

THUNDER ROBÔ DE COMPETIÇÃO FRC (FIRST Robotics Competition)

Célio Gabriel Porfirio Thomé¹, Eduardo Garcia Chaveiro¹, Eduardo de Oliveira Xavier², Gabriel de Souza Oliveira², Gabriel dos Santos¹, Gabriela Agnes Alves Borges¹, Grazielle Alins Alves Borges¹, Gustavo Augusto Alves Borges^{*2}, Gustavo da Silva Caíres², Lucas Felipe de Oliveira¹, Patrick de Farias Cabral¹, Samuel Filipe Oliveira Silva¹, Samuel Teixeira Lima¹, Victoria Beatriz Zuniga de Sousa¹, Welpister Douglas de Souza Farias²; (Ensino Médio)¹; (Ensino Superior)².

Jefferson Lorençoni de Morais^{*3}

Lorenconi12112009@hotmail.com

^{1*,2*,3*}LABORATÓRIO UNDER PRESSURE - UP

GOIÂNIA - GO

^{1*,2*}ESCOLA DO FUTURO DE GOIÁS - JOSÉ LUIS BITTENCOURT - EFG-JLB.

GOIÂNIA - GO

Categoria: ARTIGO SUPERIOR / MULTIMÍDIA

Resumo: A equipe Under Pressure é um grupo de robótica que está participando da FIRST Robotics Competition (FRC), uma competição de robótica desafiadora. Eles se juntaram para estar construindo um robô industrial capaz de deslocar cubos e cones de forma remota e autônoma, além de superar obstáculos como subir em uma rampa. Para desenvolver o robô, a equipe utiliza a metodologia STEAM, que combina Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática. Divididos em departamentos, como Projetos, Montagem, Programação e Testes, os estudantes aplicam seus conhecimentos e colaboram em equipe. A competição não apenas permite que eles demonstrem as habilidades do robô, mas também desenvolvam habilidades de solução de problemas e trabalho em equipe. Participar da FIRST Robotics Competition é uma oportunidade valiosa para os estudantes explorarem diversas áreas do conhecimento, colocarem em prática seus aprendizados em engenharia e robótica, além de estimular a criatividade e o pensamento inovador.

Palavras Chaves: Robótica, FIRST Robotics Competition, STEAM, Habilidades de Solução de Problemas, Trabalho em Equipe, Conhecimento em Engenharia.

Abstract: The Under Pressure team is a robotics group participating in the FIRST Robotics Competition (FRC), a challenging robotics competition. They teamed up to build an industrial robot capable of moving cubes and cones remotely and autonomously, as well as overcoming obstacles such as going up a ramp. To develop the robot, the team uses the STEAM methodology, which combines Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics. Divided into departments such as Projects, Assembly, Programming and Tests, students apply their knowledge and collaborate as a team. The competition not only allows them to demonstrate robot skills, but also develop problem-solving and teamwork skills. Participating in the FIRST Robotics Competition is a valuable opportunity for students to explore different areas of knowledge, put engineering and robotics learning into practice, and encourage creativity and innovative thinking.

Keywords: Robotics, FIRST Robotics Competition, STEAM, Problem Solving Skills, Teamwork, Engineering Knowledge.

1 INTRODUÇÃO

A robótica é um campo multidisciplinar que envolve o projeto, construção, programação e operação de robôs. A palavra "robô" tem origem na palavra Tcheca "Robota", que significa "trabalho forçado" ou "servidão" [Aggarwal, S. 2019]. A ideia de construir máquinas autônomas que realizam tarefas humanas remonta à antiguidade, com referências a autômatos mecânicos nas mitologias grega e chinesa [Aggarwal, S. 2019].

No entanto, a robótica como um campo científico e tecnológico moderno começou a surgir no século XX, com o desenvolvimento de dispositivos mecânicos controlados eletricamente. O termo "robótica" foi cunhado pelo escritor de ficção científica Isaac Asimov em seu livro "Runaround" em 1942.

Ao longo da história, a robótica tem sido aplicada em uma ampla gama de setores e indústrias. Os robôs industriais, por exemplo, são amplamente utilizados na linha de produção de fábricas para realizar tarefas repetitivas e perigosas. Eles podem soldar, montar, embalar e manipular materiais com alta precisão e eficiência [Teixeira Coelho. 2018].

Além disso, os robôs têm sido empregados em tarefas de exploração espacial, como a missão do Rover Perseverance da NASA em Marte [Green, Jamesn. 2021]. Também são utilizados em cirurgias minimamente invasivas, assistência a pessoas com deficiência, exploração submarina, agricultura de precisão, entre muitas outras aplicações [Blancas, M., 2019].

Nos últimos anos, com os avanços em inteligência artificial e aprendizado de máquina, a robótica tem se integrado com essas tecnologias para permitir que os robôs ajam de forma mais autônoma e interajam com o ambiente de maneira mais inteligente [Baker, J. (2012)].

Também a robótica apresenta uma ótima metodologia de ensino para crianças e adolescentes para esta colocando os

conhecimentos teóricos de Ciências Exatas e suas Tecnologias em forma prática. Onde as crianças e adolescentes começando usar suas habilidades cedo, podem esta desenvolvendo grandes projetos que possa colaborar para o bem da sociedade [Anwar, S., 2019].

O nosso grupo de Robótica cujo nome se chama Under Pressure, recebeu convite para esta construindo um Robô em escala industrial e participando de um torneio internacional que foi realizado no ano de 2023 no Rio de Janeiro, chamado de OFF-SEASON, promovido pelo o Festival Nacional de Robótica do SESI/SENAI. O projeto tem o objetivo de levar um objeto para um ponto e deslocar em outro lugar em forma controlada remotamente via rádio. E também seguindo um sistema autônomo que sobe uma rampa de acesso sem nenhuma ajuda de operação remota exterior.

Usando a metodologia STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática), podemos esta aplicando as disciplinas em forma prática [Benitti, FBV, 2012]. Onde realizamos montagem de cronograma para ser seguido os passos de desenho, programação, fabricação de chassi, fabricação de garra mecanizada auxiliada por um sistema pneumático, montagem mecânica, montagem eletrônica, testes mecânicos, eletrônicos, automação e liberação final de uso do robô. Este trabalho foi separado e informando as seções de cada item, tendo aplicação e especificação técnicas dos componentes tanto da eletrônica, mecânica que foram usadas para à realização deste trabalho. Sendo a seção 2 (dois), que nos demonstra os componente, seção 3 (três), o trabalho proposto que foi realizado, seção 4 (quatro), materiais e métodos usados para elaboração, seção 5 (cinco), discussões e resultados alcançados, seção 6 (seis), conclusão do trabalho e por ultimo referências bibliográficas.

2 SEÇÕES

Especificação técnica de funcionamento de cada peça utilizada e função no projeto descrito acima. Este projeto foi montado com: Seis motores DC, Seis rodas de transmissão, HUB de distribuição de energia REV, Controladora ROBÓRIO 2.0, Controlador SPARK MAX, Bateria FRC, Fusíveis, Transmissor via rádio First, Manometro psi, HUB pneumático, Compressor de ar, Reservatório de ar 574 ml.

2.1 Motor CIM (Dc)

O Motor CIM é um tipo de motor elétrico de corrente contínua (DC) com escovas, frequentemente usado em robótica e competições de robôs. Ele oferece alta potência e torque, com uma potência nominal de cerca de 337 Watts e uma velocidade de rotação de aproximadamente 5.300 RPM. É amplamente utilizado em sistemas de tração, elevação e outras aplicações robóticas que exigem alta capacidade de torque e desempenho.



Imagem 2.1 - Motor CIM modelo am-0255 usado na tração das rodas.

2.1.2 Rodas de transmissão

Essas rodas tem capacidade de manter altíssima aderência, durabilidade, resistência para alta eficácia de impacto e velocidade. Essas rodas oferecem uma tração superior para o movimento do robô.



Imagem 2.1.2- Rodas de transmissão modelo SmoothGrip Wheel usado para a movimentação do robô.

2.1.3 HUB de distribuição de energia

O centro de distribuição de energia do Robô é uma placa elétrica. Ela distribui energia da bateria para motores, controladores, sensores, sistema pneumático e placa mãe controladora. Nela tem fusíveis/disjuntores com cada um com suas amperagens específicas para proteção contra correntes excessivas de energia, garantindo o funcionamento completo do robô durante as partidas, evitando o mesmo que possa esta queimando os componentes mais complexos do Robô.



Imagem 2.1.3- Distribuidor de energia modelo Power distribution hub usado para distribuição de energia.

2.1.4 Controladora RobôRIO

O RobôRIO 2.0 oferece maior poder de processamento, capacidade de expansão e recursos de conectividade aprimorados em comparação com seu antecessor. Ele permite que os times de robótica desenvolvam e executem algoritmos complexos, coordenação de movimentos e integração de sensores para criar robôs mais sofisticados e eficazes.



Imagem 2.1.4 RobôRIO- processamento de conexão modelo RIO 2.0 usado como cérebro do robô.

2.1.5 Controlador SPARK MAX

O Spark Max incorpora controle avançado de motor escovado ele e (sem escova) amplamente utilizado em aplicações de robótica e automação. Projetado para fornecer controle preciso e eficiente a motores de corrente contínua.



Imagem 2.1.5 Spark Max- motor de escova modelo Spark usado Controle avançado de motor.

2.1.6 Bateria

Bateria tem como função manter o acumulo de energia, e sua reserva disponível, para qualquer hora e momento. Sua carga máxima permitida no regulamento de funcionamento em nosso robô foi de capacidade 7AH, levando no tempo de 15 minutos do funcionamento total do Robô. O tempo de carregamento é de 35 minutos em modo flutuação lenta, que garante uma carga estável e confiável sem prejudicar a vida da bateria ou possíveis acidentes como explosão, vazamento, oxidação e outros.



Imagem 2.1.6- Bateria modelo bateria VRLA usado acumular e usar quando preciso para carregar algo.

2.1.6 Fusíveis

Os fusíveis são equipamentos de segurança que impedem a passagem de corrente quando há um sobrecarga de um circuito elétrico.

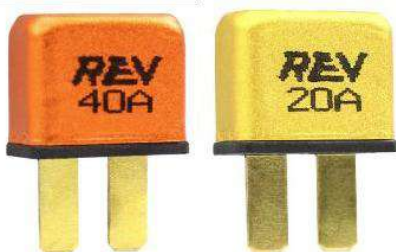


Imagem 2.1.6- Fusíveis modelos 40A e 20A usado para impedir sobrecargas de energia.

2.1.7 Transmissor via rádio

Aparelho que envia ondas eletromagnéticas, via rádio emitidas essas ondas no ar, essas ondas são recebidas pelo aparelho e transmitidas em informação para o sistema. Nosso aparelho é um roteador de internet que possui um alcance de 2.45 GHz, chegando com uma transmissão de até 1.5 km de distância do operador ao Robô.



Imagem 2.1.7- Transmissor via rádio modelo Open-Mesh 0M5P-AC usado para enviar informações via ondas eletromagnéticas (Rádio).

2.1.8 Monometro PSI

O manômetro PSI é um dispositivo de medição usado para avaliar a pressão de fluidos, especialmente gases, em termos de força por polegada quadrada. Ele possui um mostrador com uma escala que indica a pressão em libras por polegada quadrada (PSI). A agulha ou indicador no mostrador se move para mostrar a pressão atual do fluido. Existem tipos analógicos, com uma agulha, e digitais, com displays numéricos.



Imagem 2.1.8- monometro modelo MARSHALLTOWN usado para medir a pressão de fluidos e gases.

2.1.9 HUB pneumático

O HUB do sistema pneumático é um componente central utilizado em sistemas pneumáticos para controlar a ativação e desativação de cilindros e outros dispositivos pneumáticos em uma variedade de aplicações. Ele serve como um ponto de conexão para as válvulas solenoides que controlam o fluxo de ar comprimido para os componentes pneumáticos, como cilindros e atuadores.



Imagem 2.1.9- Hub pneumático modelo REV usado para controlar ativação e desativação dos pneumáticos.

2.2 Compressor de ar

O compressor de ar é um equipamento que foi usado para comprimir e aumentar a pressão do ar da garra do robô. O "90C" provavelmente se refere a uma capacidade de operação a 90 graus Celsius, indicando sua capacidade de funcionar em temperaturas relativamente elevadas.



Imagem 2.2- Compressor de ar modelo 90C usado para comprimir e aumentar a pressão do ar da garra do robô.

2.2.1 Reservatório de ar 574 ml

O reservatório de ar de 574 ml é um recipiente projetado para armazenar ar comprimido. Com uma capacidade de 574 mililitros, ele é utilizado em sistemas pneumáticos para acumular ar sob pressão. O reservatório de ar ajuda a manter uma reserva de ar comprimido que pode ser utilizada para acionar atuadores, como cilindros pneumáticos, de forma eficiente e controlada.



Imagem 2.2.1- Reservatório de ar 574ml modelo Clippard AIR POWER usado para armazenar ar comprimido.

3 O TRABALHO PROPOSTO

O projeto 'Thunder' teve início com a seleção do modelo de chassi do robô. Após a conclusão da montagem do chassi, procedemos com testes essenciais para avaliar seu desempenho. Nessa fase inicial, o chassi consistia exclusivamente de rodas e correias. Os resultados desses testes revelaram erros e desafios que forneceram insights valiosos para orientar o restante do projeto.

Para otimizar a eficiência, a equipe foi dividida em quatro departamentos distintos. Um grupo concentrou-se no projetismo do robô e no desenvolvimento da garra. Outra equipe dedicou-se à prototipagem e montagem física do robô. Um terceiro grupo assumiu a responsabilidade pela programação, garantindo a integração perfeita das operações do robô. O objetivo principal desse projeto é duplo: conduzir uma série de testes rigorosos e realizar simulações detalhadas. Essas etapas são cruciais para que, no ambiente da arena de competição, o robô possa efetivamente coletar cones e cubos, depositando-os precisamente em três Grids diferentes. Além

disso, o robô deve ser capaz de permanecer na estação de carga (charge station) enquanto se mantém em posição vertical.

O projeto 'Thunder' visa a um aprimoramento contínuo. Por meio dos testes e simulações realizados, estamos buscando identificar áreas de aprimoramento e refinamento, a fim de criar um robô altamente competitivo e confiável para a competição. Com uma equipe diversificada e especializada, estamos confiantes de que nossa abordagem estratégica, esforços de projetismo, prototipagem, montagem, programação e testes nos levarão ao sucesso almejado. Estamos ansiosos para enfrentar os desafios e oportunidades que o projeto apresenta, e nossa dedicação à excelência nos conduzirá a conquistar nossos objetivos na MNR.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Foi projetado o chassi do robô para esta suportando os componentes eletrônicos, mecânicos e pneumático para funcionamento do equipamento. Este chassi foi fabricado e soldado por sistema MIG (Metal de Gás Inert), pois o chassi foi montado de material alumínio. O robô foi montado em estrutura de alumínio por ser fácil de ser montado, agilidade, custo e manutenção para uso industrial do robô. O sistema de engrenagens foi fabricado em impressora 3D, preenchido com material PLB com 60% de preenchimento e adicionado rolamentos de alumínio.

Neste trabalho, o robô foi submetido a uma série de testes rigorosos com o objetivo de avaliar e validar seu desempenho, identificando tanto seus pontos fortes quanto suas limitações. Para assegurar a aplicação de métodos científicos sólidos, adotamos abordagens como o método de validação de hipóteses. Além disso, empregamos testes específicos, incluindo análise de tração dos motores em uma superfície lisa, avaliação das capacidades da garra nos eixos X e Y (com o eixo X horizontal e o eixo Y vertical) para a coleta de cones e cubos, e por fim, um teste de autonomia, que envolveu a capacidade do robô de manter seu equilíbrio em uma rampa.

Ao conduzir esses testes, nossa atenção principal concentrou-se na quantificação dos erros e acertos obtidos em cada caso. Através dessa abordagem, visamos aprimorar o desempenho dos robôs, com um foco especial na minimização dos erros.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao final da montagem do nosso robô, enfrentamos desafios significativos na programação, principalmente devido a problemas contínuos com o controlador SPARK MAX, responsável por estar controlando as rodas e a garra ao mesmo tempo. Após várias tentativas de solucionar as falhas, tornou-se evidente que era necessário substituir o controlador. Com base nesses resultados, tomamos a decisão de realizar a troca do controlador, o que levou à resolução dos problemas. Atendo o resultado, assim retornando a operar normalmente. Essa experiência ressaltou a importância crítica da fase de programação na montagem de um robô. As dificuldades encontradas com o Controlador SPARK MAX destacaram como um componente problemático pode impactar todo o funcionamento do projeto. A decisão de trocar o controlador, com base em testes concretos, demonstrou a relevância de abordagens práticas e a colaboração entre equipes. Esse episódio ressalta que a resolução eficaz de problemas requer flexibilidade, testes minuciosos e a disposição de aprender com as experiências. Na tabela a seguir mostramos as dimensões que foram usadas para montagem do Robô.

Tabela 1 - Dimensões que foram usadas na montagem do Robô.

Robo	Dimensão
Thunder	65x78x100 cm
Altura do robo com a garra	100 cm
Largura do chassi	78 cm
Comprimento	65 cm
Peso total	45 kg



Figura 5.1 - Robô Thunder

6 CONCLUSÕES

O trabalho consistiu em forma de funcionamento em equipe. Somente o esforço de cada departamento responsável foi possível alcançar os objetivos proposto deste Robô. Cada departamento teve suas responsabilidades, mas os mesmos tiveram dependência um do outro, onde que tiveram que retirar suas diferenças e aprender de forma clara à se comunicar. Pois a comunicação correta entre a equipe, foi possível seguir o modo SCRUM, para esta montando e seguindo um rigoroso cronograma de montagem e testes mecânicos do Robô. Também foi percebido que precisa ser mais aprofundado o estudo de linguagem em programação Java, pois muitas variáveis houve erros de execução com as controladoras SPARK MAX, onde que tiveram que ser substituídas por outras controladoras para esta respondendo de forma clara e correta o programa. Também aprendemos que o período de construção, precisava ser desenvolvido os métodos de soldagem MIG, para realização de fabricação, soldagem, montagem e manutenção da garra mecânica para esta capturando os cones e cubos. Proximos passo de projetos futuros que serão desenvolvida pela equipe, será de desenhar em forma 3D em plataformas de CAD para auxiliar na visualização e execução de projetos aplicado na Engenharia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aggarwal, S., Gupta, D., Saini, S.: Uma pesquisa bibliográfica sobre robótica na área da saúde. In: 2019 4ª Conferência Internacional sobre Sistemas de Informação e Redes de Computadores (ISCON), pp. 55–58. IEEE (2019)
2. Anwar, S., Bascou, NA, Menekse, M., Kardgar, A.: Uma revisão sistemática de estudos sobre robótica educacional. *J. Pre-College Eng. Edu. Res. (J- PEER)* 9 (2), 2 (2019)
3. Aroca, RV, Gomes, RB, Tavares, DM, Souza, AAS, Burlamaqui, AMF, Caurin, GAP, Gonçalves, LMG: Aumentando o interesse dos alunos com cellbots de baixo custo. *IEEE Trans. Educ.* 56 (1), 3–8 (2013). <https://doi.org/10.1109/TE.2012.2214782>
4. Atmatzidou, S., Demetriadis, S.: Aprimorando as habilidades de pensamento computacional dos alunos por meio da robótica educacional: um estudo sobre diferenças relevantes de idade e gênero. *Roubar. Automático. Sist.* 75 , 661–670 (2016). <https://doi.org/10.1016/j.robot.2015.10.008> . <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921889015002420>.
5. Barrios-Aranibar, D., Gurgel, V., Santos, M., Araujó, GR, Roza, VC, Nascimento, RA, Silva, AF, Silva, ARS, Goncalves, LMG: Roboeduc: Um software para ensino de robótica a crianças excluídas usando protótipos de lego. In: 3º Simpósio Latino-Americano de Robótica IEEE 2006, vol. 1, pp. 193–199. <https://doi.org/10.1109/LARS.2006.334332> (2006).
6. Benitti, FBV: Explorando o potencial educacional da robótica nas escolas: uma revisão sistemática. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.006> . <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131511002508> , vol. 58, pp 978–988 (2012).
7. Blancas, M., Valero, C., Mura, A., Vouloutsis, V., Verschure, PF: “crea”: Uma metodologia baseada em investigação para ensinar robótica a crianças. In: Conferência internacional sobre robótica na educação (RiE), pp. 45–51. Primavera (2019).
8. Calzado, J., Lindsay, A., Chen, C., Samuels, G., Olszewska, JI: Sami: Interactive, multi-sense robot architecture. In: 2018 IEEE 22ª Conferência Internacional sobre Sistemas Inteligentes de Engenharia (INES), pp 000317–000322. <https://doi.org/10.1109/INES.2018.8523933> (2018).
9. Catlin, D.: ylvester Robertson: Usando robôs educacionais para melhorar o desempenho do aluno minoritário. In: Proceedings of 3rd International Workshop Teaching Robotics, Teaching with Robotics Integrating Robotics in School Curriculum - Trento, Itália, pp. 12–21 (2012).
10. Adolphe, F. (2002). A cross-national study of classroom environment and attitudes among junior secondary science students in Australia and in Indonesia. (Doctoral dissertation, Curtin University of Technology). Retrieved March 22, 2006 from <http://adt.curtin.edu.au/theses/available/adtWCU20031201.141540>.

11. A máquina parou / E.M. Forster; tradução Teixeira Coelho. Paisagem com risco existencial / Teixeira Coelho. - São Paulo : Itáu Cultural : Iluminuras, 2018. 104 p. ISBN 978-85-7321-592-2 (Iluminuras).
12. Green, Jamesn 2021/01/01 Perseverance Rover and Its Search for Life On Mars DOI - 10.52526/25792776-2021.68.2-464.
13. Baker, J. (2012). A estrutura tecnologia-organização-ambiente. Em Y. Dwivedi, M. Wade, & S. Schneberger (Eds.), *Teoria dos sistemas de informação: Série integrada em sistemas de informação* (Vol. 28). Nova York: Springer.
14. Belanche, D., Casalo, LV, Flavian, C., & Schepers, J. (2019). Implementação de robôs de serviço: uma estrutura teórica e uma agenda de pesquisa. *O Jornal das Indústrias de Serviços*. <https://doi.org/10.1080/02642069.2019.1672666>.
15. COMPARAÇÃO ENTRE SOLDAGEM ROBOTIZADA COM ARAME SÓLIDO E “METAL CORED” - A OCORRÊNCIA DO “FINGER”, Welerson Reinaldo de Araújo, Dissertação de Mestrado, UFMG, fev/2004.
16. MIG/MAG Welding, Svetsaren, vol. 58, n o 2, 2003.
17. Bresciani Filho, E.; Zavaglia, C. A. C.; Button, S. T.; Gomes, E.; Nery, Fernando A. C., *Conformação Plástica dos Metais*, Editora da Unicamp, 5ª edição, 1997.
18. Dieter, G. E., *Metalurgia Mecânica*, Editora Guanabara Dois, 2ª edição, 1981. Helman, H.; Cetlin, P. R., *Fundamentos da Conformação Mecânica dos Metais*, Editora Guanabara Dois, 1983.
19. Chiaverini, V., *Tecnologia Mecânica, Volume II, Processos de Fabricação e Tratamento*, Mc Graw-Hill, 2ª edição, São Paulo, 1986.
20. BOYLESTAD, R. L.; NASHESKY, L. *Dispositivos Eletrônicos e Teoria de Circuitos*. 8ª ed. São Paulo: Editora Pearson Prentice Hall, 2004.
21. CRUZ, E. C. A.; CHOUERI, S. Jr. *Eletrônica Aplicada*. 1ª ed. Editora Érica, 2007.
22. DAL MOLIN, Beatriz Helena, et al. *Mapa Referencial para Construção de Material Didático - Programa e-Tec Brasil*. 2ª ed. revisada. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, 2008.
23. ANDREW Parr, *HYDRAULICS AND PNEUMATICS: A TECHNICIANS AND ENGINEERS GUIDE - 2ª Ed*, Oxford: Butterworth Heinemann, 2006.
24. VÁLVULAS PNEUMÁTICAS E SIMBOLOGIA DOS COMPONENTES, São Paulo: Schrader Bellows, 1978.
25. PRINCÍPIOS BÁSICOS: PRODUÇÃO, DISTRIBUIÇÃO E CONDICIONAMENTO DO AR COMPRIMIDO, São Paulo: Schrader Bellows, 1978.
26. INTRODUÇÃO A HIDRÁULICA PROPORCIONAL, São Paulo: Festo Didatic, 1991.
27. OLIVEIRA JÚNIOR, D. A. *Comunidades de prática: um estudo dos grupos de usuários Java brasileiros*. 2005. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Gestão do Conhecimento e da Tecnologia da Informação, Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2005. Disponível em: . Acesso em: jun. 2009.
28. MARTINS, F. M. *Java: tecnologia e introdução à linguagem*, 2006. Disponível em . Acesso em: jun. 2009.
29. GOOGLE. Disponível em: . Acesso em: 22 abr. 2009.
30. JAVA NET. The Source for Java Technology Collaboration. Disponível em: . Acesso em: 22 abr. 2009.
31. A ELABORAÇÃO de Seminários. Disponível em: acesso em: 12/04/2009.
32. FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. *Miniaurélio Século XXI Escolar: O minidicionário da língua portuguesa*. 4. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2000.
33. FORESTI, Miriam Celí Pimentel Porto. *Subsídios para Realização de Seminários e Exposições Oraís*. Disponível em: acesso em: 05/04/2009.
34. RILEY, S. *Arts integration and STEAM: quick resource pack*. The Institute for Arts Integration and STEAM: Westminster, MD, 2020.
35. FERRAZ, A. P. C. M.; BELHOT, R. V. *Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais*. *Gestão & Produção*, São Carlos, v. 17, n. 2, p. 421-431.
36. FILHO, Gabriel E., et al. *Uma nova sala de aula é possível: aprendizagem ativa na educação em engenharia*. Rio de Janeiro: LCT, 2019.
37. FILHO, Gabriel E., et al. *Uma nova sala de aula é possível: aprendizagem ativa na educação em engenharia*. Rio de Janeiro: LCT, 2019.
38. FILHO, Gabriel E., et al. *Uma nova sala de aula é possível: aprendizagem ativa na educação em engenharia*. Rio de Janeiro: LCT, 2019.
39. FILHO, Gabriel E., et al. *Uma nova sala de aula é possível: aprendizagem ativa na educação em engenharia*. Rio de Janeiro: LCT, 2019.
40. FILHO, Gabriel E., et al. *Uma nova sala de aula é possível: aprendizagem ativa na educação em engenharia*. Rio de Janeiro: LCT, 2019.
41. FILHO, Gabriel E., et al. *Uma nova sala de aula é possível: aprendizagem ativa na educação em engenharia*. Rio de Janeiro: LCT, 2019.
42. FILHO, Gabriel E., et al. *Uma nova sala de aula é possível: aprendizagem ativa na educação em engenharia*. Rio de Janeiro: LCT, 2019.
43. FILHO, Gabriel E., et al. *Uma nova sala de aula é possível: aprendizagem ativa na educação em engenharia*. Rio de Janeiro: LCT, 2019.
44. RODRIGUES, Maria Lúcia. *O Trabalho com Grupos e o Serviço Social*. 4ª ed. São Paulo, Editora Moraes, 1984.
45. MINICUCCI, Agostinho. *Relações Humans: psicologia das relações interpessoais*. 3ª ed. São Paulo. Editora Atlas, 1982.
46. HÜBNER, Maria Martha. *Guia para elaboração de monografias e projetos de dissertação de mestrado e doutorado; revisão Janice Yunes Perim*. São Paulo, Editora Pioneira: Mackenzie, 1998.
47. CASTELAR, Rosa Maria. *Gestão Hospitalar: um desafio para o hospital brasileiro*. França. Éditions ENSP, 1995.
48. VERHOEFF, Tom. *Beyond the Competitive Aspect of the IOI: It Is All about Caring for Talent*. In: *Olympiads in Informatics*, 2011, Vol. 5, 120–127 120© 2011 Vilnius University Catálogo de Equipes de Competição 2017.
49. SAEED, Niku. *Introdução À Robótica – Análise, Controle, Aplicações*. Ed. 3. Editora LTC, 2013.
50. ROBOCORE Winter Challenge. Página do evento: <https://www.robocore.net/eventos>.
51. PRESTES, Edson, OSÓRIO, Fernando. *Robótica Móvel 2014*. Ed. 1, Editora LTC, 2014.

Observação: O material multimídia deste trabalho encontra-se disponível em: www.mnr.org.br/mostravirtual.