribuição dos participantes evidencia duas frentes complementares. No público interno da UFPA, foram certificados 65 estudantes, que utilizaram o curso como complemento prático à formação acadêmica. Nesse grupo, destaca-se o atendimento à equipe Baja Tucuruí, cuja participação demandou conhecimentos de modelagem mais avançados, aplicados ao desenvolvimento de protótipos veiculares de competição. Esse resultado reforça o curso como suporte direto a projetos tecnológicos reais, integrando extensão, ensino e desenvolvimento aplicado. No público externo, 25 estudantes do ensino médio das escolas Simão Jacinto e Ana Pontes tiveram contato inicial com ferramentas de engenharia, contribuindo para orientação vocacional, democratização do acesso ao conhecimento tecnológico e estímulo à continuidade dos estudos em áreas das ciências exatas e engenharias.

A Figura 16 apresenta a análise de Pareto da distribuição de participantes por localidade. Observa-se que, embora seis das dez turmas tenham sido realizadas nas dependências da UFPA, o campus atuou como polo regional de atração ao receber participantes externos interessados na formação técnica oferecida pelos projetos.

A utilização do Gráfico de Pareto permite evidenciar que a maior concentração de participantes está associada às ações realizadas no campus universitário, sem que isso represente limitação da proposta itinerante. Pelo contrário, o comportamento da curva acumulada indica que a UFPA concentrou a maior parcela dos formados por atuar como polo regional de referência, enquanto as ações em escolas e comunidades externas, embora numericamente menores, apresentam elevado impacto qualitativo. Essa leitura reforça que a

efetividade dos projetos não deve ser avaliada apenas pelo volume de participantes, mas também pelo alcance territorial, pelo perfil do público atendido e pela capacidade de induzir trajetórias formativas em contextos historicamente afastados do ensino superior.

**Figura 16 — Gráfico de Pareto da distribuição de participantes por localidade**



Fonte: Autoria própria (2026).

Esse padrão indica que o impacto dos projetos não se limitou às ações fora do campus. Além da itinerância, a UFPA consolidou-se como centro irradiador de capacitação técnica para a região, combinando oferta interna e capacidade de mobilização de públicos externos em torno de formações aplicadas.

De modo integrado, os resultados dos dois projetos evidenciam contribuição simultânea em dimensões acadêmicas, sociais e estratégicas. No âmbito acadêmico, as ações fortaleceram a formação prática, sobretudo nos anos iniciais da graduação, ao aproximar os discentes de atividades típicas da Engenharia Mecânica e favorecer o desenvolvimento de competências técnicas demandadas pelo mercado. No âmbito social, a atuação itinerante ampliou o acesso a conteúdo tradicionalmente restritos ao ambiente universitário, alcançando escolas públicas e comunidades historicamente afastadas do ensino superior.

Como indicativo concreto de efetividade vocacional, observou-se captação direta de estudantes para a universidade: um aluno da Escola Simão Jacinto ingressou no curso de Engenharia Mecânica da UFPA em 2023, motivado pelo Curso de Manutenção em Motores; e uma aluna da Escola Ana Pontes ingressou no curso de Engenharia Civil em 2025, incentivada pelo Curso de SolidWorks. Esses casos reforçam que os projetos, além de qualificar tecnicamente, funcionaram como porta de entrada para trajetórias acadêmicas em áreas tecnológicas, em consonância com a missão social da universidade pública e com o princípio da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão.

## 5 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como propósito analisar a contribuição de dois projetos de extensão, o Curso de Manutenção em Motores de Combustão Interna e o Curso de Desenho Mecânico utilizando o software SolidWorks, para a formação técnica, acadêmica e vocacional de seus participantes, bem como para o fortalecimento da relação entre a Universidade Federal do Pará e a comunidade da Região do Lago de Tucuruí. À luz dos resultados obtidos, conclui-se que os objetivos estabelecidos foram atingidos, uma vez que as ações extensionistas promoveram formação aplicada, ampliação do acesso a conhecimentos tecnológicos e integração efetiva entre universidade e sociedade.

Os achados reforçam que a extensão universitária, quando planejada de forma estruturada e alinhada às Diretrizes Curriculares Nacionais dos cursos de Engenharia, constitui instrumento consistente de integração entre ensino, pesquisa e demandas sociais. A metodologia adotada, fundamentada na aprendizagem ativa e no caráter itinerante, possibilitou a aplicação prática de conhecimentos da Engenharia Mecânica em diferentes contextos formativos, articulando conteúdos técnicos, experiências de campo e situações reais de aprendizagem, tanto no campus universitário quanto em escolas e comunidades externas.

No âmbito acadêmico, os projetos desempenharam papel relevante na formação dos estudantes da UFPA, especialmente nos anos iniciais do curso de Engenharia Mecânica. O contato precoce com práticas de manutenção mecânica e com ferramentas de modelagem tridimensional contribuiu para aproximar conteúdos introdutórios da realidade profissional, fortalecendo a identidade do discente com o curso, desenvolvendo competências técnicas essenciais e ampliando o engajamento acadêmico. Além disso, o curso de SolidWorks evidenciou capacidade de atender demandas de maior complexidade, ao oferecer suporte formativo a aplicações reais de projeto, como aquelas associadas à equipe Baja Tucuruí, o que demonstra aderência às exigências contemporâneas de desenvolvimento tecnológico, integração de sistemas e precisão geométrica em ambiente CAD.

Sob a perspectiva social, as ações extensionistas cumpriram de forma efetiva a função social da universidade pública ao democratizar o acesso ao conhecimento técnico e alcançar públicos com limitações históricas de acesso ao ensino superior. A inclusão de localidades como a Comunidade Ilha das Crioulas reforçou o caráter itinerante e a orientação territorial dos projetos, ao levar qualificação diretamente a contextos com alta demanda por manutenção de motores de embarcações e menor disponibilidade de assistência técnica especializada. Nesses cenários, a formação ofertada tende a repercutir na melhoria das condições de trabalho, no

aumento da autonomia operacional e na ampliação de possibilidades de geração de renda, contribuindo para o desenvolvimento regional em escala local.

Outro resultado relevante refere-se ao impacto vocacional das ações desenvolvidas. A aproximação de estudantes do ensino médio com práticas e ferramentas próprias da Engenharia Mecânica mostrou-se elemento motivador para a continuidade dos estudos em áreas tecnológicas, evidenciando a extensão como estratégia concreta de orientação profissional e atração de talentos. Esse efeito ultrapassa o caráter pontual da certificação, pois indica que a experiência extensionista pode operar como ponte entre educação básica, universidade e mercado, favorecendo trajetórias formativas de longo prazo.

Apesar dos resultados positivos, a execução dos projetos enfrentou limitações, especialmente em decorrência da pandemia da COVID-19, que impactou o cronograma de execução e restringiu a oferta de turmas em determinados períodos. Ainda assim, o desempenho alcançado sugere que o potencial de expansão permanece significativo, sobretudo em cenários de execução contínua, com maior estabilidade operacional e apoio institucional para ampliação da itinerância, aquisição de recursos didáticos e fortalecimento de parcerias locais.

Diante disso, recomenda-se a manutenção e ampliação das ações extensionistas analisadas, com incentivo institucional contínuo, fortalecimento de parcerias com escolas públicas, órgãos municipais e instituições locais, além de maior integração com iniciativas de pesquisa aplicada e inovação tecnológica. Sugere-se, também, a replicação do modelo metodológico adotado para outras áreas da Engenharia e para diferentes localidades, preservando o caráter itinerante e a lógica de aprendizagem ativa como elementos estruturantes.

Por fim, conclui-se que os projetos desenvolvidos no Campus Universitário de Tucuruí demonstram que a extensão universitária, quando articulada estrategicamente à realidade local e às diretrizes formativas da Engenharia, constitui instrumento efetivo de formação profissional, inclusão educacional e desenvolvimento regional, reafirmando o papel social da universidade pública e sua contribuição para a transformação da sociedade.

## REFERÊNCIAS

- ABENGE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA. **A formação do engenheiro frente aos desafios contemporâneos**. Brasília: ABENGE, 2022.
- BOSCH. **Manual de tecnologia automotiva**. São Paulo: Blucher, 2019.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, 1988. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em: 19 fev. 2026.
- BRASIL. CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. CÂMARA DE EDUCAÇÃO SUPERIOR. **Resolução CNE/CES nº 2, de 24 de abril de 2019**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 26 abr. 2019. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolucao-n-2-de-24-de-abril-de-2019-85344528>. Acesso em: 19 fev. 2026.
- BRUNETTI, Franco. **Motores de combustão interna**. São Paulo: Blucher, 2012.
- CHAVES, A. A.; SILVA, J. R. **Manutenção mecânica industrial**. São Paulo: Érica, 2018.
- CNI – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Escassez de mão de obra qualificada no Brasil: desafios e perspectivas**. Brasília: CNI, 2021.
- DASSAULT SYSTÈMES. **SolidWorks Education Edition: fundamentos de modelagem e projeto mecânico**. Waltham: Dassault Systèmes, 2020.
- FERNANDES, Y. D.; SIQUEIRA, G. D. P. **Extensão universitária e formação profissional**. *International Journal of Professional Business Review*, Miami, v. 9, n. 1, p. 1–11, 2024.
- FORPROEX – FÓRUM DE PRÓ-REITORES DE EXTENSÃO DAS INSTITUIÇÕES PÚBLICAS DE EDUCAÇÃO SUPERIOR BRASILEIRAS. **Política Nacional de Extensão Universitária**. Brasília: FORPROEX, 2023.
- GUILHERME, Antônio Garcia Lima. **Motores de combustão interna**. Blog do Professor Antônio Guilherme, 2019. Disponível em: <https://www.antonioguilherme.web.br.com/Arquivos/motores.php>. Acesso em: 19 fev. 2026.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). **Censo da Educação Superior 2022**. Brasília: INEP, 2022.
- JOVINO TRANSDUTORES AUTOMOTIVOS. **Motores de combustão interna – ciclo Otto**. 2024. Disponível em: <https://www.jovinotransdutoresautomotivo.com/post/motores-de-combust%C3%A3o-interna-ciclo-otto>. Acesso em: 1 mar. 2026.
- LIMA, J. R.; COSTA, M. A.; PEREIRA, L. S. **Extensão universitária e formação em Engenharia**. *Revista de Ensino de Engenharia*, Brasília, v. 42, n. 1, p. 1–15, 2023.
- OLIVEIRA, R. S.; MENDES, F. C.; ALMEIDA, P. H. **Metodologias ativas no ensino de Engenharia**. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, Curitiba, v. 14, n. 3, p. 45–62, 2021.

SANTOS, E. L.; FERREIRA, D. A.; SOUZA, M. R. **Ensino de desenho técnico e modelagem 3D**. *Revista Educação Tecnológica*, São Paulo, v. 26, n. 2, p. 88–104, 2021.

SCHEIDEMANTEL, S. E.; KLEIN, R.; TEIXEIRA, L. F. **Extensão universitária e desenvolvimento regional**. *Revista Brasileira de Extensão Universitária*, Chapecó, v. 9, n. 1, p. 1–12, 2018.

SENAI – SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL. **Desenho técnico**. [S. l.]: SENAI, s.d.

SENAI – SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL. **Motores de combustão interna**. [S. l.]: SENAI, 2016.

SILVA, A. P.; ROCHA, C. M.; BARBOSA, L. T. **Extensão universitária e permanência estudantil**. *Educação & Sociedade*, Campinas, v. 45, e024001, 2024.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ. **Anuário estatístico 2024: ano-base 2023**. Belém: Pró-Reitoria de Planejamento e Desenvolvimento Institucional, 2024. Disponível em: [https://www.anuario.ufpa.br/images/anuarios/Anuario2024\\_AB2023.pdf](https://www.anuario.ufpa.br/images/anuarios/Anuario2024_AB2023.pdf). Acesso em: 19 fev. 2026.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ. CONSELHO SUPERIOR DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO. **Resolução nº 3.298, de 2005**. Dispõe sobre a Política de Extensão da UFPA. Belém: UFPA, 2005. Disponível em: <https://www.ufpa.br/consepe>. Acesso em: 19 fev. 2026.