

Produção de um ciclone automatizado e de baixo custo para divulgação do curso de engenharia química em Manaus**Production of a low-cost automated cyclone for Manaus chemical engineering course**

DOI:10.34117/bjdv6n10-652

Recebimento dos originais:08/09/2020

Aceitação para publicação:28/10/2020

Cristiane Daliassi Ramos de Souza

Doutorado

Instituição de atuação atual: Universidade Federal do Amazonas (UFAM)
Endereço completo: Av. Rodrigo Otávio 6200, Coroado, setor Norte, Faculdade de Tecnologia,
Departamento de Engenharia Química. CEP 69080-900. Manaus-AM
E-mail: cdaliassi@ufam.edu.br

William Costa e Silva

Doutorado

Instituição de atuação atual: Universidade Federal do Amazonas (UFAM)
Endereço completo: Rua José Lopes, 07, Apto 103, Bairro: Parque 10. Manaus-AM
E-mail: williamesilva@ufam.edu.br

Carlos Augusto Valério Lima

Acadêmico de Engenharia Química

Instituição de atuação atual: Universidade Federal do Amazonas (UFAM)
Endereço completo: Rua Antônio Luiz Pereira, n.88. Manaus-AM
E-mail: carlos.valeriolima@outlook.com

Gean Carlos Costa e Costa

Mestrando de Engenharia Química

Instituição de atuação atual: Universidade Federal de Uberlândia (UFU)
Endereço completo: Av. João Naves de Ávila, 2121 - Santa Mônica, Uberlândia - MG
E-mail: geancarloscostaecosta@gmail.com

Raphaely Brito Lomas

Acadêmica de Engenharia Química

Instituição de atuação atual: Universidade Federal do Amazonas (UFAM)
Endereço completo: Rua Ilídio Lopes, 509, Japiim, Manaus-AM
E-mail: raphaelybl@gmail.com

Rodrigo Botinelly Nogueira

Mestrando de Engenharia Química

Instituição de atuação atual: Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)
Endereço completo: Rua Major Gabriel - Centro
E-mail: rodrigo_rbn15@hotmail.com

RESUMO

Em Manaus grande parte dos alunos que terminam o ensino médio escolhem um curso universitário sem o seu respectivo conhecimento. Este trabalho teve como objetivo a construção e automação de um ciclone caseiro, efetuado por discentes da Engenharia Química da UFAM, para demonstração aos alunos do ensino médio. O ciclone foi construído com materiais recicláveis e automatizado com arduino. Os resultados mostraram que 91% dos alunos não tinham conhecimento do curso de Engenharia Química.

Palavras-chave: ciclone, Engenharia Química, Educação.

ABSTRACT

In Manaus, most of the students who finish high school choose a university course without their respective knowledge. This work had as objective the construction and automation of a homemade cyclone, made by students of Chemical Engineering of UFAM, for demonstration to the students of high school. The cyclone was built with recyclable materials and automated with arduino. The results showed that 91% of the students had no knowledge of the Chemical Engineering course.

Keywords: cyclone, Chemical Engineering, Education.

1 INTRODUÇÃO

A qualidade de ensino e de aprendizagem nas escolas no Brasil é baixa. Segundo dados do Programa Internacional de Avaliação dos Estudantes (PISA), no ano de 2018, o Brasil apresentou índices baixos em relação a leitura, matemática e ciência.

Diante disso, a etapa de definição de uma profissão está relacionada tanto a características pessoais, como também ao contexto histórico e sociocultural, além da perspectiva de empregabilidade, renda, interesses, habilidades e expectativas em relação ao futuro (Gatti e Barreto, 2009).

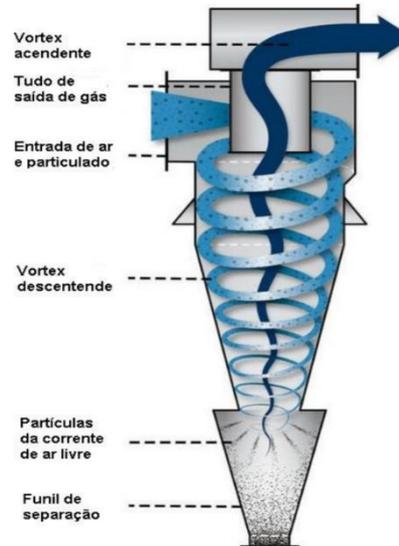
É o que acontece com a Engenharia Química, muita gente ainda desconhece, mas ela está presente em diversos produtos que são consumidos pela sociedade como plásticos, tintas, fertilizantes, farmacêuticos, cosméticos, têxteis, alimentos, entre muitos outros. Ou seja, é uma profissão muito abrangente e diversificada, o que favorece bastante as oportunidades de trabalho (Cremasco, 2014).

O Engenheiro químico é responsável por projetar, construir e operar plantas químicas industriais. Ou seja, dedica-se à concepção, desenvolvimento, dimensionamento, melhoramento e aplicação dos processos e dos seus produtos (Wikipedia, 2020).

Um dos equipamentos largamente empregados para separar e coletar partículas do ar ou para limpeza de gases de processos, pela ação da força centrífuga, é denominado de ciclone (Perry, 2007).

A suspensão gás-sólido entra no ciclone por uma entrada tangencial e inicia um escoamento giratório na seção anular compreendida entre o tubo de saída do gás e o corpo do ciclone (Meier e Mori, 1998). As partículas sob ação da força centrífuga, oriunda do escoamento da fase fluida, deslocam-se na direção da parede, conforme mostra a Figura 1.

Figura 1. Representação esquemática do funcionamento de um ciclone (Scheibel, 2018).



Muito utilizado na indústria, os ciclones são divididos em vários tipos, onde o mais comum é o tangencial. Apesar da fácil manutenção esses equipamentos apresentam dois pontos cruciais para seu desempenho: o diâmetro de corte das partículas e a queda de pressão (Lim et al., 2020).

Tavares et al. (2015) cita que os materiais usados com frequência para a construção de ciclones são: alumínio, aço inox e mild steel com revestimento cerâmico de tal modo a prolongar o período de manutenção por desgaste devido à abrasão.

Os autores também citam que o PET (Polietileno Tereftalato) é uma alternativa viável para a construção de um ciclone tendo como principal foco a questão ecológica, assim como sua leveza e elevada resistência, haja vista que são empregados em embalagens de longa durabilidade como as de bebidas carbonadas (Tavares et al., 2015).

Com a evolução tecnológica e a criação de unidades microprocessadas dotadas de maior capacidade de processamento, a automação vem se desenvolvendo rapidamente em diversas áreas (Melo et al, 2019). A Plataforma Arduino apresenta um ambiente de desenvolvimento (IDE) amigável que utiliza uma linguagem de programação típica e de fácil aprendizagem.

Arduino é uma plataforma de prototipação *open-source* baseada em hardware e software acessíveis. É considerada a primeira plataforma a usar o conceito de hardware livre, responsável

pela popularização do conhecimento em eletrônica programável. A placa Arduino interage com o ambiente recebendo em suas entradas sinais de vários tipos de sensores e atua nesse ambiente por meio do acionamento de luzes, motores entre outros (Dantas et al, 2020).

Diante disto, o projeto “Estudo e construção de equipamentos caseiros de Engenharia Química: divulgação do curso na sociedade” que foi desenvolvido pelo Programa de Extensão da Universidade Federal do Amazonas teve como finalidade aprimorar habilidades nos discentes para o desenvolvimento de equipamentos como também aumentar a atratividade da carreira de engenharia para alunos do ensino médio.

Portanto, o presente trabalho tem como objetivo apresentar os resultados do projeto na construção de um ciclone utilizando materiais de baixo custo, assim como a divulgação do curso de engenharia química na rede pública de Ensino na cidade de Manaus-AM.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para atingir os objetivos optou-se em realizar um estudo qualitativo com uma descrição da parte física do equipamento durante a apresentação nas escolas de ensino médio, como também a parte da programação do equipamento.

A fim de enquadrar o ciclone nos parâmetros estabelecidos pelo projeto, onde afirma-se que o equipamento deve ser de baixo custo, os materiais utilizados na construção do protótipo foram de fontes recicláveis como PET e tubos de PVC.

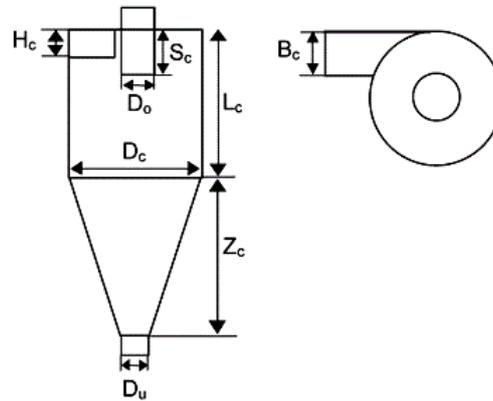
- 1ª Etapa: Construção do Ciclone

O dimensionamento dos ciclones foi realizado tendo como referência o diâmetro do corpo cilíndrico (diâmetro de corte), para um ciclone tangencial (Cremasco, 2014), conforme a Figura 2.

A matriz do ciclone foi definida de garrafa PET na qual seu formato se aproximava da estrutura de um separador legítimo para a qual foi devidamente moldada e estabelecidas as medidas relacionadas às demais estruturas.

A estrutura foi construída com matriz de PET e tubos de PVC de $\frac{3}{4}$ ". Mesmo não sendo possível enquadrar o equipamento nas famílias estabelecidas conforme a literatura, criou-se uma com base nas medidas da matriz utilizada, tal qual o trabalho de Tavares et al. (2015) para o equipamento e tubos utilizados. Assim, foram utilizadas as equações de 1 a 7:

Figura 2. Dimensionamento de um ciclone (Lacerda, 2007).



$$B_c = \frac{D_c}{4,375} \quad (1)$$

$$H_c = \frac{D_c}{4,375} \quad (2)$$

$$D_0 = \frac{D_c}{4,375} \quad (3)$$

$$L_c = 1,6109 * D_c \quad (4)$$

$$Z_c = 0,8095 * D_c \quad (5)$$

$$D_u = \frac{D_c}{3,5} \quad (6)$$

$$S_c = \frac{D_c}{2,333} \quad (7)$$

Utilizando as correlações citadas foi possível chegar nas medidas definidas para o ciclone conforme dados apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Medidas das dimensões do ciclone utilizando PET.

Dc (cm)	10,5
Bc (cm)	2,4
Hc (cm)	2,4
De (cm)	2,4
Du (cm)	3,0
Sc (cm)	4,5
Lc (cm)	8,5
Zc (cm)	17

- 2ª Etapa: Programação

A implementação da parte eletrônica foi desenvolvida com o intuito de alcançar a melhor performance de automação através de cursos online sobre a plataforma Arduino pelo site *Codeiot*, desenvolvido pelo Laboratório de Sistemas Integráveis Tecnológico.

A plataforma Arduino é um objeto de estudo bastante utilizado para o ensino visando didática, utilizada pelos autores Bridi et al. (2013) e Casara et al. (2014).

A placa Arduino utilizada foi um microcontrolador que atua como um miniprocessador utilizando várias funcionalidades disponíveis dentro de um único chip. Além disso, a plataforma possui uma linguagem de programação similar à C/C++ (Lima e Villaça, 2012).

Juntamente com a placa Arduino Uno R3, os componentes eletrônicos possuem papel fundamental no funcionamento do equipamento, sendo eles: relé de 3 pinos, motor CC, jumpers, resistores, módulo hc05, protoboard e fonte universal para notebook. Tais elementos podem ser visualizados na Figura 3.

Figura 3. Placa Arduino Uno R3.



No mercado existem várias versões de placas Arduino, a versão escolhida atende a quantidade necessária de entradas digitais e analógicas para o sistema. Os condutores de sinais utilizados foram os jumpers macho-macho e macho-fêmea conforme o arranjo do componente eletrônico, sendo todos com resistência de 10k.

O relé tem a função de chave do sistema, assim como de acionar o motor conectando-se ao microcontrolador Arduino. Para não queimar os fios de cobre do motor, a energia precisa ser antes direcionada para uma fonte universal de computadores, tendo sua alimentação reduzida podendo ser controlada entre os intervalos de 12 a 24V de modo a preservar a vida útil do motor.

O computador é utilizado como fonte de energia para placa de Arduino, porém o acionamento do motor foi realizado via *bluetooth* através do aplicativo “app *bluetooth terminal*”

encontrado em sistemas *Android* para smartphones com o intuito de buscar no sistema a independência e o dinamismo a serem empregados na indústria 4.0.

O script inserido na IDE contida na Figura 4 apresenta os comandos inseridos para controlar o sistema no geral. É possível visualizar um conjunto de instruções que através do comando do usuário determina uma ação realizada pelos componentes eletrônicos.

Figura 4. IDE da plataforma Arduino contendo script sobre o funcionamento do equipamento.



```

led1s
int pino6 = 6;

void setup() {
  pinMode (pino6,OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  digitalWrite(pino6, HIGH);
  int valordigitalLED = digitalRead(pino6);
  delay(1000);
  digitalWrite(pino6, LOW);
  delay(1000);
  Serial.println("Valor do LED:");
  Serial.println(valordigitalLED);
}

```

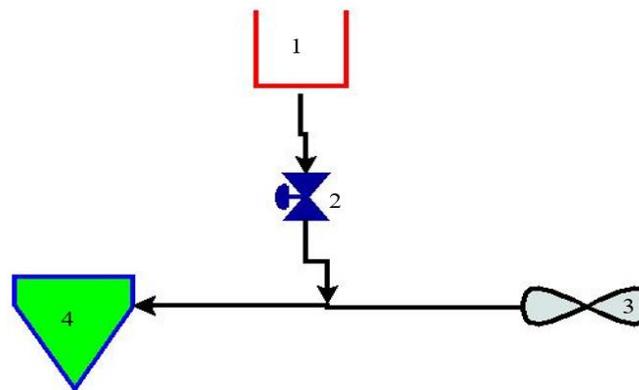
Done compiling

Binary sketch size: 3.204 bytes (of a 32.256 byte maximum)

17 Arduino Uno on COM0

Após a construção de ambas as partes, o sistema composto pelo ciclone juntamente com a programação é representado conforme a Figura 5.

Figura 5. Representação em flowsheet do Sistema: 1) porta amostra; 2) válvula; 3) motor; 4) ciclone.



- 3ª Etapa: Palestra de divulgação do curso e demonstração do ciclone

As apresentações foram programadas para serem realizadas no ambiente estudantil do público alvo, alunos do ensino médio de escolas públicas, por meio de interações com os acadêmicos de Engenharia Química, participantes do projeto.

Durante as palestras cada discente ficou responsável por divulgar o curso de engenharia química, bem como comentar suas experiências e expectativas acadêmicas, buscando mostrar como a engenharia química está presente no dia a dia de cada um.

A Figura 6 apresenta o questionário elaborado para a distribuição aos alunos no final da apresentação, com o propósito de verificar o conhecimento do curso de engenharia química e o grau de satisfação do projeto.

Figura 6. Questionário avaliativo.

Projeto: ESTUDO E CONSTRUÇÃO DE EQUIPAMENTOS CASEIROS DE ENGENHARIA QUÍMICA: DIVULGAÇÃO DO CURSO NA SOCIEDADE

QUESTIONÁRIO PARA PESQUISA DE SATISFAÇÃO DOS ALUNOS

Data: 04/12/2019
Público alvo: alunos do Ensino Médio

ROTEIRO DE PERGUNTAS

1. VOCÊ TEM INTERESSE EM FAZER UM CURSO DE GRADUAÇÃO ? QUAL ?

2. VOCÊ JÁ TINHA CONHECIMENTO SOBRE O CURSO DE ENGENHARIA QUÍMICA ?
() SIM. ONDE ? _____
() NÃO

3. VOCÊ GOSTOU DA APRESENTAÇÃO DO EQUIPAMENTO DESENVOLVIDO PELOS ALUNOS DO CURSO DE ENGENHARIA QUÍMICA DA UFAM ?
() SIM
() NÃO. PORQUE ? _____

4. A EXPLICAÇÃO SOBRE O EQUIPAMENTO FOI CLARA ? DESTAQUE O QUE MAIS CHAMOU ATENÇÃO.

Coordenadora: Profa. Dra. Cristiane Dall'Ázei Ramos de Souza
Componentes: Prof. Colaborador William Costa e Silva e os discentes Carlos Augusto, Cláudia Anthony, Gean Carlos, Isabela Coutinho, Janaina Monteiro, Maria Juliana Lima, Lucas Oliveira, Raphaelly Lomas, Rodrigo Botzelly, Thaysa Costa.

www.ufam.edu.br
email: deq@ufam.edu.br
coordenquimica@ufam.edu.br

PROEXT
Pro - Rector de Extensão

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A primeira parte do projeto consistia na construção do equipamento relacionado ao curso de Engenharia Química. Os discentes escolheram e dimensionaram o ciclone.

A Figura 7 apresenta o sistema completo do ciclone construído com materiais recicláveis.

Figura 7. Sistema completo do ciclone.



Um dos objetivos propostos além da construção de um ciclone de baixo custo foi a interação com a comunidade estudantil de escolas públicas na cidade de Manaus para promover a divulgação do curso de engenharia química.

Dessa forma, a apresentação foi realizada em turmas do 2º ano do ensino médio da escola estadual Sant'Ana, localizada no bairro Aleixo, na cidade de Manaus.

A demonstração de experimentos envolvendo o ciclone e relatos dos próprios acadêmicos quanto as suas experiências no curso de Engenharia Química da UFAM objetivaram ajudar os jovens na tomada de decisão quanto à carreira profissional, conforme mostra a Figura 8.

Figura 8. Demonstração do ciclone e divulgação do curso de Engenharia Química na escola Sant'Ana.



Através do projeto pedagógico “Little Maker” que enfatiza a importância da atuação mútua entre a teoria e a prática, apresentando um diferencial no qual o aluno busca parte do seu conhecimento junto a um tutor.

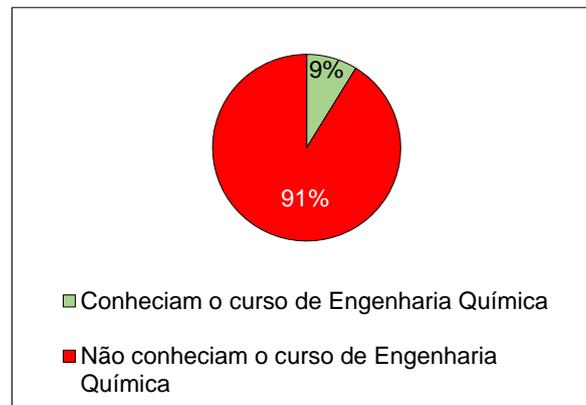
A construção do ciclone adotou esse projeto onde os acadêmicos foram responsáveis pelas pesquisas e construção do protótipo, e os coordenadores atuaram como os “tutores” apontando melhorias, bem como reforçando o aprendizado.

Além disso, durante a apresentação foram enfatizados conceitos como a reciclagem, a física e a automação através do smartphone, para promover o acionamento do ciclone.

No final, os questionários foram distribuídos para as turmas buscando “avaliar” os alunos com respeito a apresentação. Ao total foram respondidos 57 questionários.

Com estes dados, foi possível observar que 91% dos alunos não tinham conhecimento do curso de engenharia química, enquanto 9% alegaram conhecer através de palestras, amigos ou por meio de escolas de ensino técnico, conforme mostra a Figura 9.

Figura 9. Resposta sobre o conhecimento do curso de Engenharia Química pelos alunos da escola Sant’Ana.



O resultado apresentado pela Figura 9 leva a pensar que o curso de engenharia química não recebe grande visibilidade nas escolas da rede pública de Manaus, o que pode promover um maior contato da comunidade acadêmica com a rede de ensino.

Os resultados tornam-se altamente relevantes utilizando o “movimento maker” proposto por Lopes et al. (2019), o qual surgiu baseado nos ideais do movimento DIT “*Do It Together*”. O curso de engenharia química foi apresentado como novidade a mais de 90% dos alunos entrevistados. Tal fato além de gratificante, traz consigo a missão de ampliar a visão da engenharia química nas escolas da rede pública de ensino.

Juntamente com os conceitos da física, química e matemática, os quais fundamentam a base da engenharia, a inclusão da tecnologia através do smartphone vem para aproximar os alunos da quarta revolução industrial, chamada de indústria 4.0 onde são desenvolvidos os conceitos de automação.

Dessa forma, é possível dizer que no dia a dia do engenheiro químico e dos cidadãos, a indústria 4.0 proporciona tanto acionar máquinas de grande porte via distância como também o simples fato de acionar uma lâmpada, ou mesmo ligar uma cafeteira via aparelho celular.

Em paralelo a isso, temos a IoT “*Internet of Things*” a qual se apresenta como ferramenta fundamental para troca de informações, assim como está presente na indústria 4.0, pois a comunicação entre aparelhos ou máquinas ocorre tanto via wireless como também via conexão *bluetooth* (Maynard, 2015).

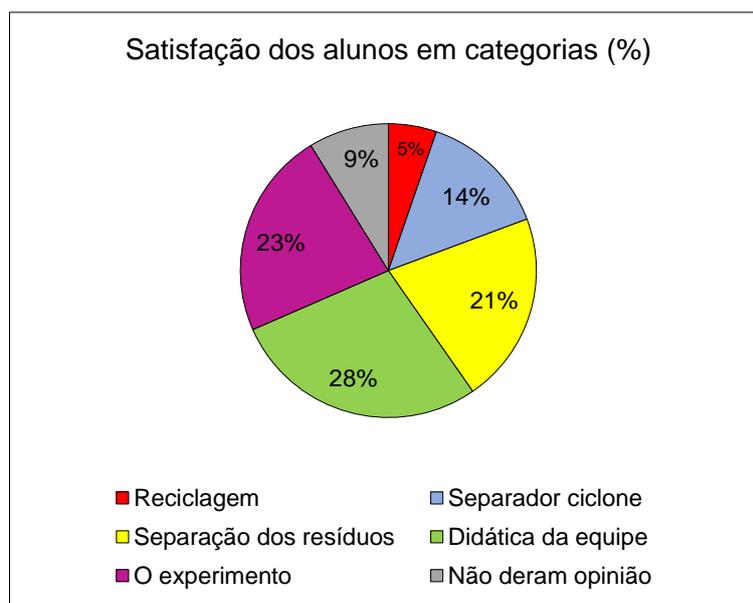
O uso dessas metodologias, aplicadas ao ensino médio, acaba se justificando no ponto em que, segundo Teixeira et al. (2019), os jovens encontram-se inseridos na chamada “geração Z”, onde a tecnologia já se encontra presente de diversas maneiras.

Portanto, torna-se uma geração que não se adapta aos métodos tradicionais de ensino, sendo necessário o uso de ferramentas as quais estejam presentes em seu cotidiano e transpor os demais conceitos de forma prática, principalmente de automação.

A Figura 10 apresenta o feedback das respostas do questionário relacionadas à apresentação, divididas em seis categorias, bem como analisados o grau de satisfação de cada uma conforme o total analisado. Com destaque para a didática da equipe (28%), o experimento completo (23%) e a separação de resíduos (21%).

Sabendo que, das três categorias que receberam destaque, a didática do time acadêmico obteve o maior percentual foi gratificante, logo o “movimento maker” adotando os ideais do DIT conseguiu transcender certas “barreiras” relacionadas ao foco dos alunos do ensino médio.

Figura 10. Respostas dos alunos da escola Sant’Ana para a apresentação no geral.



A ação de trazer materiais da rotina laboratorial, bem como os resíduos de um procedimento industrial e, usá-los como ferramentas de ensino onde os conceitos técnicos conseguiram ser transmitidos em palavras simples e de fácil entendimento, foram também considerados pontos chave.

Sendo assim, houve ganhos relacionados ao ensino-aprendizagem tanto para os discentes do projeto de extensão da UFAM, como também para os alunos do ensino médio.

Para a equipe da UFAM, a oportunidade de colocar a “mão na massa” e levar a engenharia química para sala de aula, fora do ambiente acadêmico, colocando em prática o que aprenderam em disciplinas como “Operações Unitárias” mostra que estão no caminho certo.

Para a comunidade estudantil do ensino médio traz a possibilidade de novos ares, novos meios de aprendizagem, novos horizontes a serem explorados, principalmente quanto à escolha de uma carreira a seguir.

O segundo ponto de maior interesse foi o experimento completo. Tal fato se justificou devido o uso da automação adotada para acionar o ciclone via *bluetooth*. Essa ferramenta faz uma ponte direta com a Indústria 4.0 e, mostra que, na engenharia química, a automação e o uso das redes de comunicação encontram-se presentes.

Já o terceiro ponto de maior interesse foi a separação de resíduos, que teve como objetivo o uso no separador ciclone. O resíduo utilizado foi o lodo da estação de tratamento de águas, seco e triturado. Assim, foi possível abordar pontos referentes à educação ambiental, principalmente com foco na sustentabilidade.

4 CONCLUSÃO

A partir dos estudos realizados na área de ciclones, foi possível a construção e automação deste tipo de equipamento pelos discentes do curso de Engenharia Química da Universidade Federal do Amazonas.

Como um dos objetivos do projeto era utilizar materiais recicláveis para o corpo do ciclone, a dimensão da garrafa PET precisava ser definida e por isso, foi necessário realizar adaptações para seu equacionamento.

Assim, o projeto atingiu seu principal objetivo que foi levar aos alunos da rede pública de ensino de Manaus o conhecimento do curso da Engenharia Química através da demonstração de um equipamento criado por discentes da UFAM.

Os resultados positivos da apresentação na escola tiveram como destaque três pontos, a didática da equipe (28%), o experimento completo (23%) e a separação de resíduos (21%).

Portanto, conclui-se que o trabalho foi gratificante e precisa ter continuidade para outras escolas, pois tanto a divulgação do curso, como também temas relacionados à automação em plataforma arduino, pode mostrar aos alunos sobre a diversidade da Engenharia Química.

Por fim, temas como sustentabilidade e reaproveitamento de resíduos também foram abordados, transpondo aos mesmos a importância e o compromisso que a Engenharia Química tem com os diversos ecossistemas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Pró-Reitoria de Extensão da Universidade Federal do Amazonas pelo apoio financeiro ao projeto PACE 124/2019-2, ao qual este trabalho foi realizado.

REFERÊNCIAS

- Bridi, E; Giancesini, B. B.; Bianchi, E. C. et al. Oficina de Arduíno como ferramenta interdisciplinar no curso de engenharia elétrica da UFMT: A experiência do PET-Elétrica. In: Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE 2013). Gramado, Anais..., 2013.
- Casara, V. P.; Zamparette, R. L. B; Beloli, A. S. R. Utilização da plataforma Arduino como forma de contribuição para a melhoria da qualidade da formação acadêmica dos alunos e introdução de novas práticas pedagógicas no cursos de engenharia elétrica. In: XLII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE 2015), Juiz de Fora, Anais..., 2015.
- Creiasco, M. A. Operações Unitárias em Sistemas Particulados e Fluidomecânicos. 2ª ed. São Paulo: Blucher, 2014. 423p.
- Dantas, J. G. A.; Xavier, B. M.; Madureira, J. C.; Borges, E. S. Plataforma de hardware livre para auxílio ao ensino da programação. *Braz. J. of Develop.*, 6 (2), 6802-6825, 2020.
- Gatti, B. A.; Barretto, E. S. S. *Professores do Brasil: impasses e desafios*. Brasília: Unesco, 2009. 294p.
- Lacerda, A. F. Estudo dos efeitos das variáveis geométricas no desempenho de ciclones convencionais e infiltrantes. 2007. 100f. Tese (Doutorado em Engenharia Química). Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.
- Lim, J.; Park, I. S.; Lee, J. H.; Zahir, Z. M.; Yook, J. S. Performance evaluation of a tangential cyclone separator with additional inlets on the cone section. *Powder Technology*, 359, 118-125, 2020.
- Lima, C. B.; Villaça, M. V. M. AVR e Arduino: Técnicas de Projeto. 2ª ed. Florianópolis: Ed. dos Autores, 2012. 632p.
- Lopes, L. O.; Oliveira, P. R. P.; Santos, K. F.; Pomari, E.; Thuler, D. O “Maker” na Escola: uma Reflexão sobre Tecnologia, Criatividade, e Responsabilidade Social. In: IV Congresso sobre Tecnologias na Educação, Recife, Anais..., 2019.
- Maynard, A. D. Navigating the fourth industrial revolution. *Nature Nanotechnology*, 10 (12), 1005-1006, 2015.
- Meier, H. F., Mori, M., Gas-solid Flow in Cyclones: The Eulerian-eulerian Approach. *Computers Chemical Engineering*, 22, S641-S644, 1998.
- Melo, I. E. S.; Correia, L. M. A. M.; Machado, L. C.; Barros, M. O.; Melo, K. E. S.; Silva, F. P.; Silva, A. T. C. Educação e tecnologia: ensino da automação por meio do desenvolvimento de um protótipo didático *Braz. J. of Develop.*, Curitiba, 5 (12), 30874-30893, 2019.
- Perry, R. H. *Chemical Engineer’s Handbook*. 7ª ed. NewYork: McGraw-Hill, 1997. 400p.
- PISA - Programa Internacional de Avaliação de Estudantes. <http://portal.inep.gov.br/web/guest/acoes-internacionais/pisa/resultados>. Acessado em janeiro 2020.

Scheibel, M. Avaliação e dimensionamento de um sistema de transporte pneumático em uma indústria de leite em pó. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Química). Universidade do Vale do Taquari. 2018.

Tavares, P. F.; Silveira, A. G.; Jorge, S. I.; Paiva, S. L.; Ferreira, B. O. P.; Pignata, M. R.; Tavares, R. S.; Neto, L. J.; Souza, L. D. Construção de ciclone a partir de materiais recicláveis. Revista Brasileira de Ciência, Tecnologia e Inovação, 1 (2), 75-82, 2015.

Teixeira. P. L. R.; Silva. M. R.; Shitsuka. R.; Silva. D. C. P.; Metodologia ativa: Um estudo de caso ensino na disciplina de desenho em estudantes de engenharia da geração Z, Revista Humanidades e Inovação, 6 (12), 309-321, 2019.

Wikipedia. Definição Engenheiro Químico.
https://pt.wikipedia.org/wiki/Engenheiro_qu%C3%ADmico. Acessado em julho de 2020.