

ESTE TUTORIAL É PARTE DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO ORIGAMI E ROBÒTICA: DO PLANO AO TRIDIMENSIONAL, de DANIEL SEDA, disponível em <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/154839>

PODE SER REPRODUZIDO E ALTERADO (DESDE QUE MANTIDA A ABERTURA DO CÓDIGO DA OBRA DERIVADA) PARA FINS NÃO COMERCIAIS

5.4. Construindo Origamis Robóticos, um tutorial em código aberto

Este subitem tem por objetivo abrir o código de uma das obras apresentadas na exposição Origami e Robótica no inicio do mês de março de 2018. Este e outros tutoriais estão disponíveis no site <https://www.danielseda.com/educativo>

5.4.1. Método Alavanca com motores servo: ORIBOT SIRIGAMI

É possível construir um tipo de robô feito de origami modular e articulado com 2 motores servo conectados aos papéis pelo método alavanca previamente explicado neste volume. Neste robô podem ser usados diversos tipos de Arduino. Foi feito originalmente com o Uno mas neste tutorial será apresentado com o Nano. Outros modelos também devem servir.

Nesta variação, o OriBot Sirigami é composto de 8 pedaços de papel quadrado de aproximadamente 15 centímetros de lado. Conforme já descrito no tutorial anterior, para um obter um resultado melhor use papel plastificado nos locais onde as partes robóticas forem aplicadas.

Material

8 Quadrados de papel 120gm/cm³ quadrado com tamanho aproximado de 15 cm de lado
Fita durex larga transparente ou da cor de sua preferência

1 fita de cobre condutiva ou papel alumínio ou então ferro de solda + estanho de solda

Fita isolante

Tesoura

1 alicate de corte

1 alicate descascador de fio ou 1 estilete

Pistola de cola quente + refil

Componentes eletrônicos

1 Arduino Nano com cabo USB

1 protoboard pequena (170 pinos) ou uma protoboard positivo-negativo pequena ou ainda dois clipe onde podem ser soldados (separados cada conjunto em um clipe) todos os fios positivos e todos os fios negativos. Para esta opção, que é mais avançada, adapte as instruções quando for ligar os positivos e negativos.

1 Sensor Ultrassônico HC-SR04

2 Motores Servo 9g

6 jumpers macho-macho (Para os motores)

4 jumpers fêmea-macho (para o sensor)

2 jumpers macho-macho (para o Arduino)

1 fonte 9v ou 12v de 1A

O OriBot Sirigami foi todo feito com folders da exposição Índia, realizada pelo CCBB-SP

em 2012. Estes papéis foram recolhidos por mim e estavam presentes no meu arquivo pessoal de papéis desde então. Ele tem uma gramatura aproximada de 150 gm/cm³ e já é plastificado. Neste tutorial ele será feito com papel cartão de cor kraft com 120g/cm³.

CORPO

Separe 4 dos papéis para dobrar o módulo que compõe o corpo do OriBot Sirigami. Pegue um dos papéis e dobre ao meio sobrepondo dois dos lados retos. Desdobre tudo novamente para obter novamente o quadrado. Dobre cada um dos lados retos até um pouco antes da linha que ficou marcada pela dobra do meio.

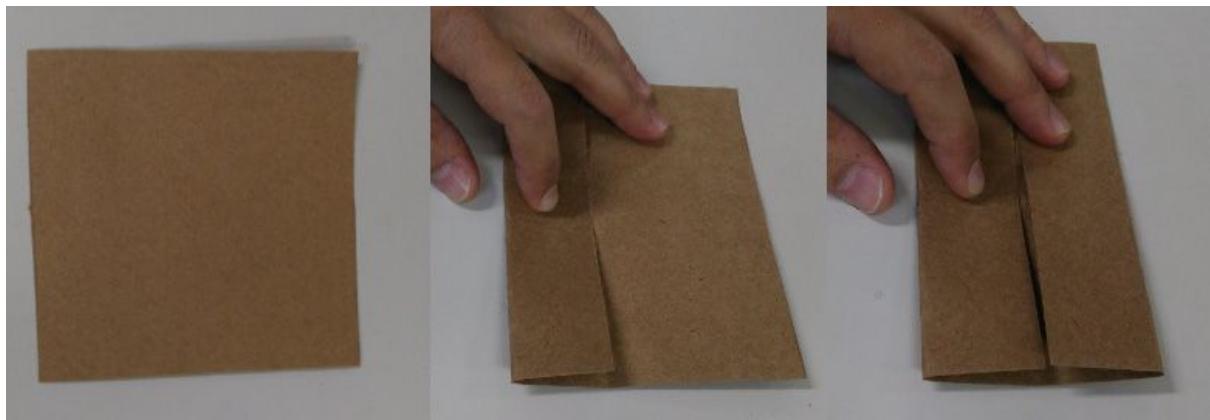


Figura 57 – Tutorial para fazer um OriBot Sirigami, passo 1

O retângulo formado tem as duas paralelas laterais mais longas fechadas e as duas laterais mais curtas abertas.

Dobre ao meio sobrepondo as duas paralelas mais curtas e mantenha estas aberturas voltadas para baixo.

Agora, o retângulo resultante tem a parte de baixo e as duas paralelas laterais abertas e a parte superior fechada.

Dobre ao meio unindo as duas laterais abertas.

O retângulo resultante agora tem um dos lados e a parte superior fechados e o outro lado e a parte inferior abertos.

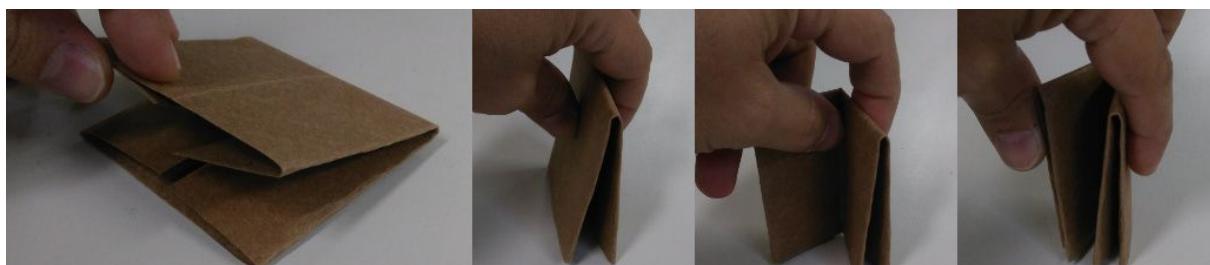


Figura 58 – Tutorial para fazer um OriBot Sirigami, passo 2

No lado aberto há uma parte dentro da outra. Segure o papel com uma das mãos pela quina de baixo do lado fechado e com a outra mão segure pelas quinas inferiores da parte

aberta que está dentro da outra. A mão do lado fechado fica fixa e a outra vai desdobrando o papel interno até que ele fique em um ângulo de 90° em relação à outra.

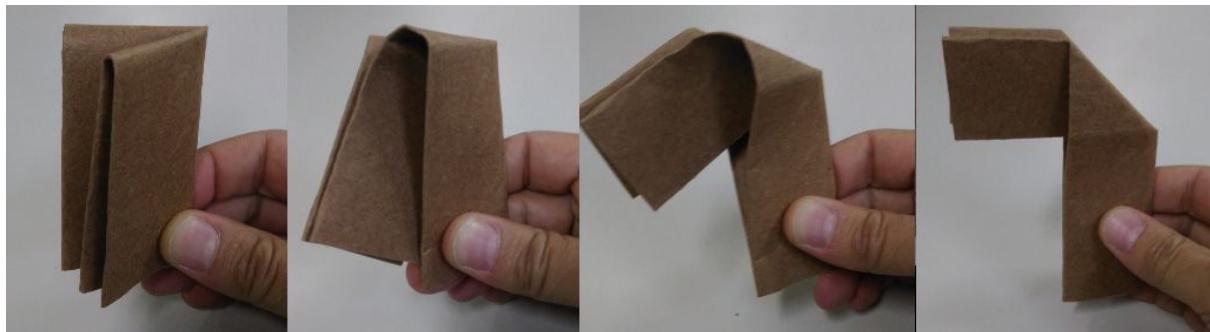


Figura 59 – Tutorial para fazer um OriBot Sirigami, passo 3

O módulo está pronto.

Dobre os outros três papéis da mesma maneira.

Após ter dobrado os quatro módulos, agora é o momento de unir todos formando um quadrado que será o corpo do OriBot Sirigami.

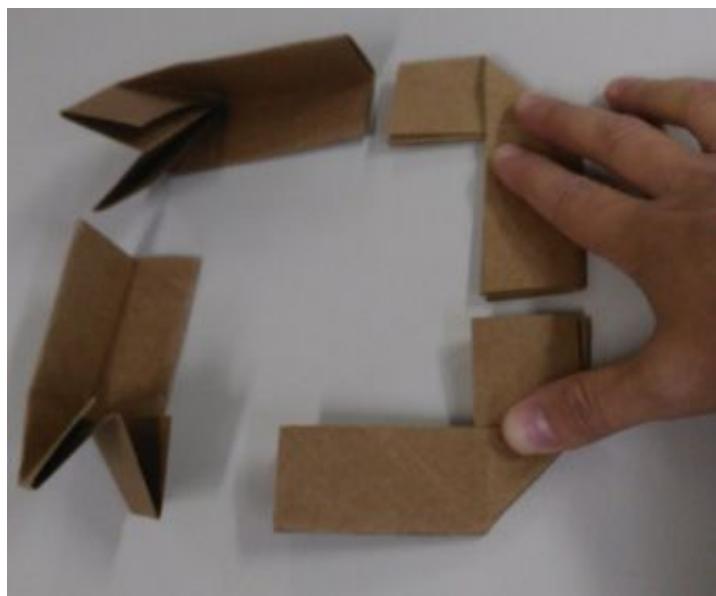


Figura 60 – Tutorial para fazer um OriBot Sirigami, passo 4

O módulo tem duas extremidades abertas. A extremidade de um dos módulos precisa ser cuidadosamente encaixada dentro da extremidade oposta do outro módulo.



Figura 61 – Tutorial para fazer um OriBot Sirigami, passo 5

Faça isso com todos os quatro módulos até fechar o quadrado. O último módulo é o mais difícil de encaixar, mas com paciência é possível fazê-lo.

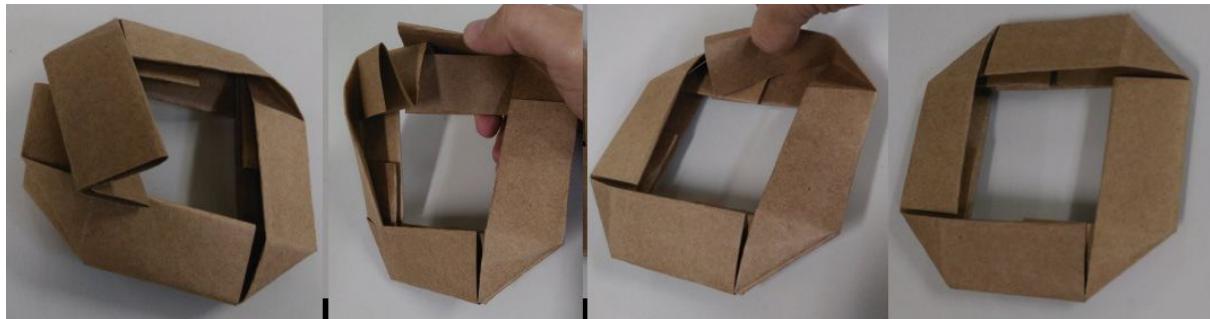


Figura 62 – Tutorial para fazer um OriBot Sirigami, passo 6

O corpo do OriBot Sirigami está pronto.

PATAS + SUPORTE

Os outros quatro módulos devem ser dobrados da seguinte maneira:
Dobre o quadrado ao meio unindo os dois lados retos.
Dobre cada metade ao meio deixando um pequeno espaço entre as dobras.

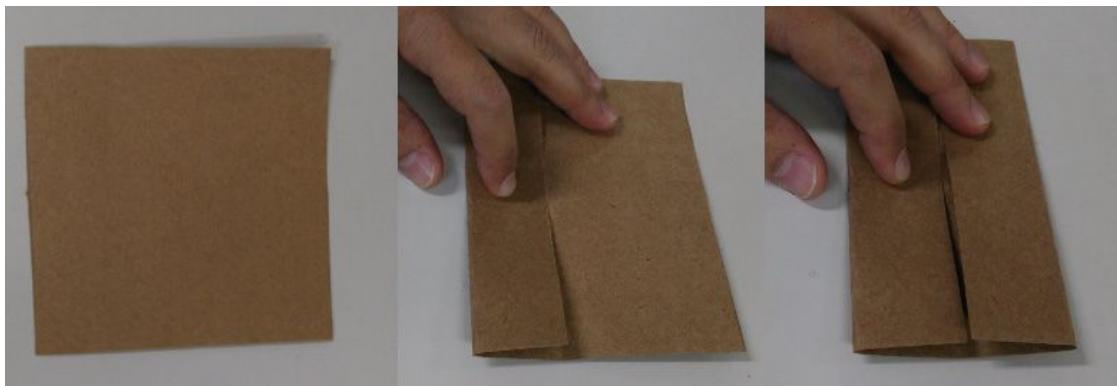


Figura 63 – Tutorial para fazer um OriBot Sirigami, passo 7

Dobre a quina inferior esquerda para cima, até o lado superior, formando um triângulo. No quadrado que sobrou ao lado, dobre a quina superior direita para baixo, formando um triângulo que tem suas arestas paralelas ao triângulo dobrado logo antes. Desdobre ambos os triângulos de volta.

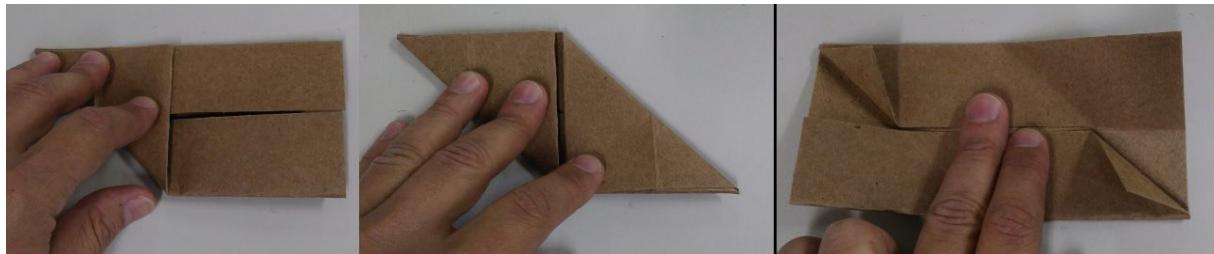


Figura 64 – Tutorial para fazer um OriBot Sirigami, passo 8

Dobre para trás do papel cada um dos pequenos triângulos que surgiram dobrados quando os maiores foram desdobrados.

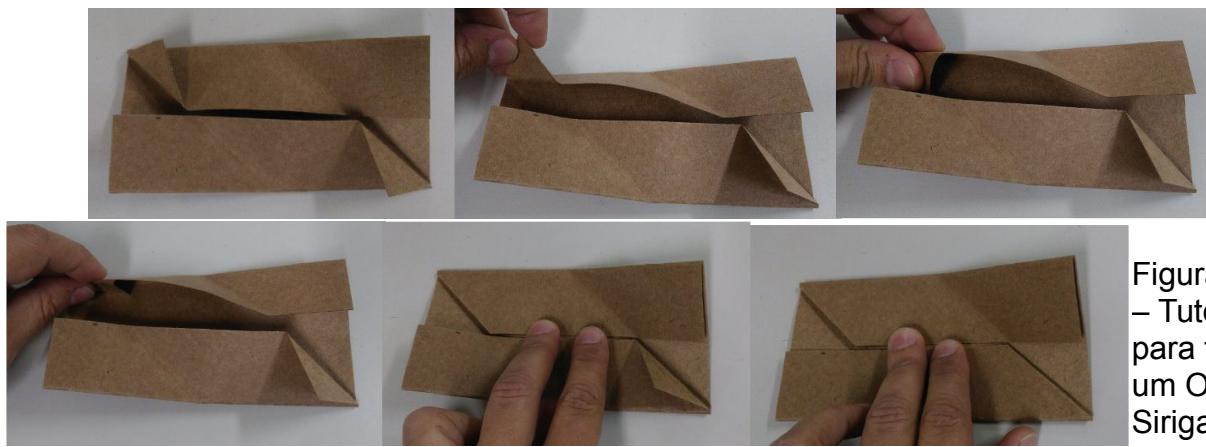


Figura 65
– Tutorial
para fazer
um OriBot
Sirigami,
passo 9

Dobre de volta os triângulos maiores, mas agora por baixo do papel (e não por cima, como foram dobrados antes).



Figura 66 – Tutorial para fazer um OriBot Sirigami, passo 10

Ao centro do módulo formado há um X que sugere um quadrado. Dobre um dos triângulos que estão fora deste quadrado, ou seja, uma das pontas, por cima deste quadrado ao meio.

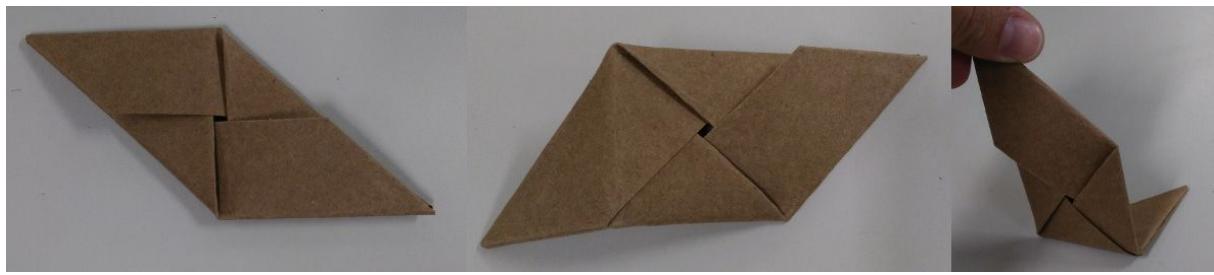


Figura 67 – Tutorial para fazer um OriBot Sirigami, passo 11

O módulo está pronto. Dobre mais três papéis com este mesmo módulo.

Dois destes módulos servirão para as duas patas do OriBot Sirigami.

O outro vai ficar encaixado, colado na diagonal sobre o vazio interno do quadrado do corpo e servirá de apoio para o Arduino, que deve ter a sua base colada sobre ele com um pouco de cola quente. Ponha um pouco de cola quente na quina interior do quadrado antes de encaixar o módulo e o posicione no lugar.

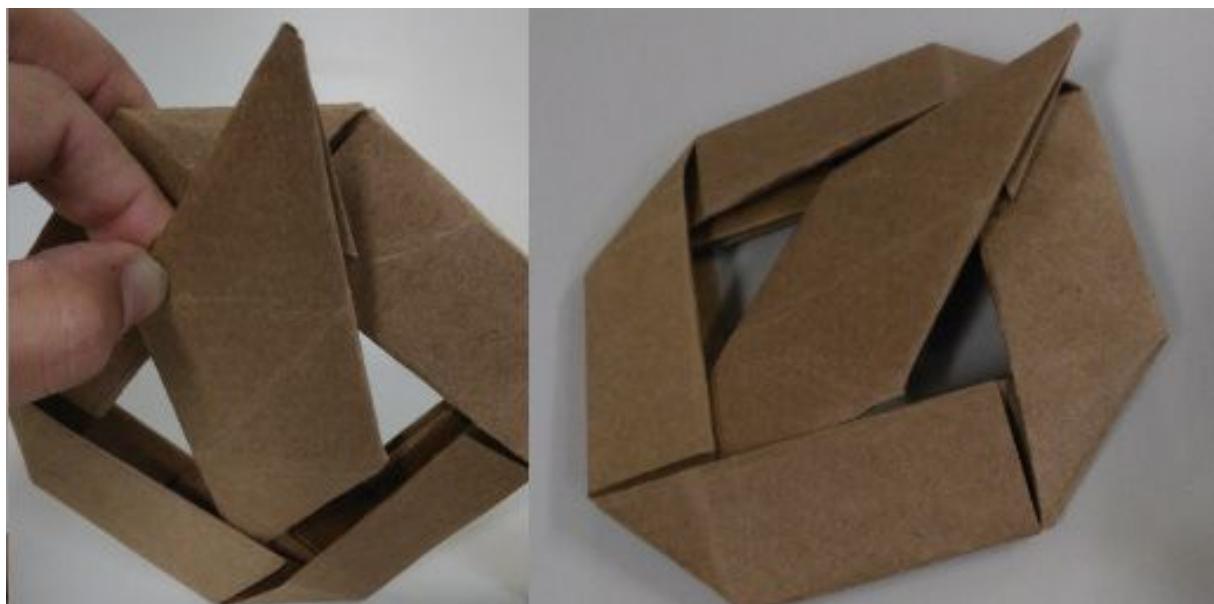


Figura 68 – Tutorial para fazer um OriBot Sirigami, passo 12

O quarto módulo deve ter a outra ponta triangular dobrada no sentido oposto à primeira. Uma destas pontas fica encaixada no corpo do OriBot Sirigami. A outra fica apoiada na mesa, chão ou superfície onde ele for colocado.

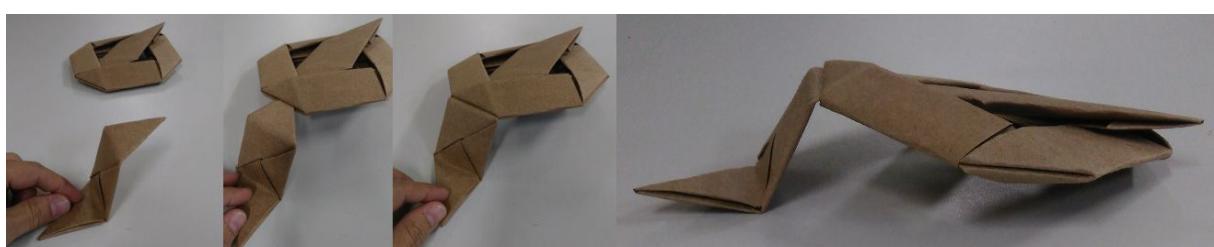


Figura 69 – Tutorial para fazer um OriBot Sirigami, passo 13

Para completar o OriBot, agora é necessário inserir os componentes robóticos e depois colar as patas nas hastes dos motores servo.

Se já não fez isso, instale a pá no eixo do motor de modo que ela fique perpendicular ao corpo.

A pá deve ser instalada no motor de modo que na posição 0 ela fique apontada para cima e, quando girada, a parte superior desça para frente.

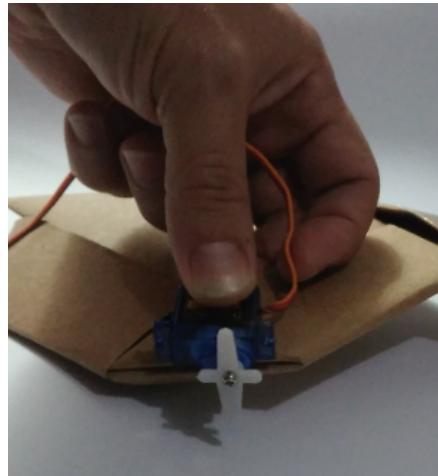


Figura 70 – Tutorial para fazer um OriBot Sirigami, passo 14

Ligue os fios conforme a sequência a seguir para que um teste nesse sentido possa ser feito.

O motor servo tem três fios que terminam em um conector fêmea triplo. Ligue os fios dos dois motores conforme a sequência a seguir.

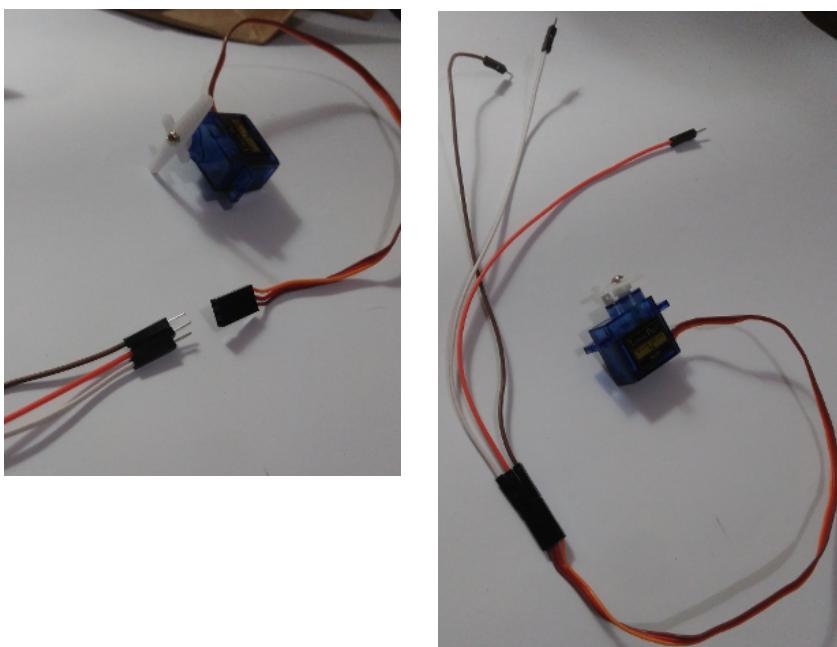


Figura 71 – Tutorial para fazer um OriBot Sirigami, passo 15

Usando uma protoboard pequena encaixe o Arduino Nano de modo que os pinos do lado onde está o usb fiquem na primeira fileira da protoboard. Na outra extremidade sobrarão duas fileiras de pinos fora da placa. Do 5V conecte um fio curto que levará energia até a coluna sobrando no final da protoboard, coluna que será a dos positivos. Neste projeto não foi necessário mas se precisar de mais saídas puxe a energia para a segunda coluna usando outro fio. Se estiver usando uma protoboard maior use as colunas dos positivos e negativos já presentes normalmente.

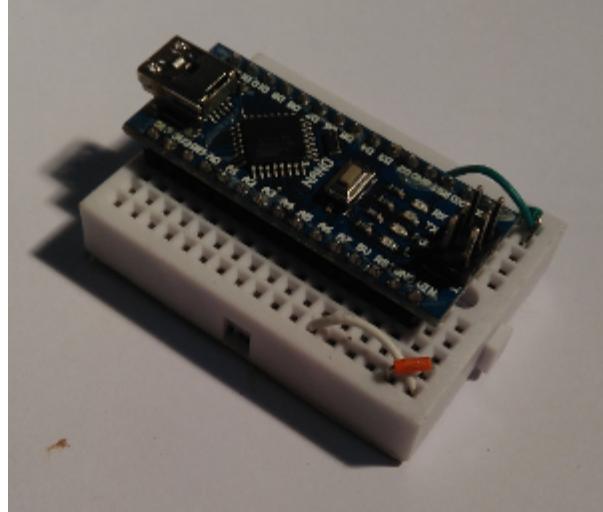


Figura 72 – Tutorial para fazer um OriBot Sirigami, passo 16

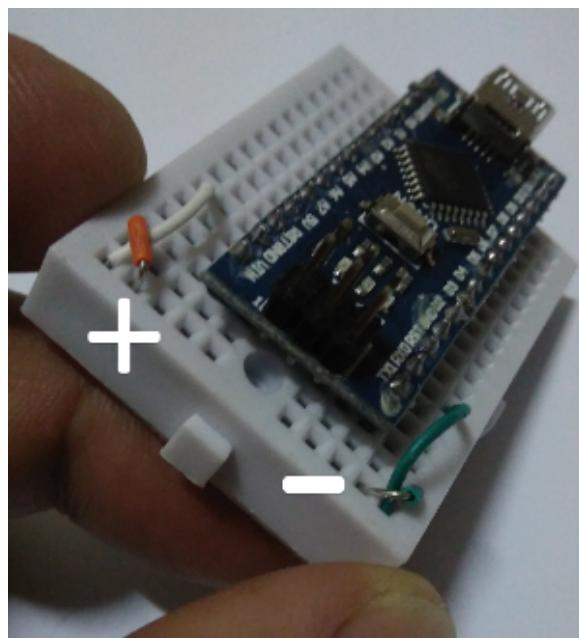


Figura 73 – Tutorial para fazer um OriBot Sirigami, passo 17

Use dois jumpers macho-macho pequenos para conectar os fios vermelhos (o central) dos motores a uma das colunas da protoboard, a que será a coluna dos positivos.

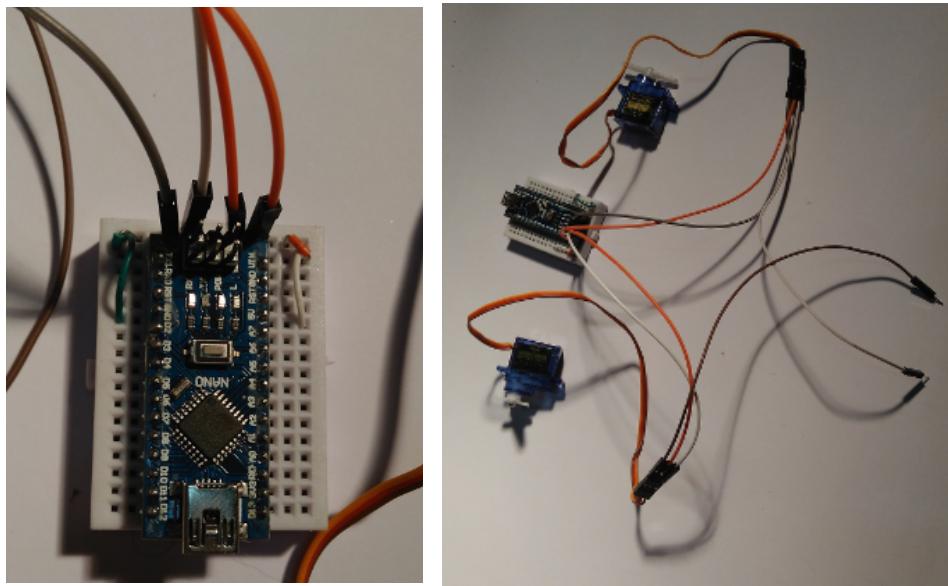


Figura 74 – Tutorial para fazer um OriBot Sirigami, passo 18

Use outros dois jumpers macho-macho de outra cor (pra não se confundir) e conecte os fio marrons dos motores na outra coluna da protoboard, que será a coluna de todos os negativos.

Use outros dois jumpers de outra cor para ligar os fios amarelos dos motores no Arduino e para isso temos que seguir o que está escrito no nosso código.

O código do OriBot foi feito de modo que:

Um dos motores fica conectado no pino digital 6 do Arduino.

O outro fica conectado no pino digital 7 do Arduino.

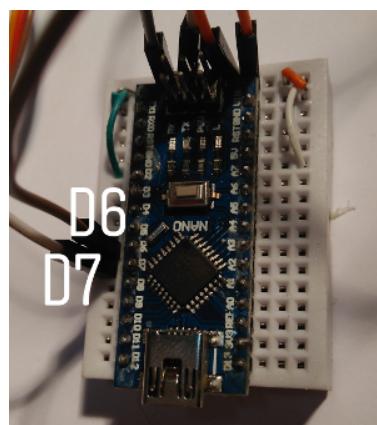


Figura 75 – Tutorial para fazer um OriBot Sirigami, passo 19

Agora, pegue mais quatro jumpers fêmea-macho de cores diferentes entre si para ligarmos o Sensor Ultrassônico.

O pino que sai do VCC deve ser ligado com um dos jumpers fêmea-macho na coluna dos positivos da protoboard.

O pino que sai do GND deve ser ligado com um dos jumpers fêmea-macho na coluna dos negativos da protoboard.

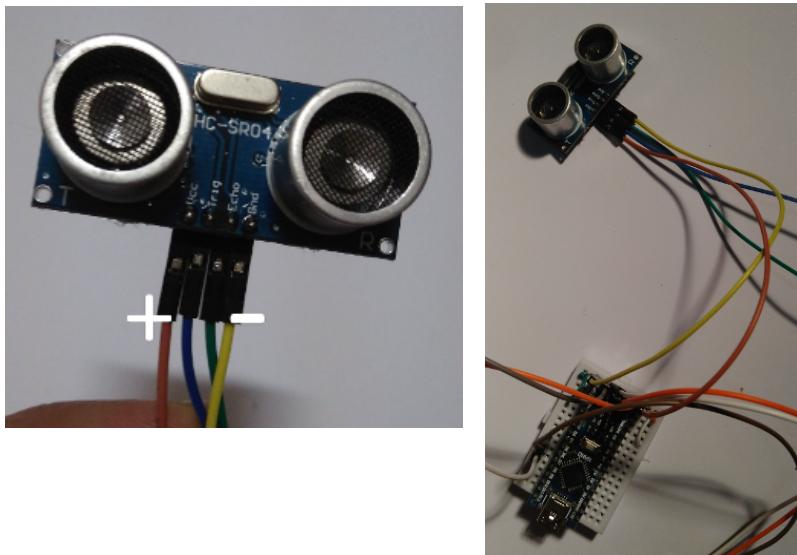


Figura 76 – Tutorial para fazer um OriBot Sirigami, passo 20

O pino que sai do TRG (trigger) deve ir para o pino número 9 do Arduino.
O pino que sai do ECHO deve ir para o pino 10 do Arduino.

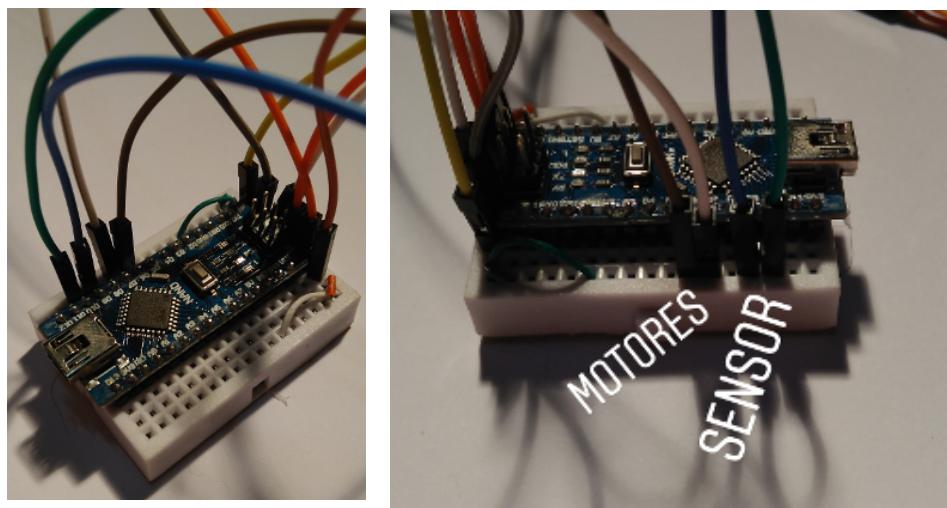


Figura 77 – Tutorial para fazer um OriBot Sirigami, passo 21

Todos os componentes estão ligados, agora vamos testar se tudo funciona antes de juntar o resto das partes do OriBot.

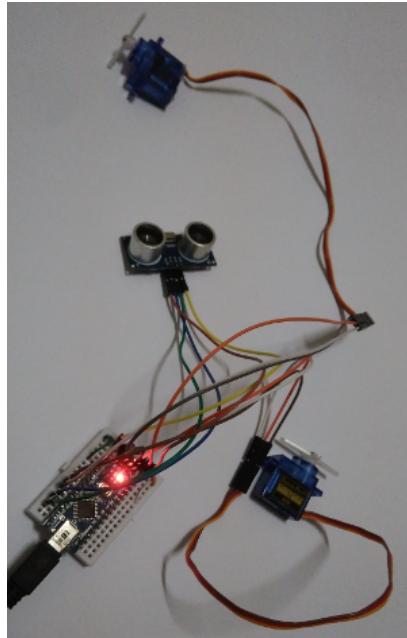


Figura 78 – Tutorial para fazer um OriBot Sirigami, passo 22

Ligue o cabo USB em uma das portas do computador e no Arduino e carregue o código usando a IDE do Arduino. Se ainda não tiver feito isso, você vai ter que instalar esse programa, essencial pra escrever e carregar qualquer código no Arduino.

Baixe gratuitamente o arquivo correspondente ao seu sistema operacional (Windows, Mac ou Linux) neste link:

<https://www.arduino.cc/en/Main/Software>

Siga as instruções de instalação do software.

Após o software Arduino instalado você precisa instalar a biblioteca do sensor:

<https://github.com/interaubis/Projetos-Arduino/blob/master/HCSR04Ultrasonic.zip>

Descompacte o arquivo zip para a pasta Arduino/libraries, ela fica dentro da pasta Arduino que foi criada junto com a instalação do programa.

A seguir baixe o código do OriBot em um dos links a seguir:

<https://github.com/interaubis/Projetos-Arduino>

https://github.com/interaubis/Projetos-Arduino/blob/master/OriBot_SIRIGAMI_2_Servos_SensorUltrasoundico.ino

Salve o arquivo .ino dentro da pasta Arduino que o programa criou no computador quando foi instalado.

Abra este arquivo para poder carregar o código para o Arduino Nano. Na hora de abrir o Arduino vai dizer que precisa criar uma pasta com o mesmo nome e salvar o arquivo dentro, deixe ele fazer isso.

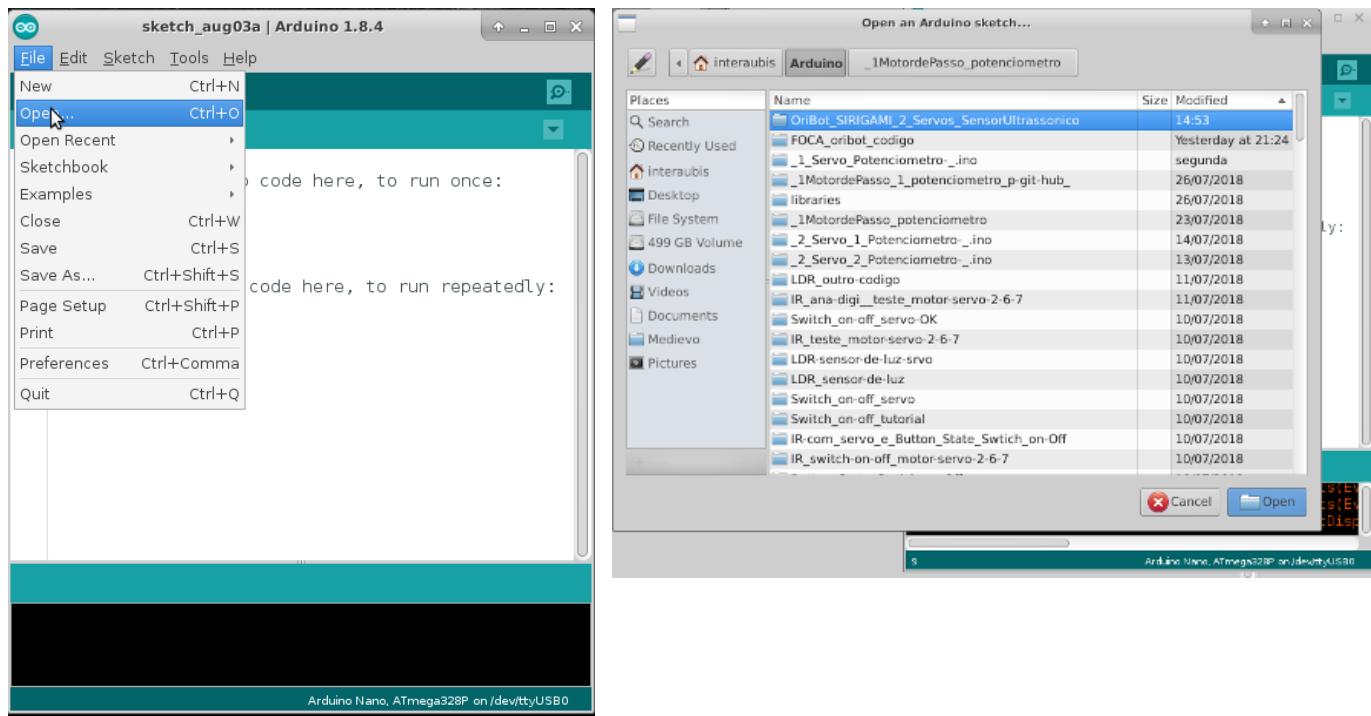


Figura 79 – Tutorial para fazer um OriBot Sirigami, passo 23

Certifique-se que a placa NANO está selecionada antes de enviar o código. Se estiver usando outro modelo de Arduino selecione a opção correspondente.

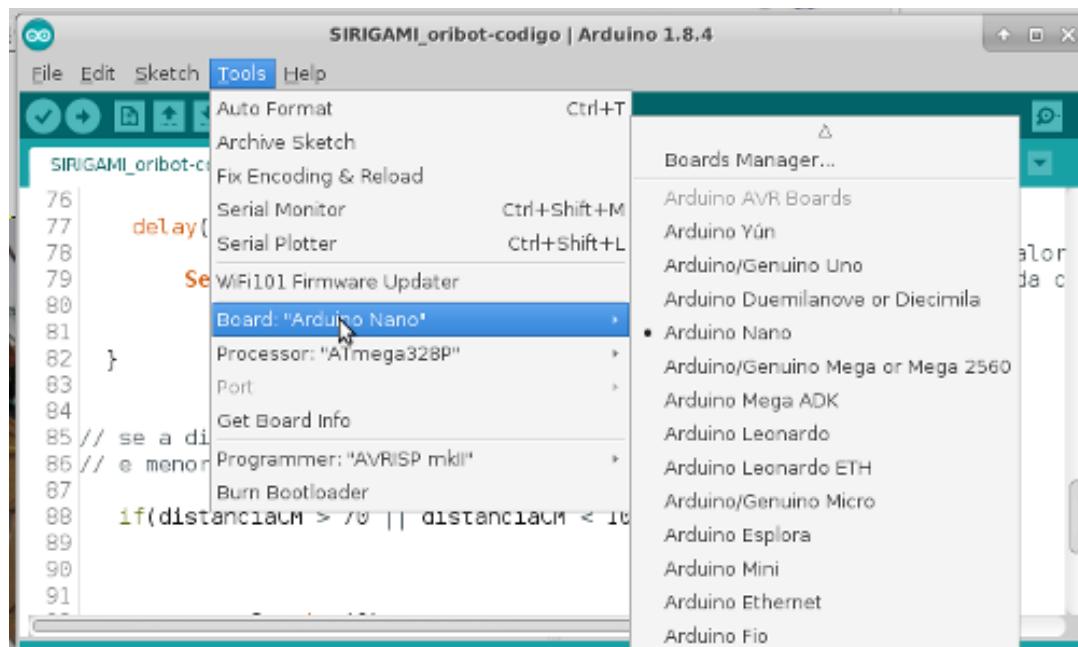


Figura 80 – Tutorial para fazer um OriBot Sirigami, passo 24

The screenshot shows the Arduino IDE interface with the title bar "SIRIGAMI_ oribot-codigo | Arduino 1.8.4". The menu bar includes File, Edit, Sketch, Tools, and Help. A toolbar with icons for upload, refresh, and other functions is visible. The code editor window contains the following C++ code:

```
76
77     delay(100);
78     Serial.println(distanciaCM); //Mostra no Serial Monitor o valor
79     Serial.println(val); //Mostra no Serial Monitor o valor obtido da c
80
81
82 }
83
84
85 // se a distancia for maior do que 70
86 // e menor do que 10 cm ele não faz nada
87
88 if(distanciaCM > 70 || distanciaCM < 10){
89
90
91
```

The status bar at the bottom indicates "Uploading..." and "Sketch uses 5906 bytes (19%) of program storage space. Maximum is 30720 bytes. Global variables use 272 bytes (13%) of dynamic memory, leaving 1776 bytes for". The bottom right corner shows "Arduino Nano, ATmega328P on /dev/ttyUSB0".

Figura 81 – Tutorial para fazer um OriBot Sirigami, passo 25

Usando o botão UPLOAD na IDE do Arduino, carregue o código para a placa Arduino que precisa estar conectada ao computador via USB.

Se tudo deu certo vai aparecer uma mensagem abaixo informando que o *upload* foi bem sucedido.

The screenshot shows the Arduino IDE interface with the title bar "SIRIGAMI_ oribot-codigo | Arduino 1.8.4". The menu bar includes File, Edit, Sketch, Tools, and Help. A toolbar with icons for upload, refresh, and other functions is visible. The code editor window contains the same C++ code as in Figure 81. The status bar at the bottom indicates "Done uploading." and "Sketch uses 5906 bytes (19%) of program storage space. Maximum is 30720 bytes. Global variables use 272 bytes (13%) of dynamic memory, leaving 1776 bytes for". The bottom right corner shows "Arduino Nano, ATmega328P on /dev/ttyUSB0".

Figura 82 – Tutorial para fazer um OriBot Sirigami, passo 26

Aproxime a mão do sensor. Se ambos os motores estiverem funcionando, está tudo ok.

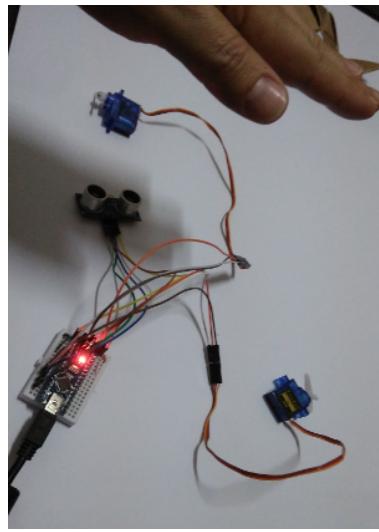


Figura 83 – Tutorial para fazer um OriBot Sirigami, passo 27

O quadrado que forma o corpo do OriBot na realidade é um octógono, pois onde estariam as quinas do quadrado estão quatro partes retas com uma abertura para um pequeno espaço triangular interno. Abra este espaço interno com os dedos e encaixe o corpo do motor servo. Se a medida do papel foi respeitada, o motor encaixa na diagonal, sobrando cerca de metade dele para fora.

Encaixe os motores nos vãos de dois lados opostos do corpo do OriBot.

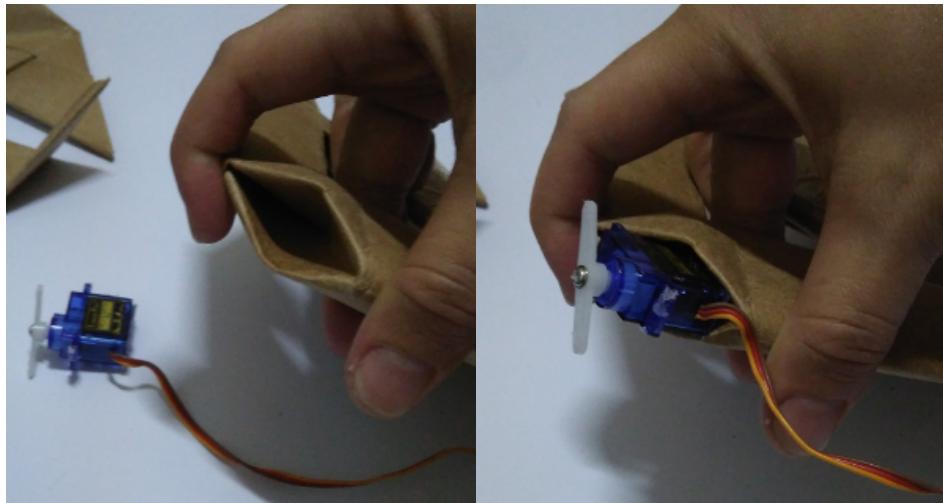


Figura 84 – Tutorial para fazer um OriBot Sirigami, passo 28

Com os dois motores encaixados em lados opostos passe cola quente sobre o corpo dos dois motores unindo o motor ao papel.

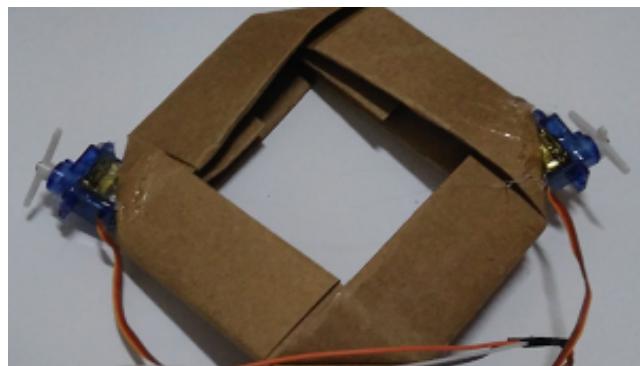
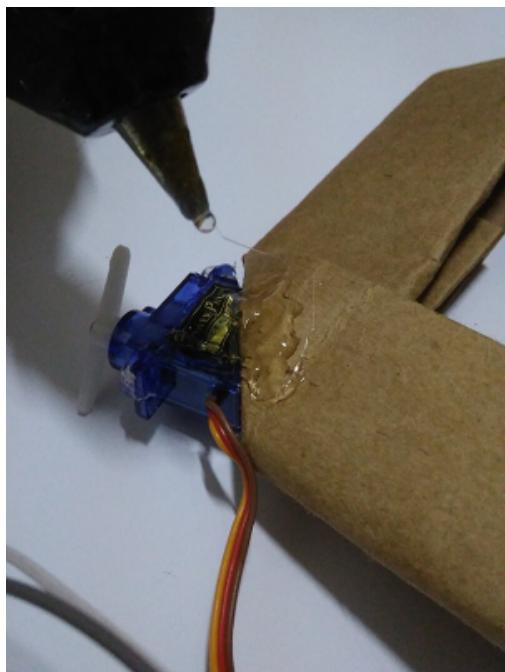


Figura 85 – Tutorial para fazer um OriBot Sirigami, passo 29

Ponha um pouco de cola quente direto no papel, no meio do módulo e mergulhe nela a haste do motor segurando firme até que a cola esfrie, soprar ajuda a esfriar. Faça isso com as duas hastes, fixando as duas patas com paciência, é fundamental que a peça esfrie na posição correta..



Figura 86 – Tutorial para fazer um OriBot Sirigami, passo 30

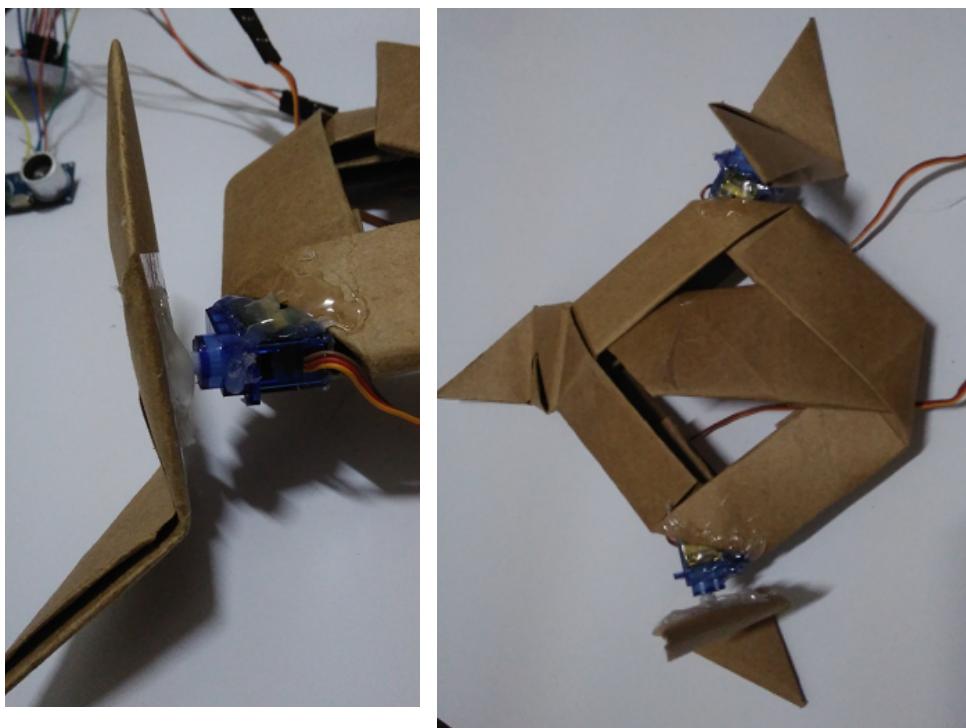


Figura 87 – Tutorial para fazer um OriBot Sirigami, passo 31

Depois que as duas patas estiverem coladas aos motores, um terceiro módulo deve ser encaixado no espaço interno de outro dos lados abertos do octógono que forma o corpo do OriBot, de modo a manter um de seus lados acima do lado oposto que fica em contato com a superfície onde o OriBot estiver.

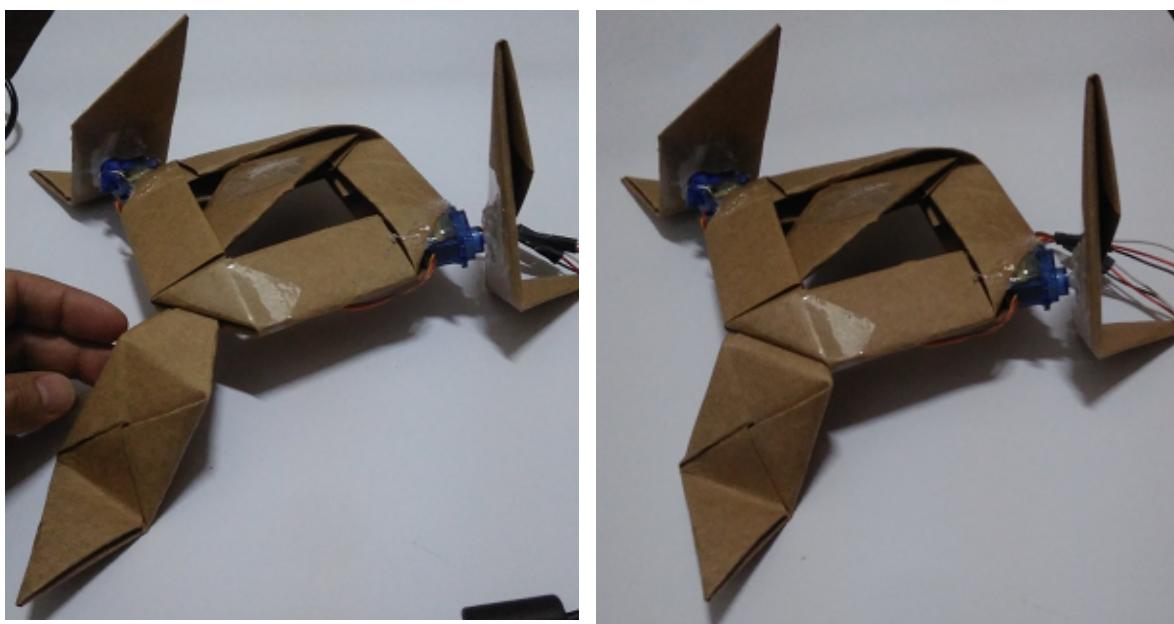


Figura 88 – Tutorial para fazer um OriBot Sirigami, passo 32

Quando tudo estiver fixado, o OriBot fica com um dos lados apoiado na superfície, as

duas patas fixadas aos motores e o outro lado mantido acima da superfície pelo módulo encaixado ao corpo.

Agora faça uma linha de cola quente sobre a conexão de plástico dos fios colando o sensor voltado para cima, ao corpo do OriBot.

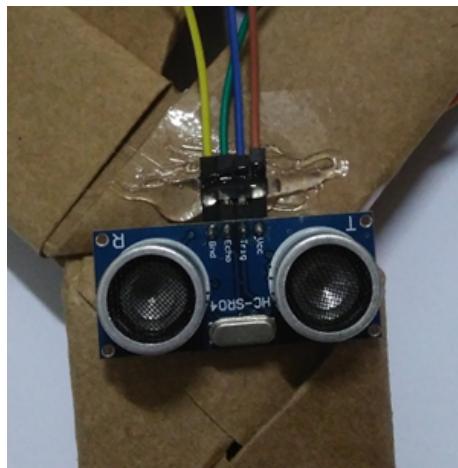


Figura 89 – Tutorial para fazer um OriBot Sirigami, passo 33

Ponha um pouco de cola quente para prender a protoboard com o Arduino no módulo do meio.

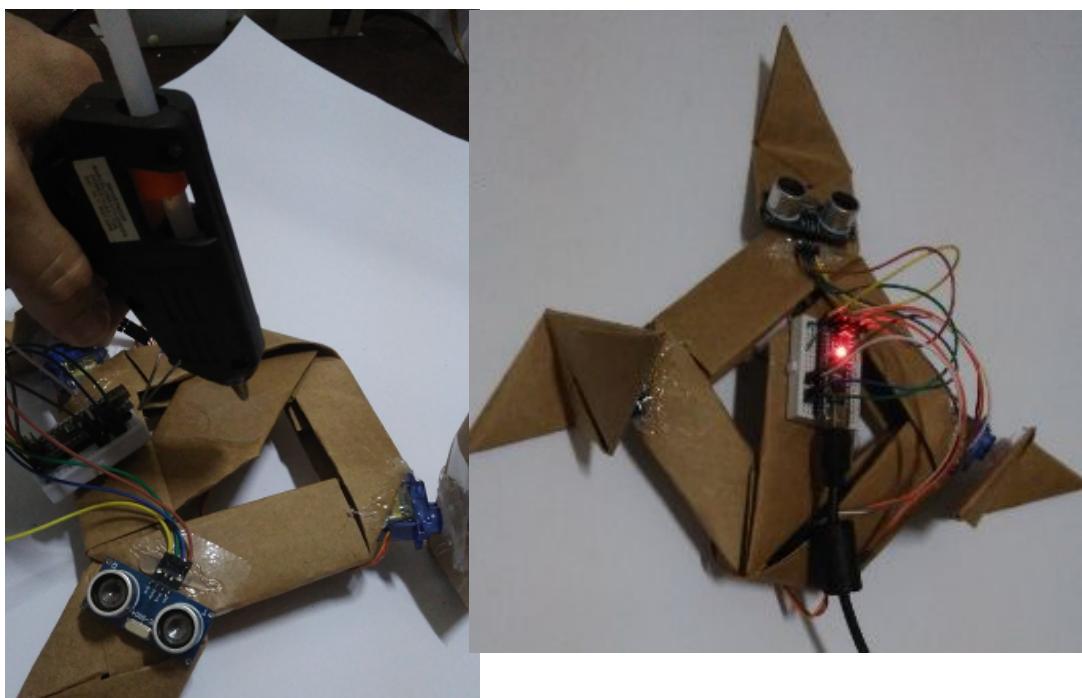


Figura 90 – Tutorial para fazer um OriBot Sirigami, passo 34

Se você tiver um cabo USB longo é o ideal, ligado do computador ele vai fornecer energia para que o Sirigami se movimente. Se houver ainda uma fonte 110V para 12 ou 5V e com 1A para ligar o USB na tomada, aí dispensa o computador.

Pronto, agora ao aproximar a mão do sensor do Sirigami ele se move de modo aparentemente descontrolado, dançando sobre a superfície onde estiver.