

ADRIANO PEREIRA DA SILVA
(ORGANIZADOR)

Collection:

APPLIED PRODUCTION ENGINEERING

ADRIANO PEREIRA DA SILVA
(ORGANIZADOR)

Collection:

APPLIED PRODUCTION ENGINEERING

Atena
Editora
Ano 2022

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná



Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



Collection: applied production engineering

Diagramação: Daphynny Pamplona
Correção: Yaidy Paola Martinez
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Adriano Pereira da Silva

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C697 Collection: applied production engineering / Organizador Adriano Pereira da Silva. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-835-6

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.356221001>

1. Production engineering. I. Silva, Adriano Pereira da (Organizador). II. Título.

CDD 620

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br



Atena
Editora
Ano 2022

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



APRESENTAÇÃO

A coleção “Applied production engineering” versa a pluralidade científica e acadêmica, permeando as singularidades das várias obras que compõem os seus capítulos. O volume apresentará trabalhos, pesquisas, relatos que promovem as diversas formas da aplicação da engenharia de produção, de modo interdisciplinar e contextualizada, em sua gama de conteúdo iterativo.

O principal objetivo é expor, de forma categórica e clara, as pesquisas realizadas nas diversas instituições de ensino e pesquisa nacionais e internacionais, cujos trabalhos contemplam diretrizes relacionadas à avaliação do ciclo de vida, gestão do conhecimento, transferência do conhecimento, gestão de pessoas, gamificação, desenvolvimento sustentável, criação do conhecimento, processos produtivos, gestão de projetos, mecanização florestal, operações florestais, segurança do trabalho; e áreas correlatas.

Portanto, os tópicos discutidos em sociedade, empresariado e academia, são trazidos para um âmbito crítico e estruturado, estabelecendo uma base de conhecimento para acadêmicos, professores e todos aqueles que estão interessados na engenharia de produção e/ou industrial. Assim, salienta-se a importância das temáticas abordadas nesta coleção, visto pela evolução das diferentes ferramentas, métodos e processos que a indústria 4.0 desenvolveu ao longo do tempo e sendo capaz de solucionar problemas atuais e vindouros.

Deste modo, esta obra propõe uma teoria a partir dos resultados práticos obtidos por diversos professores e estudiosos que trabalharam intensamente no desenvolvimento de seus trabalhos, que será apresentada de forma concisa e pedagógica. Sabemos da importância da divulgação científica, por isso também destacamos a estrutura da Atena Editora para fornecer a esses entusiastas da pesquisa científica uma plataforma integrada e confiável para a exibição e divulgação de seus resultados.

Adriano Pereira da Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS E DO PROCESSO DE RECICLAGEM DE FIBRAS ASSOCIADAS À CADEIA PRODUTIVA DO JEANS (DENIM) PELA AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA

Lucas Rener Cavioli

Aldo Roberto Ometto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3562210011>

CAPÍTULO 2..... 17

ELEMENTOS INICIAIS PARA A ANÁLISE DO PROCESSO DE CORTE DO LAMINADO EM UMA EMPRESA DE AUTOPEÇAS

Sheila Valentina Corona Hernández

José Adrián Trevera Juárez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3562210012>

CAPÍTULO 3..... 25

MÁQUINAS DE COLHEITA FLORESTAL: AVALIAÇÃO DE SEGURANÇA DE ACORDO COM O ANEXO XI DA NR-12

Stanley Schettino

Filipe Diniz Guedes

Luciano José Minette

Denise Ransolin Soranso

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3562210013>

CAPÍTULO 4..... 37

RELATO DE EXPERIÊNCIA DO REPROCESSAMENTO DE SUCATA GERADA NA ÁREA DE REDUÇÃO DE UMA USINA SIDERÚRGICA

Muller Cardoso

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3562210014>

CAPÍTULO 5..... 53

AS ORGANIZAÇÕES POTENCIALIZAM A GAMIFICAÇÃO COMO ESTRATÉGIA PARA GESTÃO DO CONHECIMENTO

Claudio Eduardo Barral

Claudia Carrijo Ravaglia

Ronald Fonseca Chaves

Augusto da Cunha Reis

Thiago Muniz Magnani

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3562210015>

CAPÍTULO 6..... 65

ELABORAÇÃO DE UMA ONTOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NAS EMPRESAS

Douglas de Souza Rodrigues

Dierci Márcio Cunha da Silveira

Thiago Maia Sayão de Moraes

Raul Tavares Cecatto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3562210016>

CAPÍTULO 7..... 75

GESTÃO DE PROJETOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL COM A METODOLOGIA BIM APLICADA: ESTUDO DE CASO

Cristiano Saad Travassos do Carmo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3562210017>

CAPÍTULO 8..... 87

METODOLOGIA PBL EM PROJETO DE MONITORAMENTO INDUSTRIAL DA ÁGUA

Waldemar Bonventi Jr

Samuel Mendes Franco

Norberto Aranha

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3562210018>

CAPÍTULO 9..... 98

NO TEJIDO ELABORADO CON CHIENGORA –PELO DE PERRO- PARA PLANTILLAS DE CALZADO ANTIBACTERIAL

Josefina Graciela Contreras García

Carlos Alberto López Gómez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3562210019>

CAPÍTULO 10..... 108

MODELAGEM DE NEGÓCIO BASEADO EM APLICATIVO PARA AUXILIAR NA ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO

Walter Castelucci Neto

Danilo César Castelucci

Silvana de Oliveira Castelucci

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.35622100110>

SOBRE O ORGANIZADOR..... 124

ÍNDICE REMISSIVO..... 125

CAPÍTULO 8

METODOLOGIA PBL EM PROJETO DE MONITORAMENTO INDUSTRIAL DA ÁGUA

Data de aceite: 01/01/2022

Data de submissão: 08/11/2021

Waldemar Bonventi Jr

Fatec Sorocaba – Faculdade de Tecnologia José
Crespo Gonzales
Sorocaba-SP
<http://lattes.cnpq.br/6670415043859211>

Samuel Mendes Franco

Fatec Sorocaba – Faculdade de Tecnologia José
Crespo Gonzales
Sorocaba-SP
<http://lattes.cnpq.br/6948101309967780>

Norberto Aranha

Processos Tecnológicos e Ambientais – pta.uniso.
br – Universidade de Sorocaba
Sorocaba-SP
<http://lattes.cnpq.br/1908333432529833>

RESUMO: Apresenta-se uma proposta de Metodologia Ativa utilizando PBL para o ensino tecnológico prático, na disciplina “CAE – Fluidos e Energia” do 4º período do curso de Manufatura Avançada da Fatec de Sorocaba. O objetivo foi projetar e desenvolver um protótipo de baixo custo em baixa escala que controle e monitore o consumo de água simulando uma instalação industrial, utilizando componentes de micro eletrônica (plataforma Arduino, bomba de aquário, sensor de fluxo e módulo de transmissão *WiFi*). Conclui-se que a abordagem realizada foi factível e que os objetivos ensejados na aplicação do PBL foram alcançados, mesmo com a impossibilidade

de utilizar laboratório, o aproveitamento dos estudantes foi muito satisfatório.

PBL METHODOLOGY IN PROJECT OF INDUSTRIAL WATER MONITORING

ABSTRACT: A proposal for an Active Methodology using PBL for practical technological teaching is presented, in the discipline “CAE – Fluids and Energy” of the 4th period of the Advanced Manufacturing course at Fatec de Sorocaba. The objective was to design and develop a low-cost, small-scale prototype that controls and monitors water consumption by simulating an industrial installation, using micro electronic components (Arduino platform, aquarium pump, flow sensor and WiFi transmission module). It is concluded that the approach taken was feasible and that the objectives pursued in the application of PBL were achieved, even with the impossibility of using a laboratory, the students’ achievement was very satisfactory.

KEYWORDS: Problem Based Learning; Industrial Water Control and Monitoring; Prototype Development

1 | INTRODUÇÃO

Um dos requisitos muito discutidos atualmente é a inserção do estudante como ente ativo no aprendizado. Neste contexto, têm sido propostas as Metodologias Ativas de Ensino-Aprendizagem, em que uma das mais discutidas é a *Problem Based Learning* – PBL (LEAL, MIRANDA, CASANOVA, 2017). O período em que o estudante se gradua em Tecnologia é uma

grande oportunidade para praticar esse processo de percepção de problemas, proposta e implementação de soluções, mediado pelo professor, cujo papel no ambiente ensino-aprendizado se torna mais importante.

Neste trabalho aqui apresenta-se uma proposta de Metodologia Ativa utilizando PBL com o desenvolvimento de um protótipo em escala reduzida para monitoramento do consumo de água. Tal proposta se mostra muito pertinente no momento, sobretudo com o sancionamento do projeto de lei sobre o Marco Legal do Saneamento Básico (BRASIL, 2020) no qual a iniciativa privada participará na prestação de serviços de saneamento. É crucial a responsabilidade das empresas, notadamente as indústrias, que têm na água um dos insumos essenciais para o desenvolvimento dos seus processos produtivos. Em um estudo de caso recente, houve a redução de até 70% do consumo de água em um processo que a deixa contaminada com metais (FAUSTINO, 2016). Assim, a educação tecnológica permeia não apenas o domínio das habilidades exigidas para o futuro tecnólogo, mas também as questões de sustentabilidade ambiental.

Objetivo das aulas e competências desenvolvidas

Na disciplina “CAE – Fluidos e Energia” do 4º período do curso de Manufatura Avançada na Fatec Sorocaba, além do domínio técnico dos conceitos de Mecânica dos Fluidos, pensou-se em um projeto que integrou conhecimentos prévios abordados nos períodos anteriores do curso com a questão do monitoramento e controle do uso da água, mostrado na seção a seguir. No desenvolvimento deste projeto, procurou-se colocar o problema, indicar soluções e discutir as tecnologias envolvidas bem como sua implementação, sob a ótica do PBL.

Aqui relatamos um conjunto de aulas que se estendeu por todo o semestre, uma vez que se trata do desenvolvimento de um projeto aplicando metodologia PBL, com o objetivo de resolver um problema no contexto do curso.

Os objetivos de aprendizagem pretendidos são:

- delinear um problema;
- discutir e propor soluções;
- delinear os métodos para solucionar o problema;
- documentar as etapas da solução encontrada;
- discutir variantes da solução;
- contextualizar o problema e a solução em uma escala maior, ou seja, a partir da solução encontrada e desenvolvida na escala do laboratório (protótipo), conseguir compreender a solução em escala industrial.

2 | METODOLOGIA ATIVA UTILIZADA E SUA JUSTIFICATIVA

São apresentados os procedimentos metodológicos de aplicação do PBL e do desenvolvimento do protótipo.

Aplicação do PBL

Fase 1. Apresentação do problema. “Como propor um sistema de controle de bombeamento de água, monitorando seu consumo?”. Foi apresentada aos estudantes a contextualização de um ambiente industrial, ressaltando que a água é um insumo para alguns processos industriais e o controle do seu uso também é uma questão muito importante. Foi apresentado o exemplo de um processo industrial que utiliza grandes quantidades de água (FAUSTINO, 2016) e a discussão do seu reaproveitamento.

Fase 2. Análise do problema com conhecimentos prévios. A turma foi dividida em equipes, para que cada uma pudesse desenvolver o protótipo com particularidades próprias. Após uma discussão preliminar, as equipes decidiram as tecnologias necessárias para a construção de um protótipo de baixo custo e pequena escala. O protótipo foi constituído de:

a Bomba de pequeno porte, usada em aquário. Poderiam ser utilizados tanto os modelos de corrente alternada, ligando diretamente em uma tomada 110V quanto os de corrente contínua de baixa tensão (6V, 9V, 12V) Esta discussão incluiu os conhecimentos da disciplina Máquinas e Acionamentos Elétricos do mesmo 4º período.

b Sistema de controle de velocidade da bomba. Utilizando eletrônica portátil e a plataforma Arduino, a partir dos conhecimentos obtidos nas disciplinas Lógica de Programação para Arduino (1º período) e Instrumentação e Medidas Elétricas (2º período).

c Sistema de envio de dados monitorados por comunicação sem fio. Envolveu os conhecimentos abordados nas disciplinas Internet das Coisas (3º período) e Nuvem (mesmo 4º período).

Fase 3. Fontes de pesquisa. Utilizando principalmente a Internet, os estudantes elencaram os dispositivos compatíveis com a plataforma Arduino e com o porte da bomba escolhida que atendem os requisitos do projeto discutidos na fase anterior. Foram obtidos exemplos de aplicação de cada um deles, descrição técnica (*datasheets*), custos de aquisição e ferramentas necessárias para a montagem do protótipo, incluindo software para a programação do sistema de controle. Propostas de projetos foram discutidas e apresentadas pelas equipes de estudantes.

Fase 4. Discussão. Com as aulas teóricas da disciplina de fluidos, discutiu-se o que se espera deste sistema, como: quais as capacidades deste protótipo (porte)? Quais as grandezas envolvidas e unidades de medida empregadas? Foi aplicada uma avaliação

teórica conceitual individual à turma sobre estes conceitos.

Fase 5. Implementação. Foi obtido um consenso de que o projeto deveria ser desenvolvido em três etapas:

1- Sistema de controle de velocidade da bomba, incluindo a eletrônica envolvida e a programação do microcontrolador.

2- Interligação com os reservatórios e dutos de água, incluindo os sensores de pressão e vazão e a leitura dos dados dos sensores.

3- Inclusão dos sistemas de coleta e transmissão de dados, a partir dos sensores e inclusão dos dispositivos de transmissão sem fio. Dentre as tecnologias discutidas – *Bluetooth* e *WiFi* – decidiu-se por esta última para facilitar a integração com os sistemas de Redes de Computadores existentes em uma planta industrial.

A vantagem de dividir o desenvolvimento em etapas possibilitou que as equipes pudessem adquirir o material (conforme já citado, de baixo custo) de forma gradativa, o suficiente apenas para concluir uma etapa, antes de adquirir os materiais necessários à etapa seguinte.

Foram apresentados, pelas equipes, os esboços do projeto na forma de esquemas. Um dos grupos apresentou inclusive um esboço à mão livre, o qual o professor decidiu considerar, pois apresentava solução válida. Na Figura 1, o esboço aprimorado pelo professor. Em seguida, como devolutiva, foi solicitado às equipes que utilizassem um *software* para projetos eletrônicos, sendo utilizados o TinkerCad (2020) e o Fritzing (2020). Embora cada equipe produzisse o seu próprio layout, a Figura 2 mostra o esquema do projeto elaborado no programa Fritzing.

3 | MATERIAIS UTILIZADOS E EXECUÇÃO DO PROJETO

As fases do projeto foram discutidas em aula. As equipes selecionaram os componentes e realizar cotações de preço, em seguida, adquiriram os componentes para montagem experimental.

Etapa 1. Sistema de controle de velocidade da bomba

Escolheu-se um projeto baseado em controle por pulsos modulados pela largura (PWM) que são gerados por uma porta digital do Arduino (QUETE, 2014). Como a potência requerida pela bomba incorria no risco de queima do Arduino, optou-se por um transistor TIP122 de multiplicação de potência, a qual era enviada para a bomba diretamente de uma fonte de saída 12 V / 500 mA, conectada à tomada de 110 V, de modo proporcional à corrente enviada à base do transistor. O esquema eletrônico da etapa 1 pode ser observado na Figura 3.

Outra intervenção realizada pelo professor foi providenciar figuras dos componentes eletrônicos utilizados. Nesta fase, algumas aulas expositivas foram necessárias para que os

estudantes pudessem construir uma conexão mental entre o mundo real dos componentes e suas ligações com o esquema eletrônico apresentado na Figura 3, assim como os componentes utilizados. Ainda foi necessária uma aula expositiva para explicar o processo de controle da bomba por sinal PWM (*Pulse Width Modulation*) (Figura 4).

Etapa 2. Sensoriamento do fluxo (vazão) e potência da bomba

Após algumas pesquisas realizadas pelos estudantes dentre os diversos tipos de sensores para aplicação em protótipos de pequeno porte, o sensor de fluxo mais indicado foi o de conexão 1/2" (Figura 5), simples de instalar. Seus três fios apresentam as funções de aterramento (preto), alimentação 5V (vermelho) e envio de sinal (amarelo).

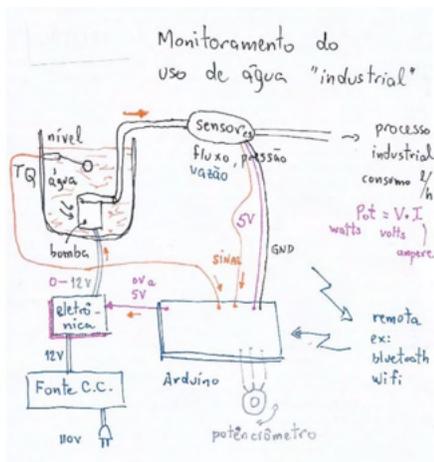


Figura 1 - esboço do projeto como discutido em aula no Fritzing.

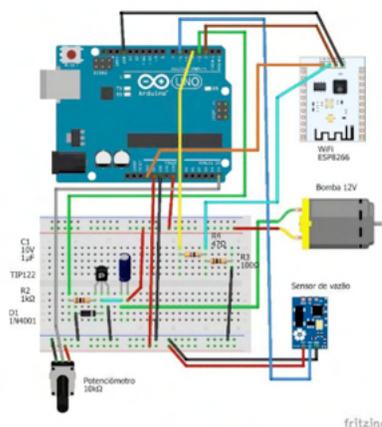


Figura 2 - esquema do projeto.

O sensor de corrente é inserido no caminho elétrico entre a saída do transistor de controle TIP122 e a bomba, no esquema da Figura 3 entre o diodo e o capacitor. Tal sensor também funciona com três fios de uma maneira similar ao de fluxo. A potência P neste caso é calculada pela expressão (1):

$$P = V \cdot (\text{duty_cycle}) \cdot I \quad (2)$$

em que $V = 12 \text{ V}$ é a tensão fornecida pela fonte, *duty cycle* (0 – 100%) é a largura do pulso PWM, controlada pelo potenciômetro e fornecida pelo transistor e I é a corrente medida pelo sensor.

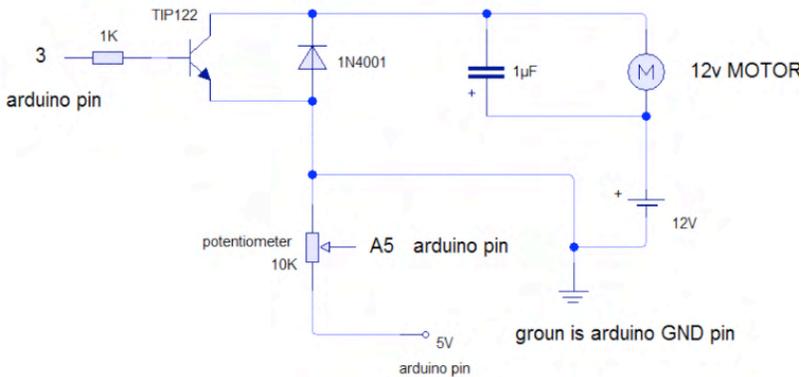


Figura 3 - esquema elétrico do controle do motor da bomba.

Fonte: https://www.taringa.net/+hazlo_tu_mismo/arduino-motor-de-12v-con-control-de-velocidad_ibf6h.

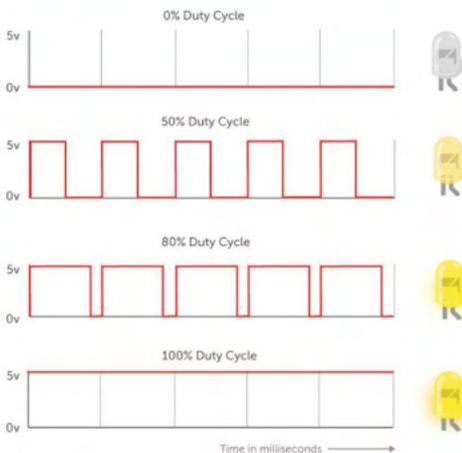


Figura 4 - ilustração didática do sinal PWM.



Figura 5 - sensor de fluxo (vazão) de

Fonte: <https://www.pubnub.com/wp-content/uploads/2015/07/pwm1.png>.

Etapa 3. Transmissão sem fio

A fim de simular melhor um ambiente industrial, dentre as tecnologias de transmissão bem acessíveis, Bluetooth e WiFi, foi escolhida esta, a fim de realizar a integração com computadores e a Internet. O módulo escolhido para a transmissão sem fio foi o ESP8266, cujas conexões estão esquematizadas na Figura 2. O projeto de instalação, programação e transmissão dos dados foi baseado em Oliveira (2019), com algumas modificações e simplificações propostas pelo professor, a fim de minimizar custos e manter a funcionalidade.

4 | AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM

As avaliações foram realizadas em duas dimensões:

1 individual, sobre os conceitos de fluidos e sistemas elétricos;

2 em grupo, com o desenvolvimento do projeto pelas equipes.

A primeira dimensão foi avaliada por meio de um questionário de múltipla escolha utilizando a ferramenta *Forms* e entrega do esquema elétrico no TinkerCad ou Fritzing. A segunda foi por meio de fotos ou vídeos, porém nem todos conseguiram finalizar.

5 | RESULTADOS

Nesta seção são apresentados os ganhos de aprendizagem obtidos em cada etapa do projeto.

Resultados da avaliação teórica realizada na Fase 4 do PBL (acima). Aplicando-se 10 questões de múltipla escolha (V ou F). A turma de 15 estudantes obteve nota média 7,8 com desvio padrão 0,9.

Etapa 1. Toda a montagem foi realizada passo-a-passo sendo filmada com uma webcam e cada componente teve sua função descrita na aula. Na Figura 6 o programa feito para execução no microcontrolador do Arduino e na Figura 7 um instantâneo da transmissão realizada via *Microsoft Teams*, demonstrando a conclusão desta etapa.

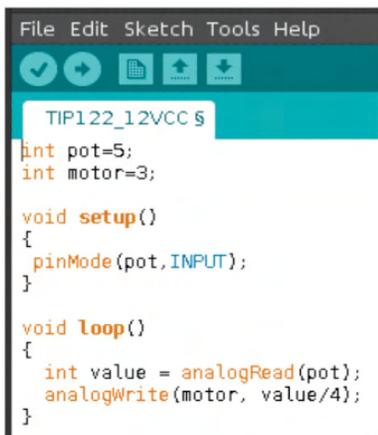
Etapa 2. A instalação do sensor de fluxo foi feita utilizando-se adaptadores para purificadores de água e mangueiras transparentes de 6 mm de diâmetro. O sensor de fluxo foi posicionado conforme o esquema esboçado na Figura 1. Na Figura 8 observa-se o funcionamento do sistema com o monitoramento da vazão de água no recipiente, exibido em um terminal de dados do Arduino e transmitido em aula usando o *Microsoft Teams*. A medida da potência consumida pela bomba seria feita por um sensor de corrente posicionado no protótipo conforme esboçado na parte central da Figura 1. No entanto, devido à proximidade do final do semestre letivo, esta medida não foi realizada pelo professor (que seria mostrada à distância, como nas etapas anteriores). Sendo assim, em consenso com a turma, foi decidido discutir a Etapa 3 do projeto, a transmissão dos dados coletados por um módulo sem fio.

Etapa 3. A implementação da comunicação de dados foi realizada por meio de transmissão sem fio utilizando a tecnologia *Bluetooth*. Para isto, foi acrescentada uma plaquinha de transmissão que foi conectada com fios ao Arduino para receber os dados gerados pelo sensor de fluxo e enviar a um *smartphone* à distância.

No entanto, para possibilitar que os estudantes implementassem por conta própria a transmissão de dados de fluxo da água, foram demonstradas em aula a configuração e programação da placa Bluetooth para receber e transmitir outros tipos de dados. O professor montou outro sistema contendo um sensor de temperatura e outro de luminosidade,

acrescentando um led para sinalizar um evento (luminosidade insuficiente). Esta aparente divergência do projeto final teve dois propósitos:

- 1 deixar os estudantes implementarem a etapa 3 por conta própria;
- 2 mostrar outras possibilidades de sensoriamento de equipamentos industriais e monitoramento à distância, por isso a escolha dos sensores citados.



```
File Edit Sketch Tools Help
TIP122_12VCC 5
int pot=5;
int motor=3;

void setup()
{
  pinMode(pot,INPUT);
}

void loop()
{
  int value = analogRead(pot);
  analogWrite(motor, value/4);
}
```

Figura 6 - programação do controle do motor.

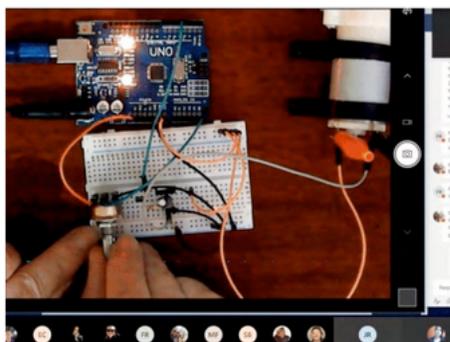


Figura 7 - controle de velocidade da bomba.

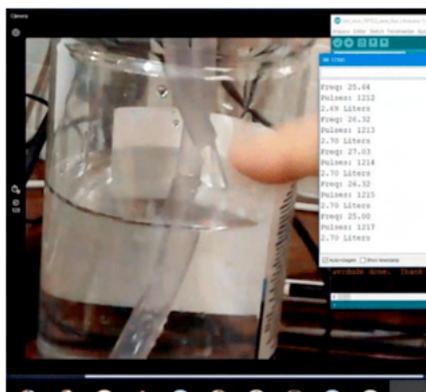
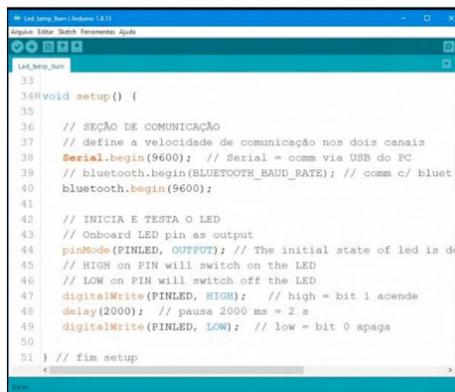


Figura 8 - sistema em funcionamento.



```
void setup() {
  // SEÇÃO DE COMUNICAÇÃO
  // define a velocidade de comunicação nos dois canais
  Serial.begin(9600); // Serial = comm via USB do PC
  // bluetooth.begin(BLUETOOTH_BAUD_RATE); // comm c/ bluet
  bluetooth.begin(9600);
}

// INICIA E TESTA O LED
// Onboard LED pin as output
pinMode(PINLED, OUTPUT); // The initial state of led is d
// HIGH on PIN will switch on the LED
// LOW on PIN will switch off the LED
digitalWrite(PINLED, HIGH); // high = bit 1 acende
delay(2000); // pausa 2000 ms = 2 s
digitalWrite(PINLED, LOW); // low = bit 0 apaga
} // fim setup
```

Figura 9 - programação da comunicação de dados.

Na Figura 10 a implementação citada. No *smartphone* foi instalado o programa *Serial Bluetooth*, disponível gratuitamente na plataforma Android para receber os dados. Nesta mesma figura, observa-se o *smartphone* (à esquerda) recebendo os mesmos dados mostrados no monitor serial existente no ambiente de programação do Arduino (à direita).

Com isto, nesta disciplina ao longo do semestre, foi possível agregar conceitos de outras disciplinas, como sistemas elétricos, programação de sistemas, mecânica dos fluidos e comunicação industrial, além do aprendizado propiciado pelo problema proposto, monitorar o consumo de água.

Dificuldades encontradas

Embora os estudantes tenham demonstrado grande interesse em participar do projeto neste formato, houve dificuldades em acompanhar e reproduzir alguns detalhes simples da implementação, que normalmente são resolvidos em laboratório diante do professor ou técnico instrutor (auxiliar docente).

Outra dificuldade foi devida à compra dos dispositivos pelas equipes, uma vez que o laboratório não tinha os componentes necessários.

6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A turma mostrou-se bem madura e proativa, facilitando o trabalho de intermediação do professor. Os estudantes, embora estivessem no mesmo período do curso, tinham níveis de conhecimento e vivência diferenciados, mas isso estimulou bastante as discussões e a troca de conhecimentos. Foi percebida uma intensa socialização que estimulou também os mais tímidos. Os benefícios do trabalho em equipe com o entrosamento requerido ficaram bem evidentes. O professor também precisou se atualizar, em face aos questionamentos e tecnologias pesquisadas pelos estudantes. Ressaltamos que as soluções apresentadas nas figuras mostradas não foram únicas, com ligeiras variações entre as equipes (exceto a programação, que teve de ser instruída pelo professor, uma vez que os componentes eletrônicos necessitaram tal programação específica).

Entende-se que o resultado mais importante foi a demonstração, por meio de um protótipo, de um ambiente industrial, onde um processo de utilização da água foi controlado e remotamente monitorado. Isso propiciou a integração pesquisa – universidade – empresa, por meio de um problema real trazido à discussão e busca de soluções.

Constatou-se que a evolução da disciplina ao longo do semestre com a metodologia PBL é perfeitamente factível, sendo possível alcançar os resultados esperados. A interrupção das atividades devido à pandemia, com a consequente transição das aulas totalmente presenciais (incluindo laboratório) para aulas virtuais, consumiu um tempo extra para a devida adaptação do professor e dos estudantes à nova plataforma.

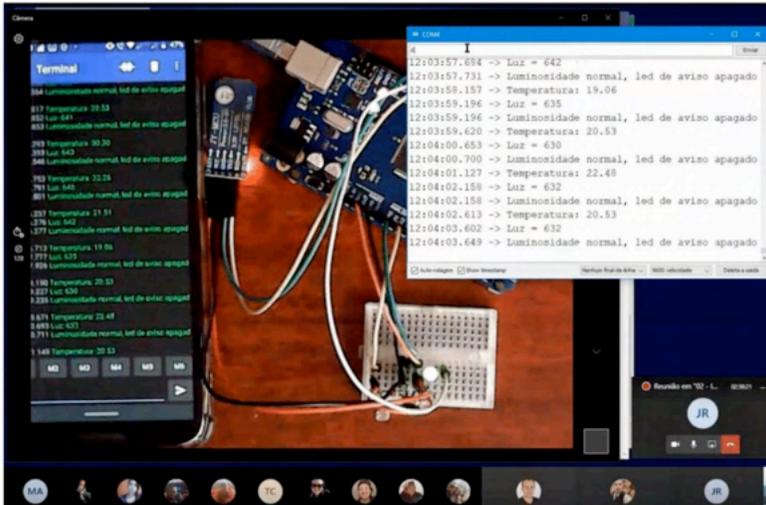


Figura 10 - dados sendo enviados ao smartphone.

Conclui-se que a metodologia PBL se adequa muito bem como instrumento a ser aplicado em disciplina afim de cursos superiores de tecnologia. O projeto proposto visou sua aplicação em um ambiente industrial, por meio do desenvolvimento de um protótipo em menor escala e de baixo custo. Com isso, foram contornados o problema de custo de implantação de um laboratório equivalente e, principalmente, o distanciamento social a que a pandemia forçou, uma vez que o funcionamento do protótipo foi demonstrado pelo professor com uma *webcam* portátil, baseado no projeto discutido previamente com os estudantes.

AGRADECIMENTOS

Aos estudantes que participaram deste projeto, turma do 4º semestre do curso, ao entender o momento que vivemos com a aplicação de uma atividade específica de laboratório transformada em aula remota, em que eles colaboraram adquirindo os dispositivos de baixo custo e reproduziram o protótipo em seus locais onde acompanhavam as aulas.

REFERÊNCIAS

Brasil. Governo Federal. **Presidente da República sanciona novo Marco Legal do Saneamento Básico. 2020.** Disponível em <https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/noticias/2020/julho/presidente-da-republica-sanciona-novo-marco-legal-do-saneamento-basico>. Acesso em junho de 2020.

FAUSTINO, Diogo Luis. **A contribuição do fluxo de valor para a redução de custos e resíduos industriais.** 2016. Dissertação (Mestrado Profissional) Processos Tecnológicos e Ambientais, Universidade de Sorocaba, Sorocaba, 2016.

FRITZING: **Electronics Made Easy.** Disponível em <https://fritzing.org/learning/get-started/>. Acesso em setembro de 2020.

LEAL, E. A.; MIRANDA, G. J.; CASANOVA, S. P. de C. **Revolucionando a Sala de Aula: Como Envolver o Estudante Aplicando as Técnicas de Metodologias Ativas de Aprendizagem.** 1. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

OLIVEIRA, E. **Simplificando a conexão entre o Módulo WiFi ESP8266 ESP- 01 e o Arduino.** [S. l.]: Master Walker Eletronic Shop, 2019. Disponível em: <https://blogmasterwalkershop.com.br/embarcados/esp8266/simplificando-a-conexao-entre-o-modulo-wifi-esp8266-esp-01-e-o-arduino/>. Acesso em: 17 jun. 2020.

QUETE, N., **Arduino – Motor de 12v con Control de Velocidad.** 2013. Disponível em https://www.taringa.net/+hazlo_tu_mismo/arduino-motor-de-12v-con-control-de-velocidad_ibf6h. Acesso em fevereiro de 2020.

TINKERCAD. **From Mind to Design in Minutes.** Disponível em: <https://www.tinkercad.com/>. Acesso em setembro de 2020.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acidentes de trabalho 25, 27, 29, 34, 35, 111

Água industrial 3

Análise 4, 5, 1, 3, 4, 5, 6, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 28, 37, 39, 40, 41, 43, 47, 49, 50, 53, 55, 56, 58, 59, 60, 64, 72, 81, 83, 84, 89, 108, 110, 111, 114, 117, 121, 122

Aprendizagem 56, 61, 87, 88, 93, 97, 124

Avaliação 3, 4, 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 22, 24, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 33, 35, 36, 60, 86, 89, 93, 109, 110, 113, 123

B

BIM 5, 75, 76, 77, 78, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86

Bottom 65, 66, 67, 68, 72, 73

C

Chiengora 5, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106

Ciclo de vida 3, 4, 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 75, 76, 77

Ciclo PDCA 37, 39, 40, 41, 51

Civil 5, 26, 75, 76, 77, 78, 84, 86, 111

Conhecimento 3, 4, 19, 32, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 72, 73, 86, 95, 111, 116

Construção 5, 11, 23, 26, 31, 55, 59, 63, 75, 76, 77, 78, 80, 83, 84, 85, 86, 89, 111, 117

Criação do conhecimento 3, 54, 55, 60, 65, 73

D

Desenvolvimento 3, 4, 2, 5, 13, 14, 16, 25, 26, 34, 41, 53, 54, 55, 56, 57, 59, 60, 62, 63, 65, 72, 73, 81, 88, 89, 90, 93, 96, 108, 110, 111, 112, 115, 117, 119, 122, 124

E

Edificação 75, 76, 80

Enfieltrado 98, 99, 103, 105

Estudo de caso 5, 15, 51, 63, 75, 76, 80, 88, 111

F

Florestal 3, 4, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 33, 34, 35, 36

G

Gamificação 3, 4, 53, 54, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 72

Gestão 3, 4, 5, 13, 15, 16, 25, 32, 34, 35, 40, 51, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 72, 75, 76, 77, 78, 81, 84, 85, 86, 108, 111, 117, 122, 123, 124

Gestão de projetos 3, 5, 75, 76, 78, 84, 85, 86

J

Jeans 4, 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15

L

Line 65, 66, 67, 68, 72, 73, 108, 122

M

Mecanização 3, 25

N

Napa 98, 103, 104

O

Ontologia 4, 65, 72

Operações florestais 3, 25

P

Pessoas 3, 27, 38, 39, 53, 54, 57, 62, 64, 77, 78, 111

Processos 3, 5, 12, 13, 17, 18, 21, 22, 39, 41, 54, 56, 57, 58, 59, 62, 76, 77, 78, 81, 88, 89, 97, 110, 124

Produtivos 3, 17, 21, 88

R

Reduzir custos 37

Residencial 75, 76, 79, 80

S

Segurança do trabalho 3, 25, 27, 28, 35, 108, 109, 110, 113, 115, 116, 122, 123

Setor têxtil 1, 3, 6, 13, 15

Sustentabilidade 1, 2, 3, 15, 65, 72, 73, 88

Sustentável 3, 4, 5, 13, 65, 73, 108, 111, 122

T

Tejido punzonado 98, 104, 105

Tempos mortos 17

Teoria 3, 59, 65, 73

Transferência 3, 53, 54, 57, 60, 61, 62

Triple 65, 66, 67, 68, 72, 73

U

Usina siderúrgica 4, 37

 www.atenaeditora.com.br

 contato@atenaeditora.com.br

 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)

 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Collection:

APPLIED PRODUCTION ENGINEERING

 www.atenaeditora.com.br

 contato@atenaeditora.com.br

 @atenaeditora

 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Collection:

APPLIED PRODUCTION ENGINEERING