

Solar Sailor



Marta Santos, 5529
Manuel Lebre, 6891
Francisco Aguiar, 6150
Tomás Coutinho, 6443

01/06/2025

Agradecimentos

Como grupo, gostaríamos de agradecer ao nosso professor, Pedro Jorge, pelas indicações e conselhos, o seu contributo foi essencial ao projeto *Solar Sailor*. Agradecemos também ao Colégio Valsassina, que nos disponibilizou alguns dos materiais que precisamos ao longo deste projeto, e, finalmente, um agradecimento a todos os membros deste projeto e da nossa turma que tornaram a sua execução possível.

Resumo

O nosso projeto é uma opção **sustentável** que aproveita o que já está presente no dia a dia. Pretendemos criar um **barco**, movido por energia criada a partir de **variação de temperatura**, através de **placas de Peltier** e uma **lente de Fresnel**. Este trabalho procura explorar um novo método energético e propor uma **embarcação marítima** inovadora.

Palavras-chave

- Sustentável, barco, variação de temperatura, placas de Peltier, lente de Fresnel, embarcação marítima.

Índice

Agradecimentos.....	2
Resumo.....	2
Palavras-chave.....	2
Introdução.....	4
Metodologias.....	5
Materiais:.....	5
Procedimentos.....	6
Arduino Uno:.....	6
Placas de Peltier :.....	7
Lente de Fresnel:.....	8
Cronograma.....	11
Resultados esperados.....	13
Referências Bibliográficas.....	13
Contactos.....	13

Introdução

Com o avanço da poluição marítima criado pelos humanos e pela utilização nefasta de combustíveis fósseis, o nosso grupo decidiu criar um barco movido a energia renovável para o projeto de física e química do décimo primeiro ano.

Com alguma pesquisa e conselhos dados pelo nosso professor, chegamos à conclusão que as placas de Peltier seriam a fonte perfeita de energia para o nosso trabalho, pois este método energético era-nos desconhecido e achamos que seria um bom desafio para o nosso trabalho atual. Obtivemos ajuda do professor na utilização do Arduino e do módulo controlador de motores. Fizemos inúmeras pesquisas de como utilizar e programar o Arduino e finalmente conseguimos que os motores funcionassem. O nosso objetivo principal era criar uma embarcação que se mova com energia criada pelas placas de Peltier, através da variação de temperatura criada pelo lado de baixa temperatura, que se obtém através de um dissipador de computador, que está em contacto com o ar e pelo lado de alta temperatura, em que utilizamos uma lente de Fresnel para centralizar a luz do sol num só foco e uma placa de metal preta que absorve a luz. Deste modo é criada uma variação de temperatura, aproveitada para movimentar a embarcação.

O principal motivo de escolha deste projeto foi o facto de termos vontade de descobrir novas e mais sustentáveis formas de produção de energia. Consideramos também que devíamos tentar ser sustentáveis ao máximo neste projeto escolar, visto que ser consciente ambientalmente é de extrema importância atualmente. Adicionalmente, gostaríamos de criar uma inovação que fosse aplicável ao mundo real e ao setor náutico. O nosso objetivo é que os engenheiros navais consigam aplicar a ideia do nosso barco aos barcos futuros, com intenção de conseguirmos poluir menos.

Algumas questões que deram início ao *Solar Sailor*:

- Será que é possível criar um barco sustentável que se movimente através de energia criada pela variação de temperatura?
- Será possível implementar uma energia renovável baseada na variação de energia?
- Será que é possível fazer um modelo inovador e sustentável de um barco?

Metodologias

Materiais:

4 Placas de Peltier - 2*4,06€
Dissipador de computador - 24,01€
Lente de Fresnel - 20,23€
12 Estacas de madeira - 2*2,59€
Placa de madeira
Pasta térmica
Cerâmica (1 azulejo)
Arduino uno - 18,45€
Cabos macho-fêmea - 5,95€
Cabos macho-macho - 4,56€
Pilha 9V (apenas para testes iniciais)
Breadboard - 5,83€
Joystick (apenas para testes iniciais)
Módulo Bluetooth - 17,10€
Impressora 3D
2 motores à prova de água - 25,40€
Módulo controlador de motores para Arduino - 2,25€
2 Sensores de luz foto-resistência LDR - 2*0,26€
Silicone
Tinta em *spray* preta - 2*4,99€
Cabo adaptador de bateria para arduino (pilha 9V) - 3,96€
Chapa metálica - 7,45€
Resistências de 2k e 1k
Painel de madeira maciça - 11,29€
Bateria de lítio - 19,70€
Stepper motor - 2*6,15€
Super cola - 2*1,99€
Placa PCB
Tubo de PVC - 6,95€
Módulo Boost Step Up
PCB - 26,79€
Carregador para bateria de lítio - 15,99€
Cabo USB fêmea - 9,99€
Ligação macho para PCB - 0,79€
Microcontrolador Arduino Micro - 24,25€
Espuma expansiva - 2*3,89€
Módulo de sensor corrente - 10,31€

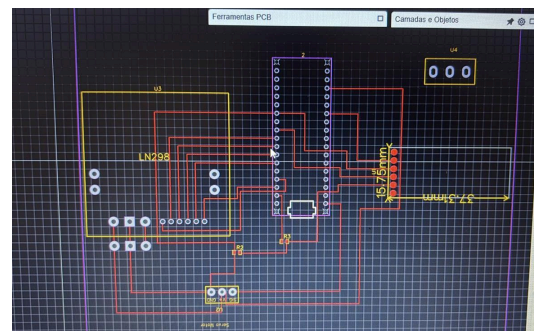
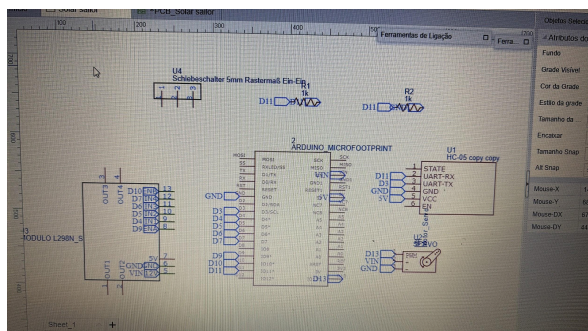
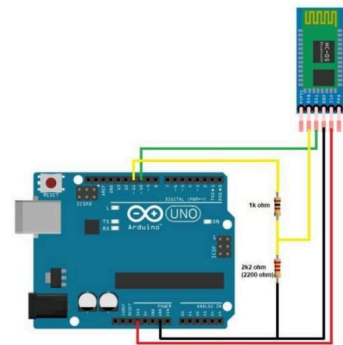
Valor total gasto: 309,11€

Nota: Os materiais sem valor referido foram aproveitados de projetos antigos, reutilizados ou fornecidos pelo Colégio Valsassina. Procuramos sempre como grupo ser o máximo sustentável, reutilizando muitos dos materiais e apenas comprando o essencial. 88% do material comprado foi financiado pelo Colégio Valsassina.

Procedimentos

Arduino Uno:

No *Solar Sailor* é utilizado um Arduino Uno R3, é uma placa básica que tem uma boa quantidade de entradas, sendo umas das melhores placas para iniciantes e projetos sustentáveis. A placa visa controlar e ajustar a velocidade do barco. Utilizamos uma bateria de lítio, um módulo controlador de motores e um módulo Bluetooth, uma melhoria em relação aos materiais iniciais: a pilha de 9V e o *joystick*. Também foram adicionadas resistências e ligações para o módulo bluetooth não sofrer uma sobrecarga e funcionar da melhor forma. Além disso, também criamos uma aplicação para o controlo do barco, sendo mais prático do que um comando *wireless*. Esta aplicação foi criada através da plataforma MIT App Inventor, que oferece as ferramentas necessárias para criar uma app apta para o controlo do barco. A app desenvolvida serve apenas para o deslocamento do barco, pois o *stepper motor* move-se automaticamente, através de sensores de luz (LDR foto-resistências), em que se vão localizar nas partes laterais do motor e vão detetar a localização onde são mais incidentes os raios solares, fazendo com que a lente de fresnel se mantenha na posição ideal para o melhor aproveitamento dos feixes de luz. Devido a um curto circuito recente, tivemos de retirar alguns componentes, como o módulo Bluetooth, os LDR, o stepper motor, e adotar um sistema mais simples. Por fim, desenvolvemos a PCB, onde conectaremos todos os componentes futuramente para finalizar o projeto. A PCB foi feita no programa EasyEDA.



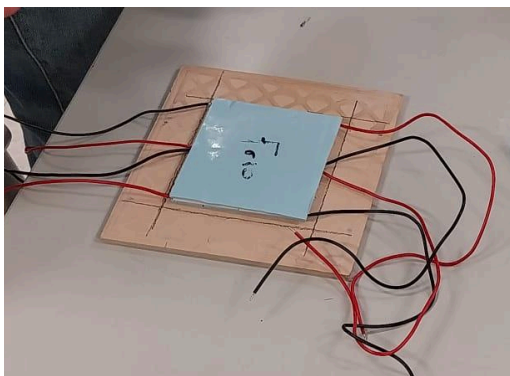
Placas de Peltier :

As placas de Peltier, também conhecidas como módulos termoeletrônicos, funcionam com base no efeito Peltier e no efeito Seebeck. O efeito Seebeck é explorado no projeto *Solar Sailor*. Este consiste na criação de uma tensão elétrica, quando um dos lados da placa está exposto a baixa temperatura e outro a alta temperatura.

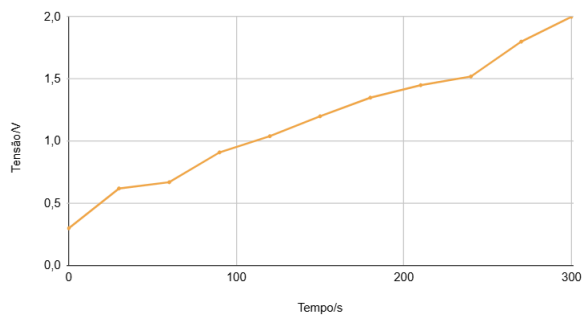
A nossa estrutura consiste nas placas de Peltier (cobertas de pasta térmica) que estão encaixadas numa placa de madeira, com uma abertura quadrangular, através de uma chapa metálica em baixo e finalmente uma placa de metal preta, que foi substituída por uma chapa metálica, que pintamos de preto, mais uniforme, que absorverá a luz do Sol de melhor forma.

Ao obter um lado frio, que será o ar as placas, enquanto o outro lado fica quente, pois centralizam-se os raios do Sol que são absorvidos numa placa de metal preta, que transmite esse calor para as placas, obtém-se a fonte que moverá o barco. Inicialmente colocamos também um azulejo entre as placas de Peltier e a placa de metal preta, pois a cerâmica tem uma alta resistividade térmica, o que permite não transmitir uma temperatura muito elevada diretamente para os módulos termoeletrônicos, de modo a mantê-los funcionais e evitar danos no material, mas devido à pouca voltagem obtida, retirámo-lo.

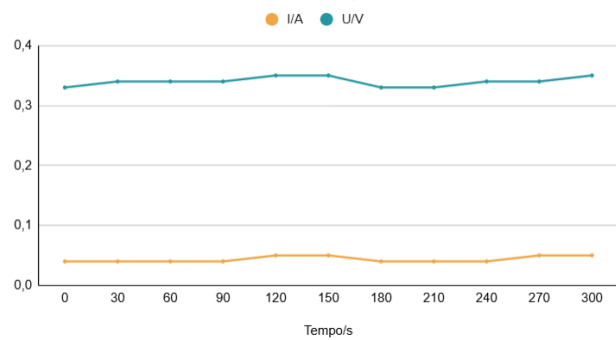
Neste último período, conseguimos avançar significativamente no projeto, atingindo diversos objetivos que estavam previstos no cronograma. Entre as metas alcançadas, destaca-se a criação de uma peça circular para a rotação da lente, que integra rodas de LEGO, que iria rodar em função da luz com um *stepper motor* e dois LDR foto-resistências, mas devido a alguns imprevistos ficou parcialmente funcional, então retirámo-los. Finalizamos a programação do Arduino, a conclusão da programação da app para o controlo do barco, a finalização da PCB (placa de circuito impresso) e, por fim, a montagem total do barco. Com estas etapas concluídas, o sistema já ganhou forma e finalizamos os testes e ajustes finais. Este progresso foi um passo importante na materialização do nosso projeto, permitindo-nos verificar o desempenho das partes construídas e ajustar detalhes necessários para o avanço do trabalho. Testamos também a voltagem e corrente que as placas de Peltier nos forneciam para carregar a bateria e calculamos a potência obtida.



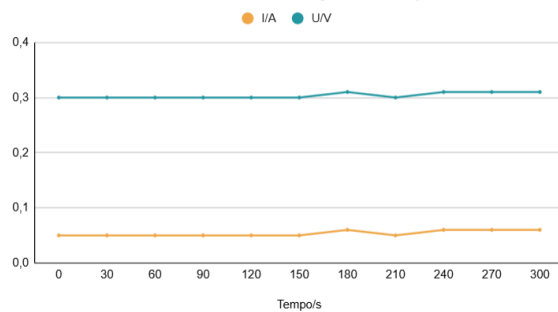
Tensão em função do tempo



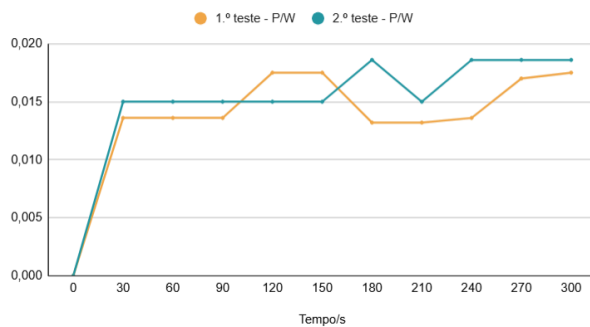
1.º teste - tensão e corrente em função do tempo



2.º teste - tensão e corrente em função do tempo



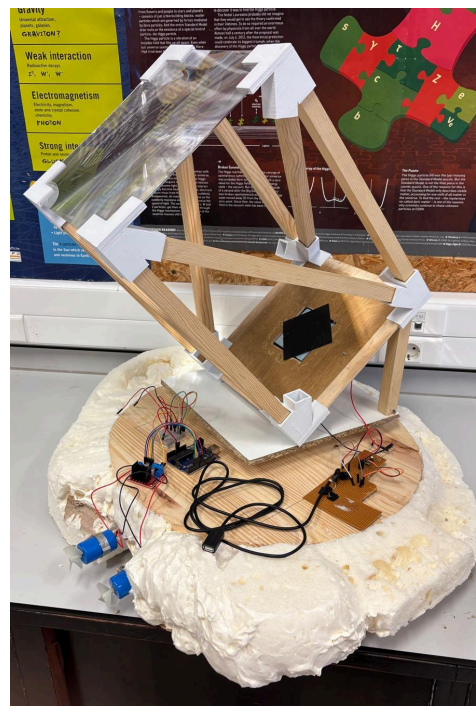
Comparação dos dois testes - potência em função do tempo



Lente de Fresnel:

A lente de Fresnel centraliza os raios do sol num ponto. Este tipo de lente funciona bastante bem no *Solar Sailor*, devido à sua grande capacidade de deixar passar a luz do Sol e de a centralizar. De modo a maximizar a eficiência da lente, foi necessário encontrar uma forma de a colocar paralela ao Sol e à chapa metálica preta, para que fosse absorvida maior parte da luz visível incidente, aumentando o calor na placa e, consequentemente, a sua temperatura. Para a lente estar sempre paralela à direção da luz do Sol, inicialmente iríamos utilizar dois sensores de luz LDR foto-resistência que detetam de onde a luz vem e fariam com que o sistema se movesse na direção do Sol, através de um *stepper motor* que rodava a peça, feita na impressora 3D, mas ocorreram imprevistos.

A ideia inicial consistia em colocar quatro pilares mecânicos que se movessem para cima e para baixo consoante a luz do sol, cuja direção é indicada pelos sensores de luz. Ia ser colocado um pilar em cada lado da lente de Fresnel, mas rapidamente percebemos que esse plano não ia ser bem sucedido, uma vez que o foco criado pela lente de Fresnel não se manteria à mesma distância

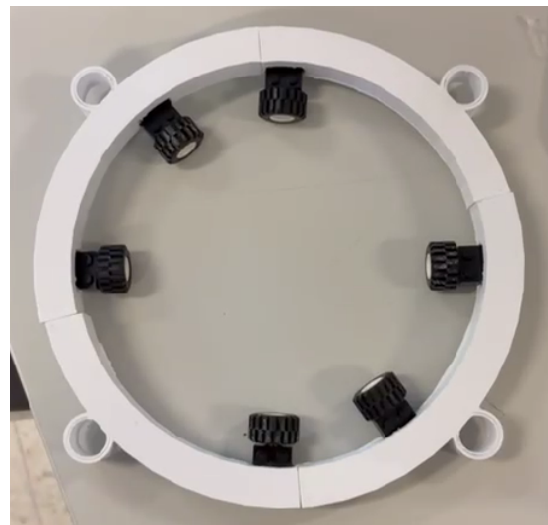
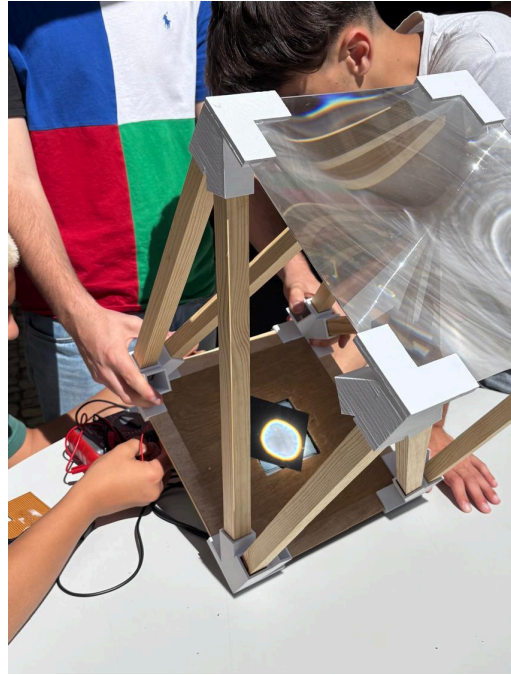


da placa de metal, colocada por cima das placas de Peltier.

Após várias ideias discutidas, chegamos a uma solução final, relativamente ao movimento da lente de Fresnel, que garante o paralelismo entre os raios do Sol, a lente de Fresnel e a chapa metálica e também a mesma distância entre a lente e a placa preta. O barco está assente numa base circular que roda, em si mesma, e move-se com dois motores, para a lente estar paralela ao sol. A lente está colocada com um ângulo fixo de 40° . Este processo permite a movimentação do barco mantendo a lente na direção do sol.

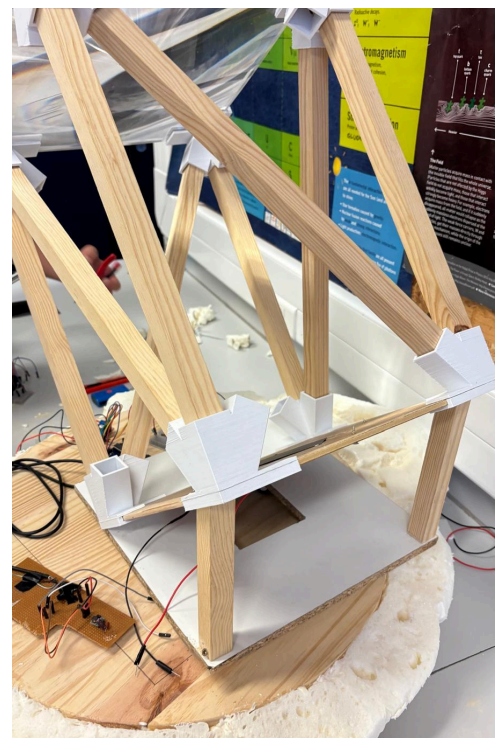
Juntamos também uma base circular para apoiar o barco. Foi medida a distância da lente de Fresnel à placa de metal, de forma a que o foco seja tangente a todos os lados da placa e essa é a medida das estacas de madeira que dão apoio à lente. Adicionalmente existem também estacas que unem uma diagonal das faces laterais da estrutura, para um maior apoio.

No terceiro período, avançamos significativamente na construção de um sistema capaz de realizar movimentos de rotação. Para isso, idealizámos uma peça que integrará rodas de LEGO, permitindo assim o movimento rotativo necessário para o funcionamento do sistema. A utilização da modelação 3D não só facilitou a criação de peças adequadas, mas também permitiu um nível de personalização que assegurou o melhor desempenho do projeto. No final, todas as peças foram coladas, de modo a garantir mais estabilidade na estrutura.



Estrutura do barco:

Inicialmente tínhamos previsto que a estrutura seria um catamarã, ou seja, um barco que, em vez de um casco, tem dois, um de cada lado. Com o desenvolvimento do nosso projeto chegamos à conclusão de que seria melhor construirmos um barco com uma base circular, uma vez que seria mais fácil termos um maior rendimento. A estrutura construída para manter o foco solar produzido pela lente de Fresnel irá colocar-se no centro dessa base com uma inclinação de 40° fixa, que gostaríamos que fosse controlada por *stepper motors*, mas tendo existido certos imprevistos, vamos manter a inclinação fixa. Entre a estrutura que suporta a lente de Fresnel e a base circular colocamos a peça circular com rodas de LEGO que, iria mover-se com a ajuda de um *stepper motor*, que já não vai ser utilizado. A placa que suporta a lente tem uma pequena abertura no meio, visto que colocamos as placas de Peltier aí encaixadas. Inicialmente, estava previsto utilizar tubos de PVC colocados na parte inferior do barco para garantir a sua flutuação. No entanto, essa solução revelou-se ineficaz, pois os tubos não permitiam sozinhos a flutuação do barco. Perante esta situação, o professor Pedro Jorge sugeriu uma abordagem alternativa: aplicar espuma expansiva em toda a base do barco, que enchesse os tubos PVC, de forma a melhorar significativamente a sua capacidade de flutuação. Esta espuma, composta por uma elevada quantidade de ar e outros agentes químicos, é leve e resistente, o que permite aumentar o volume da estrutura sem adicionar peso excessivo, criando uma camada que melhora a estabilidade do barco na água. Após essa decisão, colocamos em prática a nova solução, aplicando cuidadosamente a espuma na base da embarcação e garantindo uma distribuição uniforme. Depois do tempo de secagem necessário, cortamos e modelamos a espuma, ajustando-a à estrutura do barco para que não interferisse com o seu funcionamento e assegurando um acabamento limpo e eficaz. Todo este processo demonstrou um forte espírito de equipa, capacidade de adaptação a imprevistos e dedicação à melhoria do projeto.



Cronograma

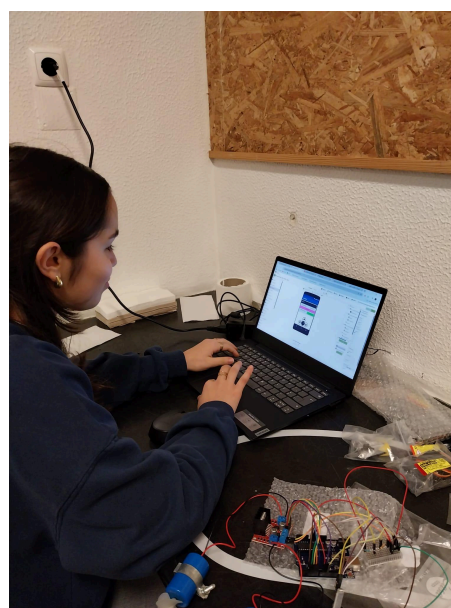
O cronograma do projeto *Solar Sailor* encontra-se num ficheiro pdf à parte.

Contribuição individual dos alunos envolvidos

Manuel Lebre: Até ao momento, desde o início do 3.º período, o aluno Manuel tem desempenhado um papel essencial no desenvolvimento eletrónico do projeto. Começou por desenvolver a aplicação necessária para o módulo Bluetooth, recorrendo ao programa MIT App Inventor. Posteriormente, fez o desenho da PCB e irá, para a próxima semana, ligar todos os componentes necessários à PCB. Juntamente com o Tomás Coutinho, o Manuel Lebre testou a voltagem e a corrente fornecida pelas placas de Peltier e refez o circuito em série das placas de peltier. Também criou a PCB necessária para carregar a bateria, pelas placas de peltier. Por fim, o Manuel Lebre tem continuado a ajudar o Tomás Coutinho na finalização da construção do barco, tendo estado mais concentrado noutros temas do projeto neste período. Por fim, ajudou a fazer o relatório.



Marta Santos: O contributo desta aluna para este projeto incluiu em grande parte gestão de projeto, organização de tarefas e dinamização do projeto. Tentou ao máximo motivar o grupo e organizar o que iria ser feito e quando. Neste período geriu o *instagram* do projeto. Esteve envolvida na montagem e colagem da estrutura 3D circular que move a lente de Fresnel, com rodas de LEGO, em função do Sol e na construção e cálculo das medidas das estacas que vão colocar a lente a 40º de modo a obtermos um maior aproveitamento dos raios do Sol. Contribuiu também na adição de espuma expansiva à base do barco e na ligação dos LDR foto-resistências ao Arduino Uno. Está a trabalhar no processo de implementação dos *stepper motors*. Tentou arranjar uma solução para o movimento da lente, tendo um papel significativo no desenvolvimento do modelo energético do barco, na sua divulgação e na redação do relatório final.



Francisco Aguiar: No final deste período, o aluno dedicou-se à arduino, desenvolvendo-a e melhorando o código e as ligações. Com este melhoramento, o aluno conseguiu fazer com que o barco se locomovesse através da aplicação previamente desenvolvida pelo aluno e o seu colega Manuel Lebre. Para além disso, implementou as ligações dos LDRs na arduino e codificou para que fosse possível obter informações para a posição ideal da lente de Fresnel. Para além disso, o aluno adquiriu os materiais necessários para o desenvolvimento da estrutura do barco, como por exemplo, a espuma, os voltímetros e os amperímetros. Por último, participou parcialmente nos testes de voltagem das placas. Também ajudou na realização do relatório.



Tomás Coutinho: Ao longo do 3º período, o aluno Tomás Coutinho teve um contributo significativo, destacando-se na modelação 3D de duas peças fundamentais para o progresso do projeto, a peça que permite a rotação da lente e a caixa para o *stepper motor*. Para além disso, realizou a serragem da maioria dos materiais necessários à construção, demonstrando dedicação e empenho nas tarefas práticas. A única exceção foi o tubo, cuja preparação contou com a colaboração do colega Manuel Lebre. Para além disso, este aluno contribuiu para a construção e otimização do barco, tendo colocado uma camada de espuma expansiva com o objetivo de melhorar a flutuação da embarcação e garantir maior estabilidade na água. Após a aplicação da espuma, trabalhou no seu corte e modelação, contando com a colaboração do colega Manuel Lebre para assegurar que o acabamento fosse funcional. Envolveu-se também oferecendo apoio ao colega Manuel durante os testes das placas de Peltier. Importa ainda referir que o aluno aguardou mais de uma hora pela impressão de uma peça, demonstrando elevado empenho e compromisso com o projeto.



Resultados esperados

Ao longo deste trabalho, esperamos ser bem sucedidos, conseguindo obter os resultados que esperamos. Em primeiro lugar, esperamos que o barco se desloque com sucesso, sendo possível controlá-lo através de um comando Bluetooth, conseguindo também utilizá-lo em longas distâncias. Em segundo lugar, pretendemos conseguir mover a lente de Fresnel em função do Sol. Adicionalmente, também ambicionamos ter um bom desempenho no concurso Atlântico Júnior.

Referências Bibliográficas

- Dejan - L298N Motor Driver – Arduino Interface, How It Works, Codes, Schematics. How to Mechatronics. (Consultado em 14 de outubro). Disponível em <https://howtomechatronics.com/tutorials/arduino/arduino-dc-motor-control-tutorial-l298n-pwm-h-bridge/>
- MIT App Inventor- <https://appinventor.mit.edu/> (Consultado em 20 de março)
- <https://howtomechatronics.com/tutorials/arduino/arduino-robot-car-wireless-control-using-hc-05-bluetooth-nrf24l01-and-hc-12-transceiver-modules/> (Consultado em 20 de março)
- https://www.youtube.com/watch?v=r9Fcl1iP21w&t=223s&ab_channel=AdhityaAdhitya (Consultado em 20 de março)

Contactos

Gmail - solarsailor.project@gmail.com

Instagram - @solarsailor.project <https://www.instagram.com/solarsailor.project/>

Site - <https://sites.google.com/view/solarsailorproject/p%C3%A1gina-inicial>