

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS NO DESENVOLVIMENTO ESTRUTURAL DE UM CHASSI PARA KART INDOOR

Luís Filipe Rocha da Silva¹

Wilton Rogério Rozário²

João Henrique Brandenburger Hoppe³

Resumo

Este trabalho apresenta a aplicação da Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) no ensino de Engenharia Mecânica, utilizando o desenvolvimento estrutural de um chassi para kart indoor como estudo de caso. O objetivo foi avaliar a contribuição da ABP na integração entre conhecimentos teóricos e práticos por meio de um projeto real. A metodologia baseou-se no desenvolvimento de um projeto estrutural, envolvendo engenharia reversa, levantamento dimensional, seleção de materiais, análises simplificadas de esforços e construção de um protótipo físico, considerando normas técnicas aplicáveis. Os resultados técnicos indicaram desempenho estrutural satisfatório, com tensões inferiores ao limite de escoamento do material e fator de segurança adequado às condições de operação previstas. Do ponto de vista educacional, a ABP favoreceu a consolidação de conteúdos e o desenvolvimento da autonomia e da capacidade de resolução de problemas. Conclui-se que a ABP é uma estratégia pedagógica eficaz no ensino de Engenharia Mecânica.

Palavras-chave: Aprendizagem Baseada em Projetos; Ensino de Engenharia; Chassi tubular; Kart indoor; Metodologias ativas.

Abstract

This study presents the application of Project-Based Learning (PBL) in Mechanical Engineering education, using the structural development of an indoor kart chassis as a case study. The objective was to evaluate the contribution of PBL to the integration of theoretical and practical knowledge through a real engineering project. The methodology was based on the development of a structural project, including reverse engineering, dimensional analysis, material selection, simplified stress analysis, and the construction of a physical prototype, considering applicable technical standards. The technical results indicated satisfactory structural performance, with stresses below the material yield limit and an adequate safety factor for the expected operating conditions. From an educational perspective, PBL promoted content consolidation and the development of autonomy and problem-solving skills. It is concluded that Project-Based Learning is an effective pedagogical strategy in Mechanical Engineering education.

¹ Discente do Curso de Engenharia Mecânica do UGB-FERP.

² Mestre em Engenharia Metalúrgica (UFF), docente do UGB-FERP.

³ Especialista em Gestão e Docência do Ensino Superior (UGB/FERP), docente do UGB-FERP.

Keywords: Project-Based Learning; Engineering Education; Tubular chassis; Indoor kart; Active learning.

1 Introdução

A formação em Engenharia Mecânica exige a integração entre conhecimentos teóricos e práticos, a fim de preparar o estudante para a resolução de problemas reais da atuação profissional. Entretanto, o ensino tradicional, baseado predominantemente em aulas expositivas, nem sempre favorece a aplicação efetiva dos conteúdos, especialmente em disciplinas como resistência dos materiais, elementos de máquinas e projeto mecânico.

Nesse contexto, as metodologias ativas de ensino-aprendizagem destacam-se por estimular o protagonismo discente. Entre elas, a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) fundamenta-se no desenvolvimento de projetos reais e contextualizados, nos quais o estudante participa ativamente da elaboração e da execução de soluções técnicas.

Este trabalho apresenta a aplicação da Aprendizagem Baseada em Projetos no desenvolvimento estrutural de um chassi para kart indoor, adotado como objeto didático por permitir a aplicação integrada de conceitos de mecânica dos sólidos, dinâmica veicular, seleção de materiais, processos de fabricação e normas técnicas.

Dessa forma, evidencia-se o potencial da ABP como estratégia pedagógica no ensino de engenharia, demonstrando que o desenvolvimento de um projeto estrutural contribui para uma formação crítica e alinhada às demandas contemporâneas da prática profissional.

2 Fundamentação teórica

2.1 *Aprendizagem Baseada em Projetos no ensino de Engenharia*

Conforme Alcântara, Dias e Hoppe (2018), A Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) é uma metodologia ativa que propõe a construção do conhecimento a

partir do desenvolvimento de projetos reais, contextualizados e orientados à solução de problemas. Diferentemente do ensino tradicional, no qual o estudante assume papel predominantemente passivo, a ABP estimula o protagonismo discente, a investigação autônoma e a integração entre teoria e prática.

No ensino de Engenharia, essa abordagem mostra-se especialmente eficaz, uma vez que aproxima o ambiente acadêmico das situações enfrentadas na prática profissional. Ao trabalhar com problemas reais, o estudante é levado a aplicar conceitos teóricos, interpretar normas técnicas, tomar decisões de projeto e avaliar consequências técnicas e econômicas, desenvolvendo competências essenciais à atuação do engenheiro.

Nesse contexto, a ABP contribui não apenas para a assimilação de conteúdos técnicos, mas também para o desenvolvimento de habilidades transversais, como planejamento, organização, pensamento crítico e capacidade de resolução de problemas complexos. Sua aplicação no ensino de Engenharia Mecânica representa uma alternativa pedagógica alinhada às demandas contemporâneas da formação profissional.

2.2 *Estrutura e chassi tubular*

A escolha da estrutura tubular como base para o chassi deste projeto fundamenta-se nas particularidades funcionais do kartismo. Diferente de veículos com suspensão convencional, o veículo utiliza o próprio chassi como elemento de flexibilidade controlada, permitindo que a estrutura absorva parte das cargas dinâmicas durante manobras em curva. Rennie (1998) descreve que os chassis de kart são projetados com geometria periférica contínua, sem triangulações excessivas, justamente para que funcionem como uma “mola torcional”, combinando rigidez longitudinal com capacidade de deformação transversal.

2.3 Dimensionamento estrutural e resistência dos materiais

O dimensionamento estrutural do chassi foi fundamentado nos princípios da Mecânica dos Sólidos e da Resistência dos Materiais (Hibbeler, 2011), considerando

hipóteses simplificadoras compatíveis com um projeto preliminar. A estrutura tubular foi tratada como um conjunto de barras submetidas a solicitações predominantes em karts indoor, como flexão e torção, em situações típicas de operação (curvas e frenagem).

2.4 Normas técnicas e segurança

A Confederação Brasileira de Automobilismo (CBA) e a Fórmula SAE (Society of Automotive Engineers) definem regulamentos para a homologação de karts, abrangendo estrutura, sistema de freios, proteção do piloto e integridade do veículo. Seguir essas normas garante que o projeto seja seguro, confiável e adequado para testes e competições.

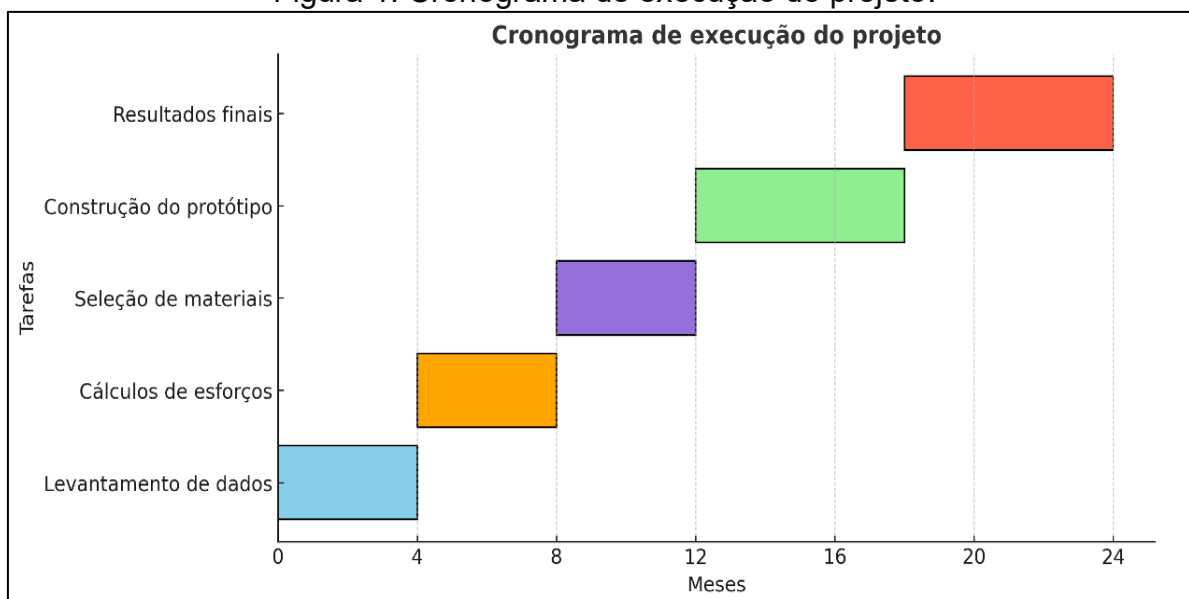
3 Metodologia

3.1 Aplicação da ABP no desenvolvimento do chassi de kart indoor e chassi tubular

O desenvolvimento estrutural do chassi do kart indoor foi conduzido de forma integrada ao processo pedagógico, utilizando conceitos fundamentais da Engenharia Mecânica para orientar as decisões de projeto.

No caso em questão, a iniciativa parte de um projeto concreto, envolvendo aspectos estruturais, funcionais e operacionais de um kart, e busca aplicar conteúdos na prática por meio do plano de ação ilustrado na Figura 1.

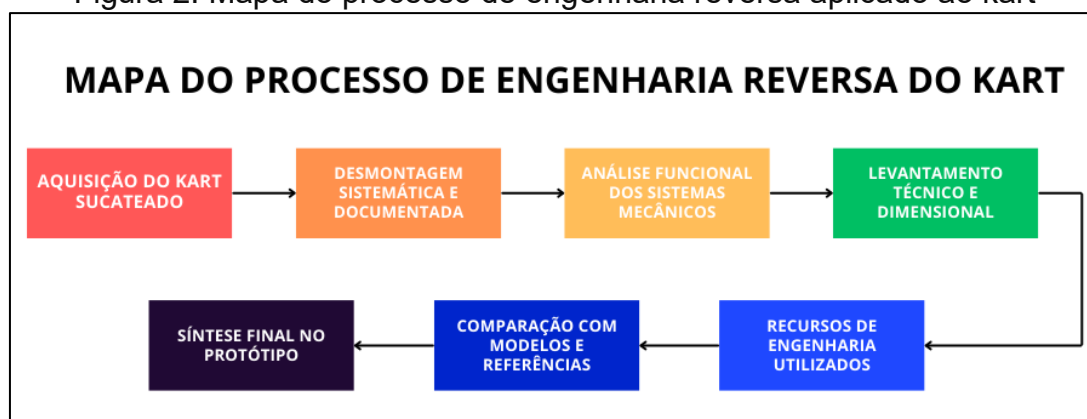
Figura 1. Cronograma de execução do projeto.



Fonte: Autoral

O ponto de partida consistiu na engenharia reversa de um kart sucateado, adquirida especificamente para fins acadêmicos. Essa etapa permitiu ao discente analisar a estrutura existente, compreender sua lógica construtiva e realizar o levantamento dimensional do chassi. A Figura 2 apresenta o mapa de engenharia reversa do kart aplicada.

Figura 2. Mapa do processo de engenharia reversa aplicado ao kart



Fonte: Autoral

A partir dessa análise, foram estabelecidos parâmetros iniciais de projeto, considerando referências normativas da Confederação Brasileira de Automobilismo (CBA) e da Fórmula SAE.

Ao longo do desenvolvimento do projeto, conteúdos de diferentes disciplinas foram integrados de forma prática, incluindo resistência dos materiais, propriedades dos materiais, dinâmica veicular, processos de fabricação, metrologia e soldagem. As decisões de projeto, como a escolha do material estrutural, definição da geometria e análise dos esforços atuantes, foram fundamentadas em conceitos teóricos previamente estudados, reforçando a aprendizagem significativa.

O processo envolveu ainda etapas de planejamento, execução e avaliação, características centrais da ABP. A construção do protótipo físico do chassi possibilitou a validação prática das decisões adotadas, além de estimular a autonomia do discente na resolução de problemas técnicos e na adaptação do projeto às limitações reais de materiais, ferramentas e custos.

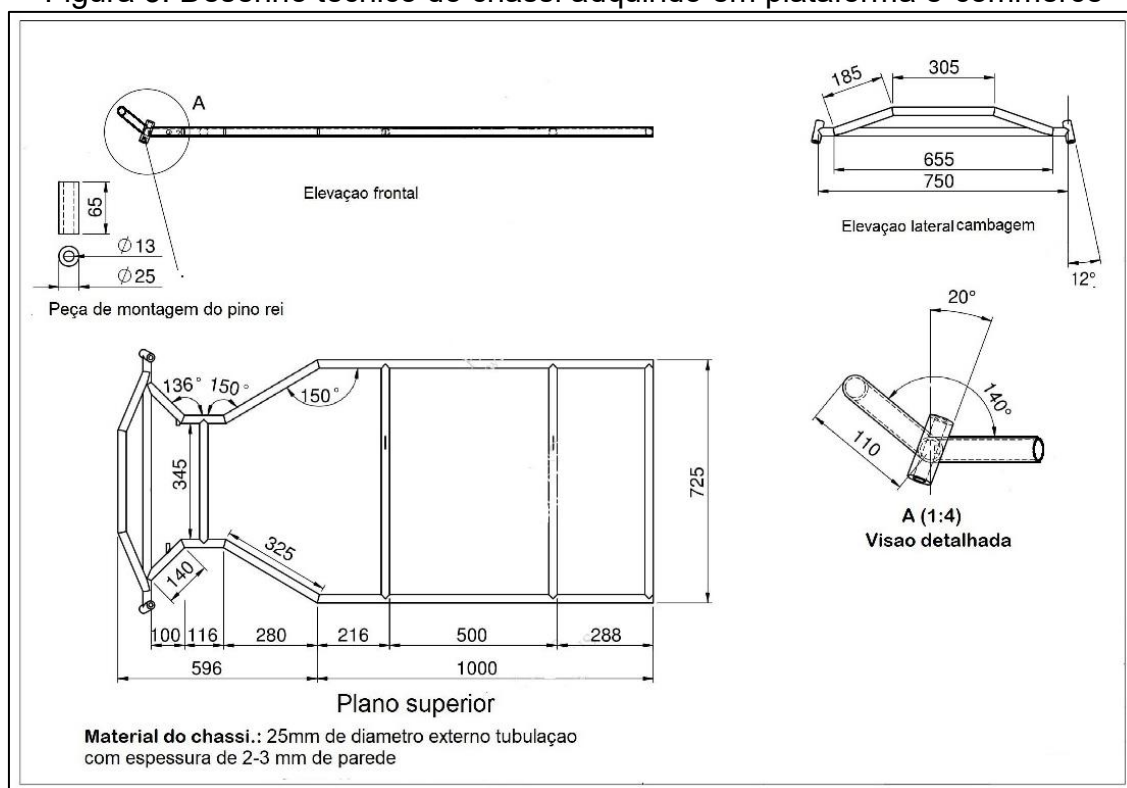
O desenvolvimento do chassi de kart indoor configurou-se como uma experiência pedagógica completa, na qual o projeto não foi apenas um produto final, mas um meio para a consolidação de conhecimentos técnicos e para o desenvolvimento de competências essenciais à formação do engenheiro mecânico.

3.2 Síntese do desenvolvimento estrutural do chassi

O desenvolvimento estrutural do chassi do kart indoor foi conduzido de forma integrada ao processo pedagógico, utilizando conceitos fundamentais da Engenharia Mecânica para orientar as decisões de projeto. O chassi adotado possui configuração tubular, solução amplamente empregada no kartismo devido à sua simplicidade construtiva, boa relação entre rigidez e flexibilidade e facilidade de fabricação e manutenção.

A geometria do chassi foi definida a partir de um levantamento dimensional inicial, tomando como referência projetos comerciais e modelos reais, a partir do desenho técnico (Figura 3) que apresenta o chassi do kart. Além das normas técnicas aplicáveis, como as diretrizes da Confederação Brasileira de Automobilismo (CBA) e da Fórmula SAE. Ajustes dimensionais foram realizados ao longo da construção do protótipo, considerando a disponibilidade de materiais e limitações práticas, sem comprometer a integridade estrutural ou a conformidade normativa.

Figura 3. Desenho técnico do chassi adquirido em plataforma e-commerce



Fonte: Plataforma de e-commerce

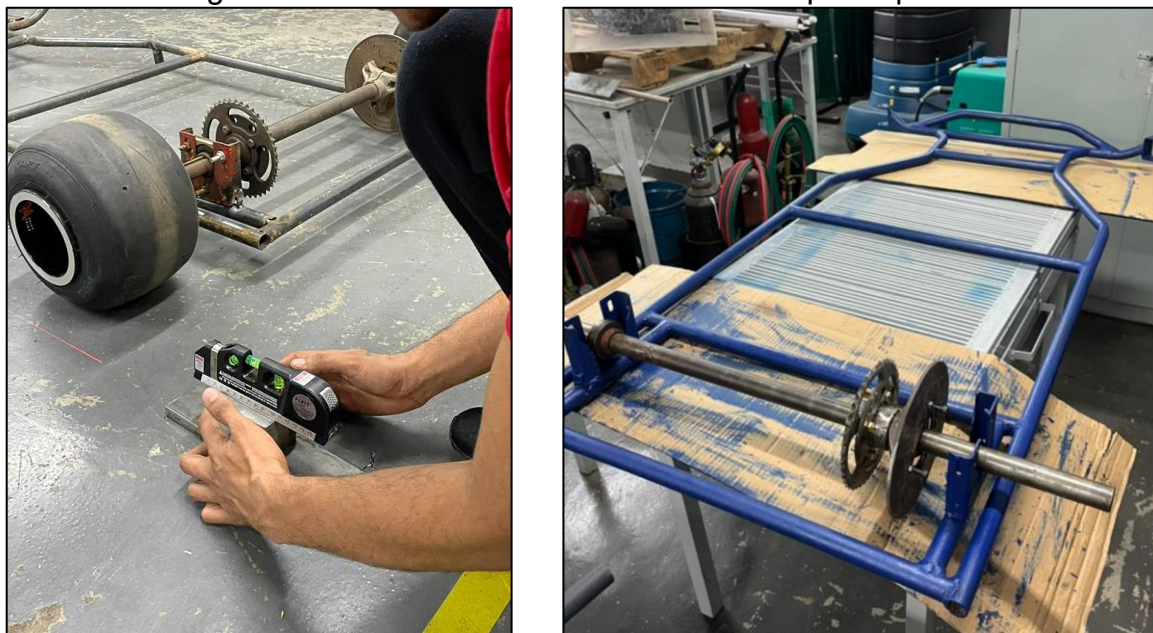
Quanto à seleção de materiais, optou-se pelo aço carbono SAE 1020, em função de sua adequada resistência mecânica, excelente soldabilidade e viabilidade econômica, características compatíveis com projetos acadêmicos e protótipos funcionais. A estrutura foi construída com tubos circulares de aço, cujas dimensões atenderam aos requisitos mínimos estabelecidos pelas normas técnicas adotadas como referência.

A análise dos esforços atuantes no chassi considerou situações típicas de operação do kart indoor, como curvas e frenagens. Foram aplicados conceitos de resistência dos materiais para estimar tensões de flexão e torção em seções críticas da estrutura, adotando hipóteses simplificadoras compatíveis com um estudo preliminar. Essas análises permitiram avaliar o comportamento estrutural do chassi e verificar sua capacidade de suportar as solicitações previstas em condições normais de uso.

A etapa de construção do protótipo, evidenciada na Figura 4, envolveu processos de conformação, corte e soldagem dos tubos estruturais, realizados com ferramentas convencionais de oficina mecânica. A execução prática possibilitou a

validação das decisões de projeto, além de evidenciar a importância do controle dimensional, do alinhamento estrutural e da qualidade das juntas soldadas para a integridade do conjunto.

Figura 4. Alinhamento de rodas do chassi e protótipo finalizado.



Fonte: Arquivo do autor.

Dessa forma, o desenvolvimento estrutural do chassi não se limitou à obtenção de um produto final, mas constituiu um processo de aprendizado aplicado, no qual conceitos teóricos foram continuamente confrontados com a realidade construtiva, reforçando a integração entre teoria e prática proposta pela Aprendizagem Baseada em Projetos.

3.3 Resultados técnicos e educacionais

Os resultados técnicos obtidos a partir do desenvolvimento estrutural do chassi indicaram desempenho satisfatório para as condições de operação previstas. As análises simplificadas de flexão e torção, realizadas com base em hipóteses conservadoras, apontaram tensões equivalentes inferiores ao limite de escoamento do aço SAE 1020, resultando em fator de segurança aproximado de 2,4. Esse valor indica que a estrutura apresenta capacidade adequada para suportar as solicitações

típicas de uso do kart indoor, atendendo aos requisitos normativos considerados no projeto.

Além da validação estrutural, o projeto permitiu verificar a conformidade dimensional e construtiva do chassi em relação às normas da Confederação Brasileira de Automobilismo e da Fórmula SAE, demonstrando que o protótipo desenvolvido é compatível com padrões técnicos adotados em aplicações reais. A construção do protótipo físico possibilitou ainda a identificação de ajustes necessários durante o processo, reforçando a importância da análise crítica e da tomada de decisão fundamentada em critérios técnicos.

Sob o ponto de vista educacional, a aplicação da Aprendizagem Baseada em Projetos mostrou-se eficaz para a consolidação de conteúdos e para o desenvolvimento de competências essenciais à formação do engenheiro mecânico. O projeto foi integralmente desenvolvido nas dependências do Centro Universitário Geraldo Di Biase (UGB), utilizando sua infraestrutura acadêmica e laboratorial, o que possibilitou a vivência prática do ambiente universitário como espaço de experimentação, aprendizagem e aplicação do conhecimento técnico. O envolvimento direto do discente em todas as etapas do projeto favoreceu a compreensão de conceitos fundamentais e a integração entre teoria e prática.

Adicionalmente, o projeto contribuiu para o desenvolvimento de habilidades transversais, como planejamento, organização, autonomia e resolução de problemas, aspectos fundamentais à formação do engenheiro mecânico. A necessidade de adaptar o projeto a restrições reais, como disponibilidade de materiais, ferramentas e custos, aproximou o processo de aprendizagem da realidade profissional, tornando a experiência mais significativa.

Dessa forma, os resultados obtidos evidenciam que a Aprendizagem Baseada em Projetos, quando aplicada por meio de um projeto estrutural real, constitui uma estratégia pedagógica eficiente no ensino de Engenharia Mecânica, promovendo uma formação mais integrada, aplicada e alinhada às exigências da prática profissional.

4 Considerações finais

O presente trabalho apresentou a aplicação da Aprendizagem Baseada em Projetos no desenvolvimento estrutural de um chassi para kart indoor como estratégia pedagógica no ensino de Engenharia Mecânica. A experiência permitiu integrar conteúdos teóricos e práticos por meio de um projeto real, aproximando o processo de aprendizagem das demandas da atuação profissional.

Do ponto de vista técnico, o chassi desenvolvido apresentou desempenho satisfatório para as condições de operação consideradas, atendendo aos critérios normativos adotados como referência. As análises estruturais simplificadas indicaram que a estrutura possui capacidade adequada para suportar as solicitações típicas de uso, validando as decisões de projeto adotadas ao longo do desenvolvimento.

Sob o aspecto educacional, a utilização da ABP mostrou-se eficaz para a consolidação de conhecimentos e para o desenvolvimento de competências essenciais à formação do engenheiro mecânico, como autonomia, pensamento crítico e capacidade de resolução de problemas. O envolvimento direto do discente em todas as etapas do projeto contribuiu para uma aprendizagem mais aplicada e significativa.

Dessa forma, conclui-se que a Aprendizagem Baseada em Projetos constitui uma estratégia pedagógica relevante no ensino de engenharia, sendo passível de aplicação em outras disciplinas e contextos acadêmicos. A realização do projeto nas dependências do Centro Universitário Geraldo Di Biase (UGB) evidenciou o potencial da instituição em promover práticas pedagógicas aplicadas, integrando infraestrutura, orientação docente e protagonismo discente na formação em Engenharia Mecânica.

5 Referências bibliográficas

ALCANTARA, E. F. S.; DIAS, J. C. S. P.; HOPPE, J. H. B. **Aprendizagem Baseada em Projetos: Procedimentos para Implantação em uma Instituição de Ensino Superior**, capítulo 10, Volta Redonda, RJ: FERP, 2018, apud ALCANTARA, E. F. S. *Diálogos sobre Gestão e Docência do Ensino Superior*, Volta Redonda, RJ: FERP, 2018.



CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE AUTOMOBILISMO (CBA). Conselho Técnico Desportivo Nacional. Comissão Nacional de Kart. **Regulamento Nacional de Kart – 2022**. Rio de Janeiro: CBA, 2022. Disponível em: <https://www.cba.org.br/upload/downloads/609/regulamento-nacional-de-kart-2022-.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2025.

HIBBELER, Russell C. **Resistência dos materiais**. 9. ed. São Paulo: Pearson, 2011.

MASSON, Terezinha Jocelen; MIRANDA, Leila Figueiredo de; MUNHOZ JR., Antonio Hortêncio; CASTANHEIRA, Ana Maria Porto. **Metodologia de ensino: aprendizagem baseada em projetos (PBL)**. São Paulo: Universidade Presbiteriana Mackenzie, Escola de Engenharia, s.d. Disponível em: <https://www.abenge.org.br/cobenge/legado/arquivos/7/artigos/104325.pdf>. Acesso em: 28 dez. 2025.

RILEY, W. B.; GEORGE, A. R. **Design, Analysis and Testing of a Fórmula SAE Car Chassis**. Motorsports Engineering Conference and Exhibition, 2002-01-3300, Indianapolis, Indiana, Dec. 2–5, 2002.

UNITED STATES SOCIETY OF AUTOMOTIVE ENGINEERS (SAE). **Fórmula SAE Rules 2013**. Warrendale: SAE International, 2013.