



LAB in a Suitcase

Manual de Instruções

LAB in a Suitcase

Lab in a Suitcase visa promover a democratização da ciência e apresentar uma abordagem inovadora, desenvolvendo um kit experimental barato, portátil e de fácil manutenção que permita a realização de atividades educacionais e de investigação científica de forma independente.

A mala é compacta e composta por equipamentos que permitem fazer experiências de biologia molecular, sendo vários destes componentes sistemas em licenciamento aberto CC CY.

Este kit portátil, pronto a usar, é ainda acompanhado pelo manual de instruções que a seguir apresentamos, esperando que ajude o utilizador no seu manuseamento.

Este é um projeto promovido pelo Instituto Gulbenkian de Ciência (IGC), no âmbito de uma parceria estabelecida com a Merck e a Câmara Municipal de Oeiras.

AUTORES

Yara Rodrigues, Leonor Ruivo, Bernardo Monteiro, Jorge Carvalho, Nuno Moreno

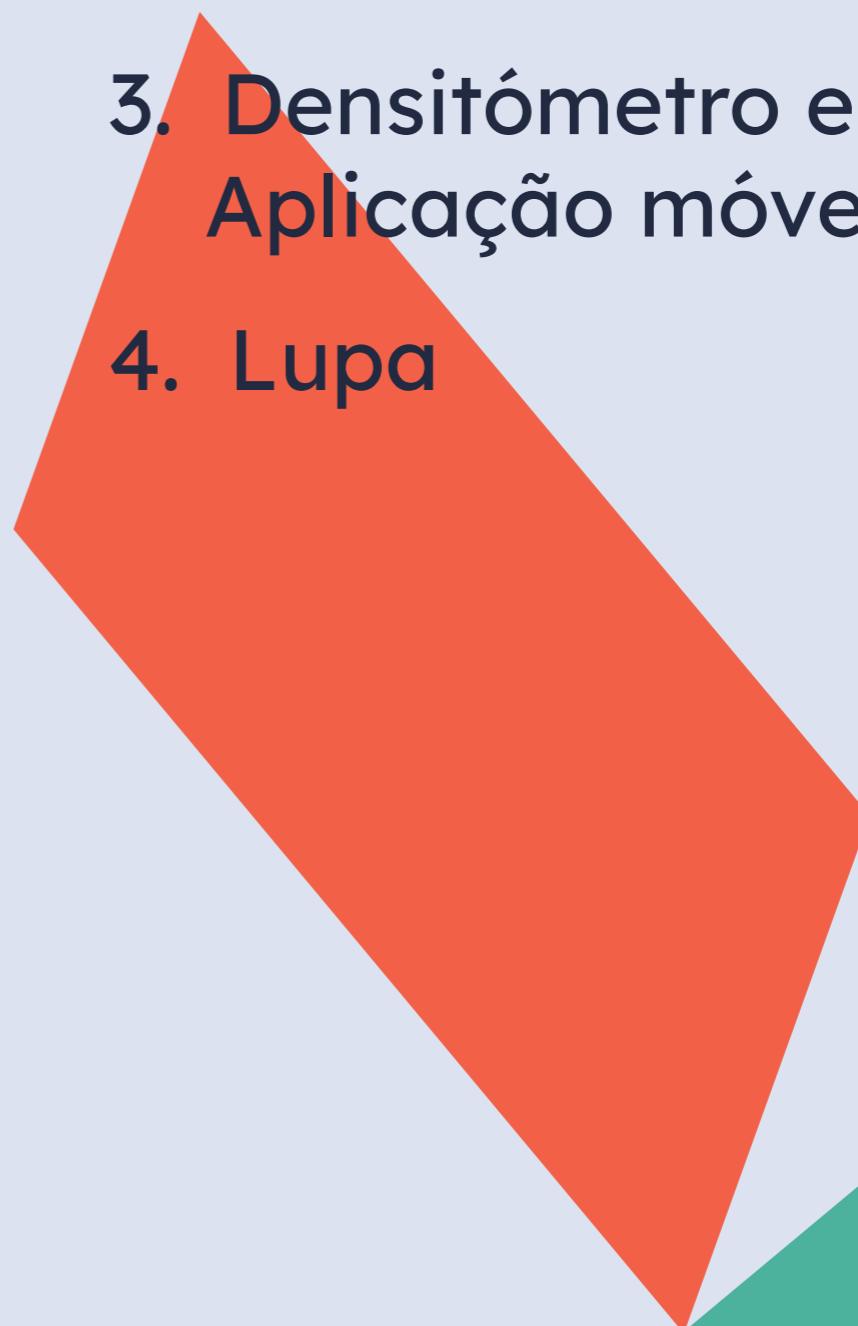
CRÉDITOS DE IMAGEM

Fabrice Pinto

DESIGN

Catarina Júlio

© 2021

- 
1. Bento Lab 6
 2. Incubadora 12
 3. Densitómetro e Aplicação móvel 20
 4. Lupa 30

LAB in a Suitcase

Este manual descreve os equipamentos que compõem o Lab in a Suitcase, e a sua montagem e operacionalização.

A mala (**Figura 1**) é composta por diferentes equipamentos:

- o Bento Lab, ou kit the genotipagem, que inclui uma mini-centrífuga, uma máquina de PCR (termociclador) e um sistema de eletroforese em gel de agarose;
- uma incubadora;



- um densitómetro e respetiva aplicação de medição de densidade ótica;
- uma lupa;
- e um kit de pipetas, que podem ser utilizados de forma conjunta ou em experiências distintas.

Este manual é complementado por vídeo-tutoriais sobre a utilização do equipamento e por um repositório de informação no GitHub criado pelos técnicos do Instituto Gulbenkian de Ciência (IGC) onde se encontram todos os desenhos 3D e circuitos dos equipamentos desenvolvidos pela equipa Lab in a Suitcase.

Toda a informação sobre o projeto e documentação associada pode ser encontrada na página web do projeto.



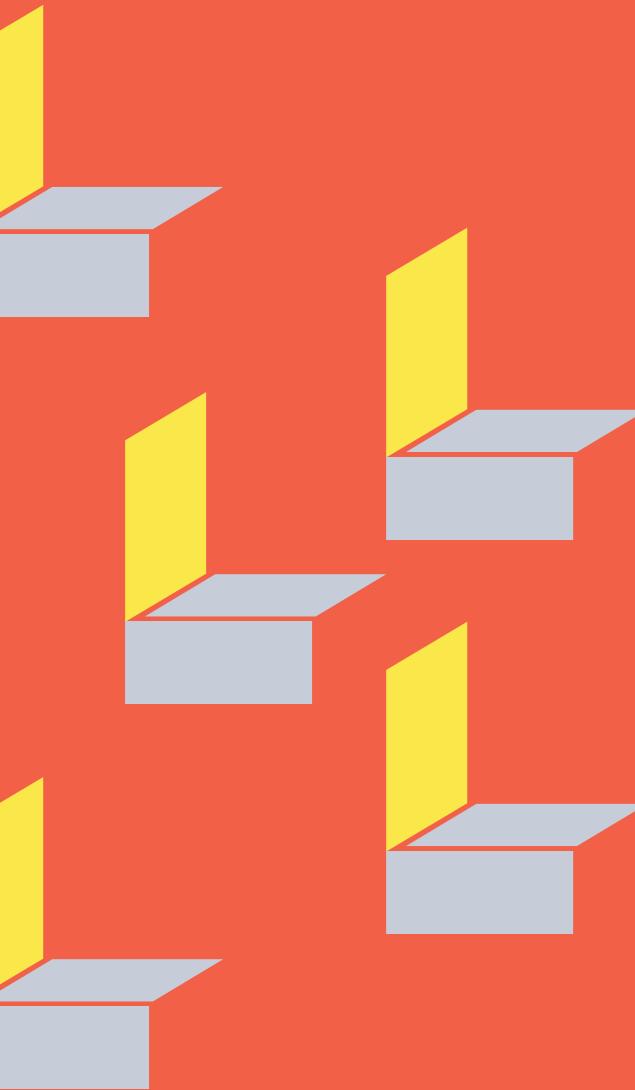
Figura 1. Lab in a Suitcase

1.

BENTO LAB

[Veja o vídeo-tutorial](#)





O Bento Lab inclui vários componentes prontos a usar. O kit funciona como um laboratório portátil de Biologia Molecular que combina cinco ferramentas diferentes: uma mini-centrífuga, uma máquina de PCR (termociclador), um sistema de eletroforese em gel de agarose com transiluminador incorporado e pentes de 9 e 12 poços.

Este kit pode ser utilizado de várias formas e em tecidos e variedades de experiência (ver mais detalhes nos protocolos disponibilizados).

Todas as instruções de utilização deste kit e apoio técnico encontram-se na página oficial da Bento.

Adicionalmente, disponibilizamos um vídeo-tutorial online, onde demonstramos, passo a passo, como utilizar os vários componentes do kit.

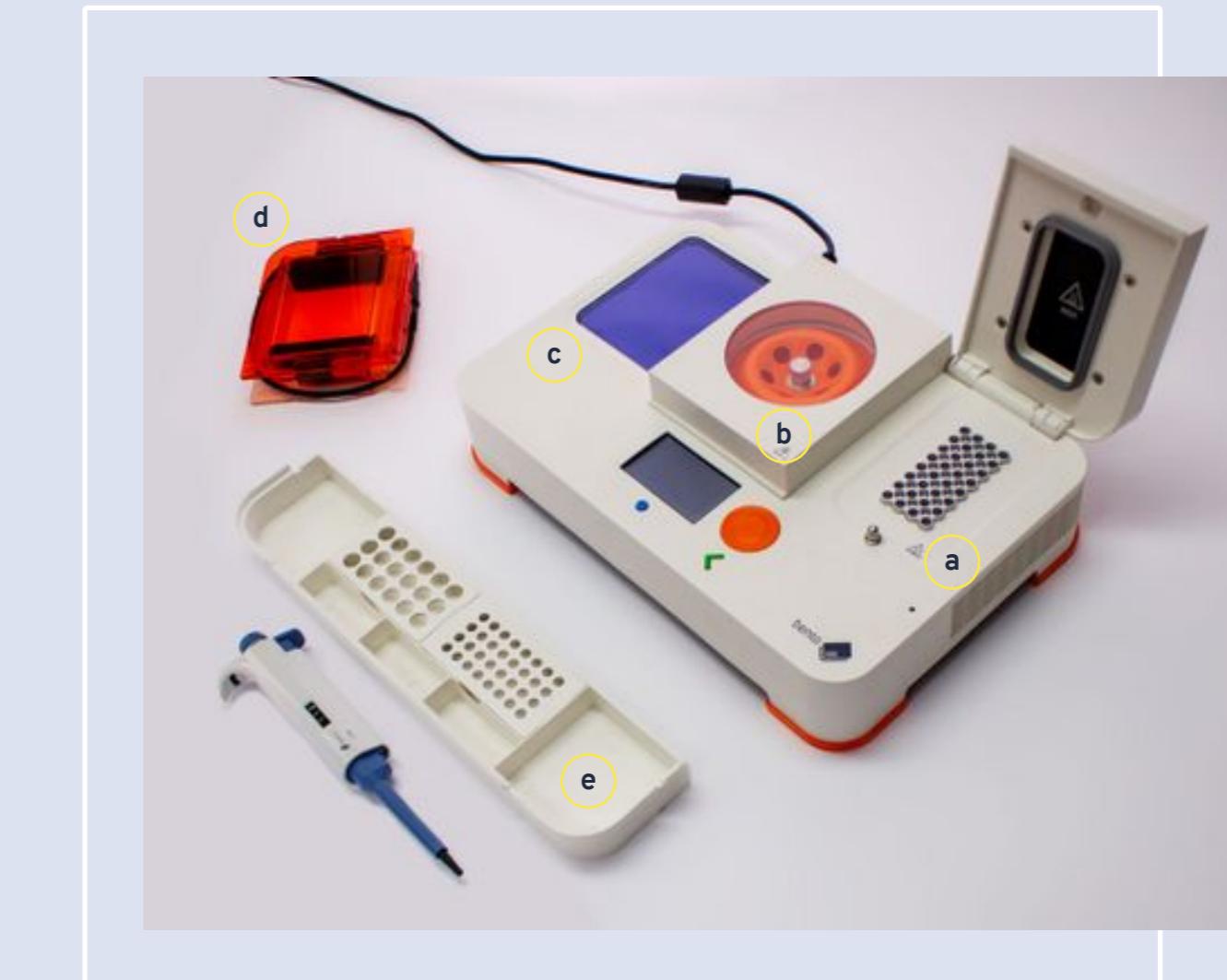


Figura 2. O Bento Lab é um laboratório portátil de experiências em Biologia molecular. É uma combinação de equipamentos, termociclador (a), microcentrífuga (b), transiluminador (c), sistema de gel em agarose (d) e uma raque para tubos (e).



Evite fechar a tampa do kit com muita força. O material é sensível e o bloqueio do mesmo pode influenciar a atividade de todo o laboratório portátil.

SISTEMA DE ELETROFORESE

TERMOCICLADOR

Este é um equipamento utilizado para realizar a técnica de PCR (do inglês Polymerase Chain Reaction) (**Figura 2a**). O PCR é uma técnica utilizada em Biologia Molecular que tem como objetivo amplificar um segmento de DNA gerando milhões de cópias a partir de uma única molécula inicial. É possível também utilizar este equipamento como bloco de aquecimento ou refrigeração, para manter amostras a temperaturas fixas, assim como para outros protocolos que envolvam ciclos de temperatura.

MICROCENTRÍFUGA

Uma centrífuga (**Figura 2b**) é um aparelho que permite a separação de componentes com densidades distintas presentes numa mistura. Pode ser usada para diversos fins e amostras como, por exemplo, em protocolos de extração de DNA ou separação dos elementos sanguíneos.

A eletroforese é um método de separação e análise de macromoléculas, como o DNA e seus fragmentos, com base no tamanho e carga elétrica de cada macromolécula (**Figura 2c, d**). As amostras são transferidas para os poços de um gel de agarose e submetidas a um campo elétrico gerado entre os dois pólos do tanque.

Este campo elétrico faz com que moléculas de DNA, que têm carga negativa, migrem em direção ao elétrodo positivo do tanque. Ao migrarem ao longo do gel de agarose, as moléculas são separadas de acordo com o seu tamanho: moléculas mais pequenas e com menor massa migram mais rapidamente e uma maior distância comparativamente às moléculas maiores e de maior massa.



Depois de o gel solidificar, e antes de correr o gel, retire as borrachas pretas e isoladoras que se encontram no tanque do gel, de forma a permitir que a corrente elétrica passe através do gel.

RACK DE TUBOS

A rack encontra-se incorporada na tampa que cobre o ecrã e botões do kit (**Figura 2e**). Esta rack é composta por dois compartimentos que servem para apoiar tubos de ensaio utilizados nas reações de PCR ou outra experiência realizada com o kit.



Note que estes compartimentos podem ser cuidadosamente removidos, permitindo colocar gelo na base da rack e manter as amostras acondicionadas. Evite colocar muito gelo para que os compartimentos possam voltar a ser encaixados sobre o gelo de forma correta e segura.

2.

INCUBADORA

[Veja o vídeo-tutorial](#)



A incubadora (**Figura 3**) é um dos equipamentos originais do Lab in a Suitcase. A mesma foi desenhada e manufaturada pela equipa Lab in a Suitcase.

A incubadora é composta por: uma caixa térmica (**Figura 3a, c**), 2 latas de refrigerante (**Figura 3b, d**), resistências de alta potência (**Figura 3b**; o número de resistências pode ser adaptado, dependendo da necessidade térmica do utilizador), um sensor de temperatura e de humidade (**Figura 3c**), uma micro-ventoinha de baixo consumo (**Figura 3d**), e um controlador proporcional/integral/derivativo (PID) controlado

por um microcontrolador (**Figura 3e**) que se ligam à caixa térmica de forma a manter constante a temperatura dentro da caixa. Através de um pequeno ecrã e um Arduino que comanda os vários componentes, é possível manter a temperatura definida constante dentro da incubadora.

A incubadora pode ser usada para fins variados e adaptados a culturas de células em meios líquidos e sólidos (ver mais detalhes nos protocolos disponibilizados na nossa página). A incubadora deve ser montada de acordo com as necessidades experimentais dentro dos limites físicos do sistema.

Adicionalmente, disponibilizamos um vídeo-tutorial online, onde demonstramos, passo a passo, como montar e utilizar a incubadora.

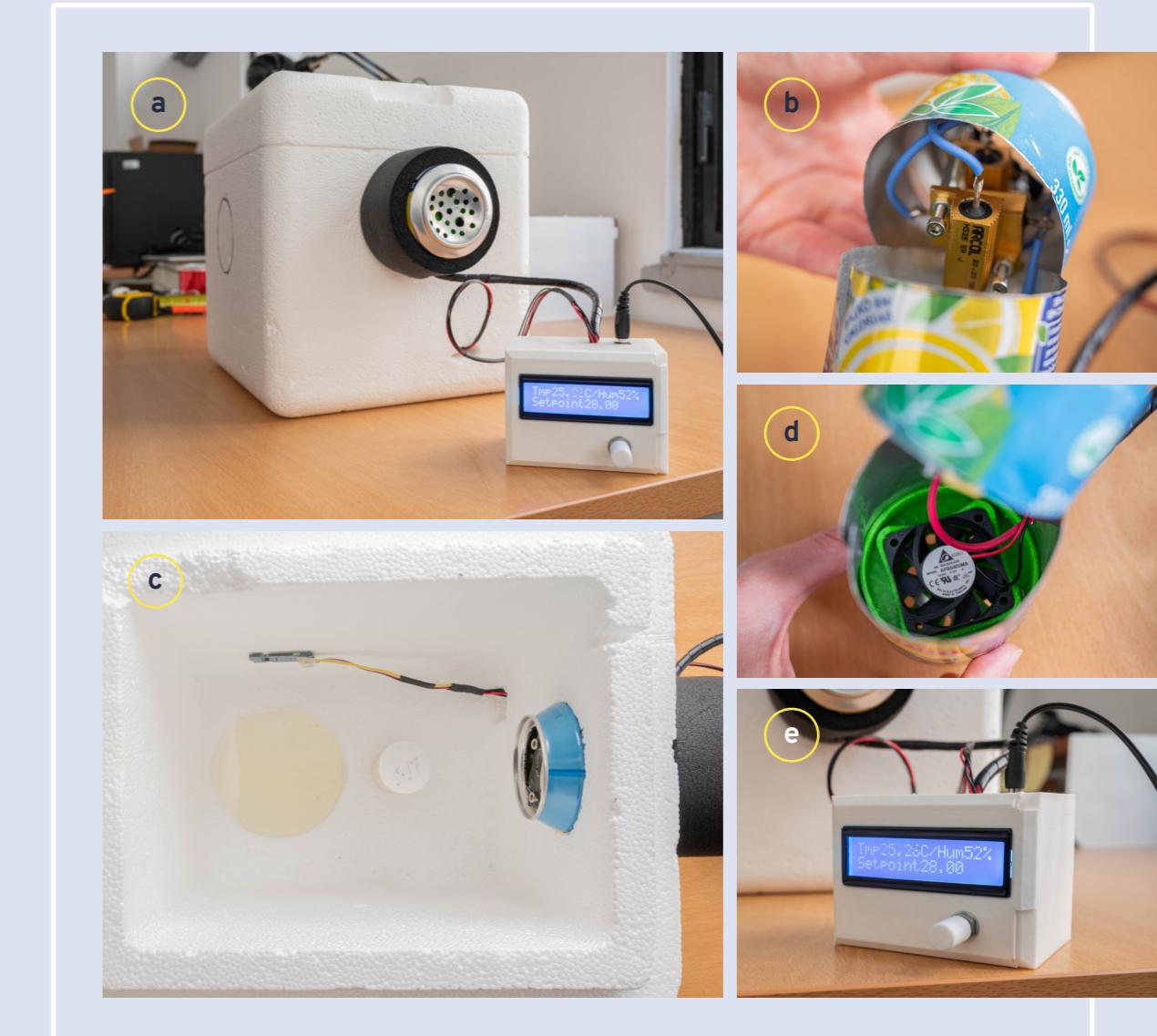
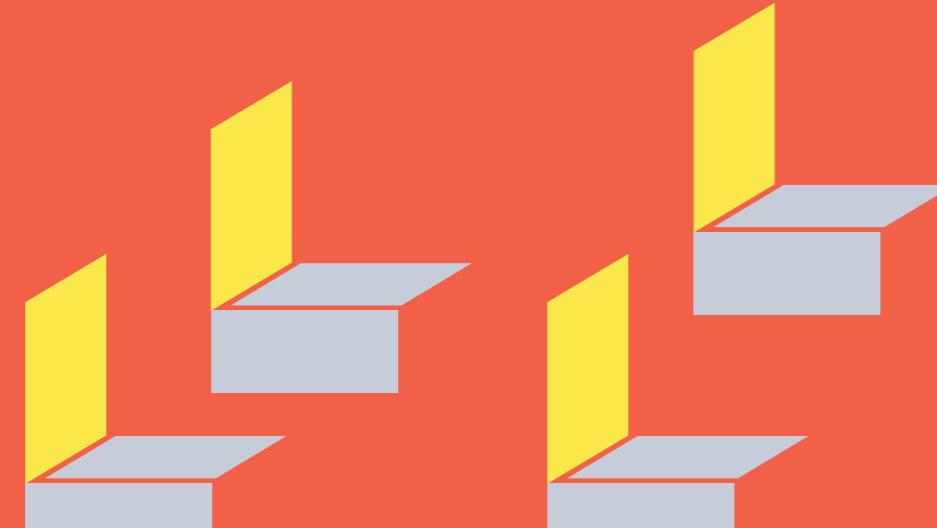


Figura 3. A incubadora é composta por um conjunto de circuitos cuja estabilidade sustenta a distribuição do calor. Os circuitos estão interconectados através de um suporte (neste caso foi utilizado uma lata) e uma caixa térmica (não distribuída na mala). A distribuição do calor é assegurada por uma micro ventoinha de baixo consumo.

As duas latas de refrigerante podem ser substituídas por uma única lata de spray, por exemplo de inseticida, desodorizante ou tinta. Neste caso, poderá ter que ajustar os desenhos técnicos.



Atenção que se a ventoinha não estiver a trabalhar, mas as resistências estiverem ligadas, ou se o sistema estiver mal configurado, a temperatura pode aumentar demasiado e causar lesões na pele. Ao mínimo sinal de sobreaquecimento, desligue a fonte de alimentação.

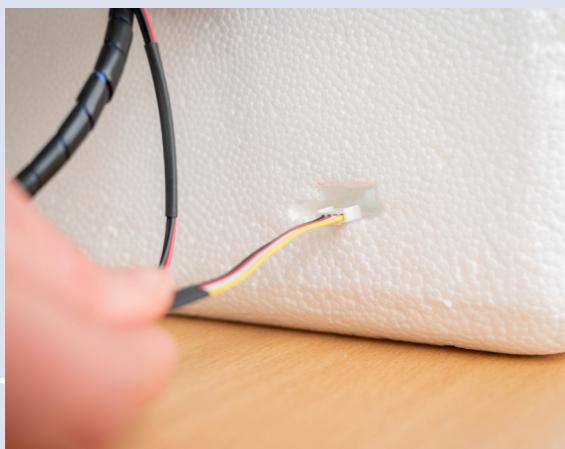
MONTAGEM DA INCUBADORA



1. Corte uma lata a aproximadamente 2/3 da altura (podem ser latas de coca-cola ou semelhante).



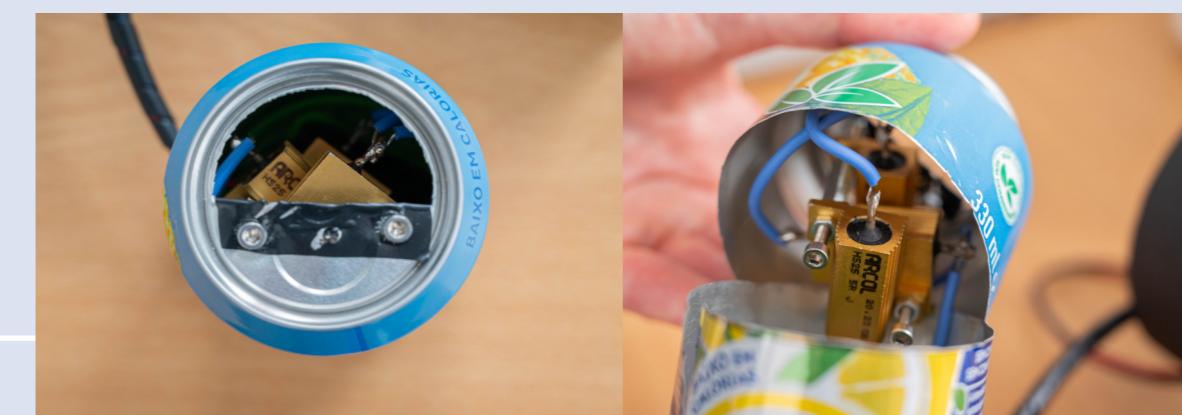
2. Fazer uma abertura na caixa térmica, usando a medida da lata de refrigerante.



3. Fazer uma abertura na base da caixa no mesmo lado da abertura feita para a lata. Esta abertura na base servirá para passar o cabo do sensor de temperatura e umidade (ver passo 8).



4. A ventoinha é responsável pela circulação e dissipação do calor gerado pelas resistências. Na base da parte mais comprida da lata já cortada, faça alguns buracos para a entrada de ar. Desta forma, evitará a criação de um vácuo e que a ventoinha se queime. A ventoinha deve ser colocada no fundo da lata, junto às aberturas, e deve estar orientada de forma a enviar o ar para dentro da caixa térmica. Note que a colocação incorreta da ventoinha pode gerar a dissipação do ar para fora da caixa, comprometendo o sistema.



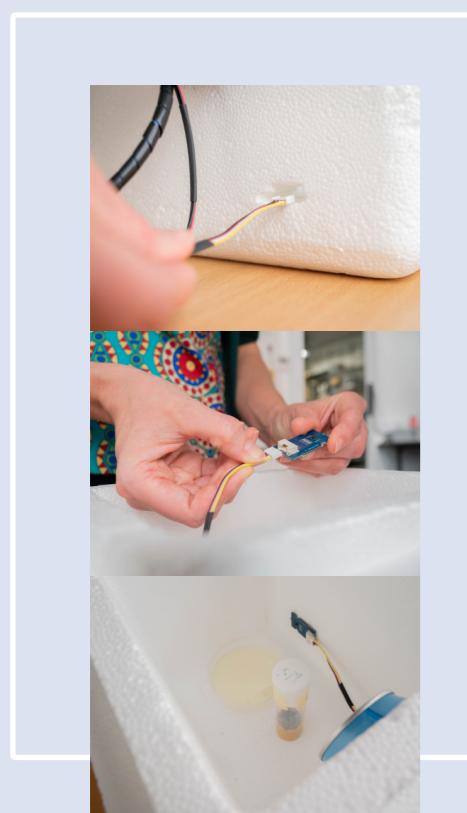
5. Na outra parte da lata, a mais curta, fazer uma abertura no topo para poder instalar o circuito de resistências de forma a aquecer o ar (correspondente ao calor dissipado). Este é o componente que permite o aquecimento da incubadora.

MONTAGEM DA INCUBADORA



6. Encaixar as duas partes da lata uma na outra. Se for necessário, para facilitar o encaixe, abrir uma ranhura lateralmente com uma tesoura.

7. Encaixar a lata reconstituída na abertura da caixa térmica. O lado da lata com a abertura maior e com as resistências fica virada para o interior da caixa térmica. O lado da lata com os furos menores e a ventoinha deve ficar do lado exterior da caixa térmica. Poder ser usada uma manga tipo Armaflex para rodear a lata, mas não é essencial.



8. Inserir o cabo do sensor na caixa através da abertura feita anteriormente na base da caixa térmica (passo 3), conectar o cabo ao sensor e colocar o sensor à altura prevista das amostras. Isto garante que a temperatura ao nível das amostras esteja correta. É este também o ponto onde a temperatura é medida.



9. Ligar a fonte de alimentação.



10. No microcontrolador, para selecionar a temperatura desejada, rodar o botão para escolher a opção “Setpoint” e pressionar o botão. Rodar o botão para ajustar o valor da temperatura desejada e carregar no botão para gravar a temperatura selecionada.



11. Selecionar a opção “Incubar!” e carregar no botão .

Quando a temperatura no interior da incubadora tiver chegado à temperatura desejada, pode colocar as suas amostras dentro da incubadora.

12. Para desligar a incubadora, basta carregar no botão uma vez. Isto desliga as resistências e a ventoinha. Depois, desligar a fonte de alimentação.

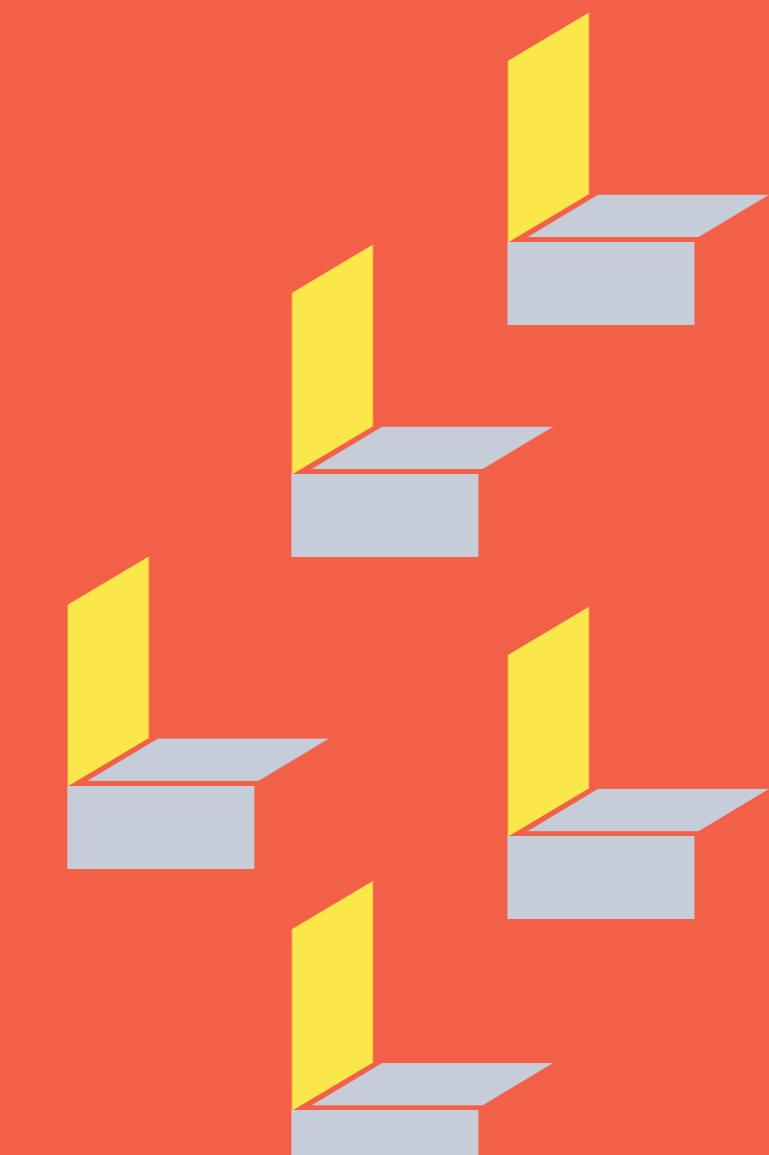
3.

DENSITÓMETRO E APLICAÇÃO MÓVEL

[Veja o vídeo-tutorial](#)



O densitómetro portátil (**Figura 4**) é um dos equipamentos originais do Lab in a Suitcase, desenhado e desenvolvido pela equipa do projeto. O densitómetro é composto por um suporte de cuvete impresso em 3D, que tira partido do LED de um telemóvel e da sua câmara fotográfica, e uma aplicação móvel que permite fazer a leitura da densidade ótica de amostras líquidas sem necessitar de conexão à internet. O suporte atual encaixa num telefone Xiaomi Redmi 9AT.



Os desenhos técnicos podem ser adaptados para o suporte ser adequado e impresso de forma a ser utilizado com outras marcas de telemóveis com configurações da câmara e do LED distintas à do Xiaomi Redmi 9AT.

Adicionalmente, disponibilizamos um vídeo-tutorial online, onde demonstramos, passo a passo, como montar e utilizar o densitómetro e a aplicação associada.

A luz emitida pelo LED é levada para o caminho ótico da câmara através de uma guia de luz (**Figura 4 a1**). Em espectrofotometria, a densidade ótica de uma amostra é medida com um comprimento de onda de 600 nm. Por esse motivo, este densitómetro inclui um filtro laranja (**Figura 4 a2**), garantindo que o comprimento de onda correto passe pela amostra (**Figura 4 a3, b**). A luz medida pela câmara é indiretamente proporcional ao logaritmo do número de células ou moléculas em suspensão presentes na cuvete (Lei de Beer-Lambert).

A aplicação móvel captura imagens das amostras com a câmara fotográfica, lê as imagens capturadas e executa a análise quantitativa da imagem usando código JavaScript desenvolvido especificamente para o projeto, tendo por base uma biblioteca de análise de imagem. Os valores indicados são correspondentes à densidade ótica que está relacionada com a concentração de células ou moléculas presentes na solução líquida contida na cuvete. A aplicação pode armazenar várias medições sequenciais.

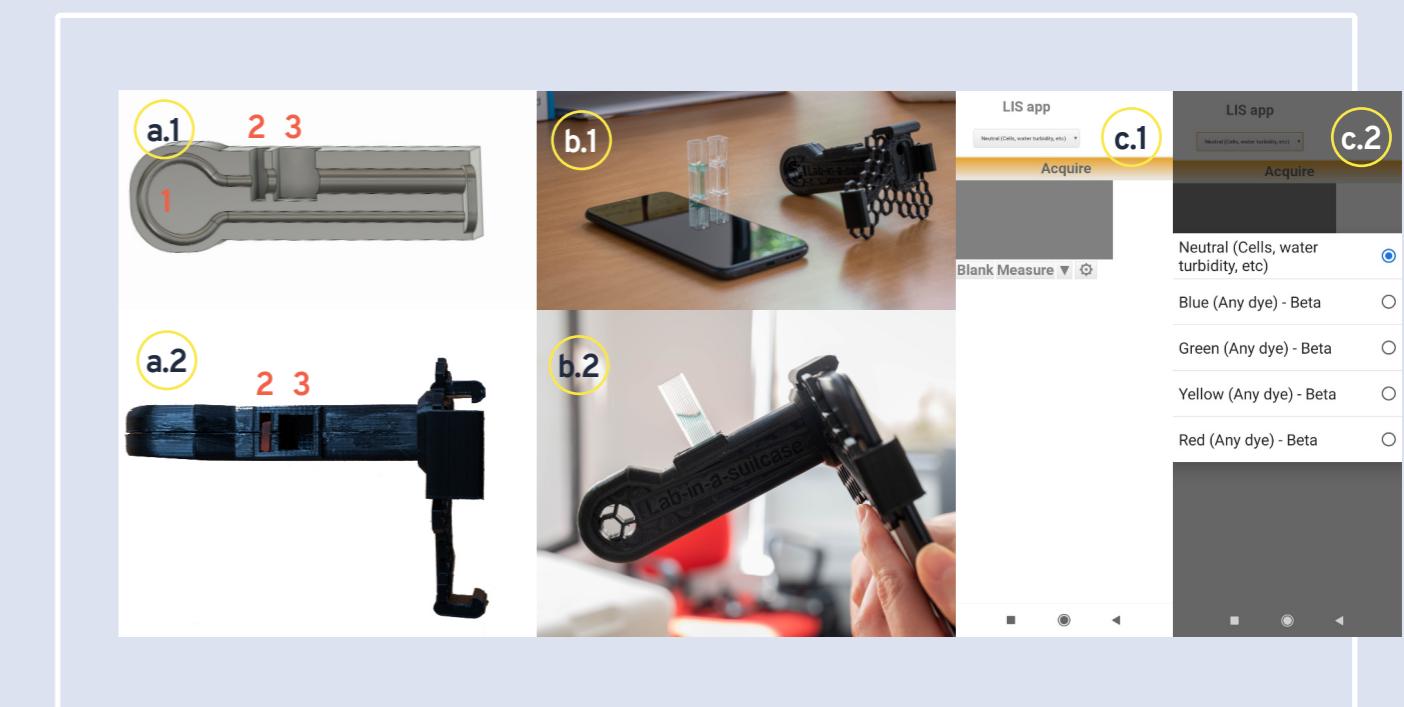


Figura 4. Leitor de densidade ótica constituído por um suporte de cuvete impresso em 3D e uma aplicação para análise de dados. O suporte inclui um guia de luz (a1), uma ranhura para um filtro (a2) e uma ranhura para uma cuvete (a3, b). O guia de luz leva a iluminação LED do telemóvel para a cuvete antes de chegar à sua câmara posterior (b). A luz medida é indiretamente proporcional à densidade (grau de opacidade) das amostras. A análise da imagem, medição da densidade da amostra e registo dos valores é realizada pela aplicação (c).

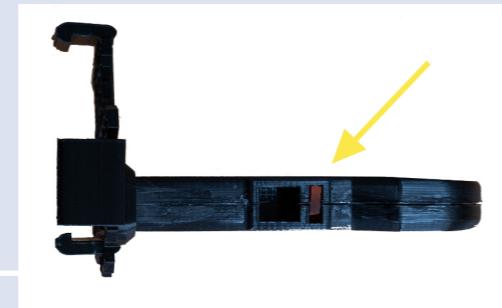
INSTRUÇÕES DE UTILIZAÇÃO

1. Preparar a(s) amostra(s) e ter sempre disponível a amostra controle (amostra de água que vai ser utilizada como standard referencial (blank) ou, se for trabalhar com culturas celulares, use como standard o mesmo meio de cultura utilizado nas diluições das culturas).

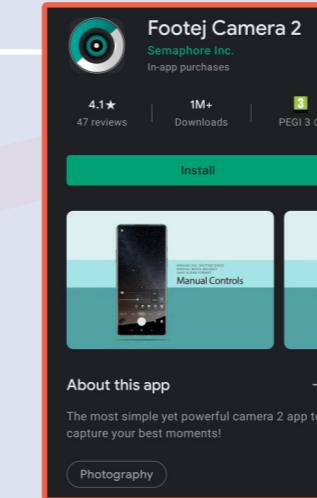
2. Encaixar o suporte do densitómetro no telemóvel com o caminho de luz orientado para a câmara traseira.



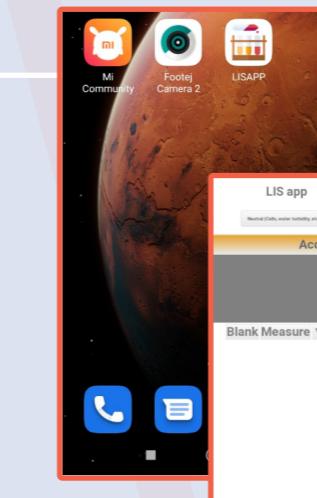
3. Confirmar que o filtro laranja se encontra na ranhura.



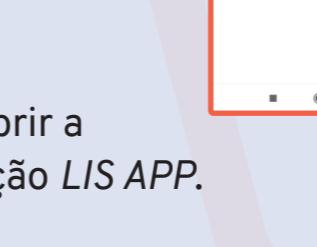
4. Colocar a cuvete com o lado transparente e liso virado para a câmara traseira do telemóvel.



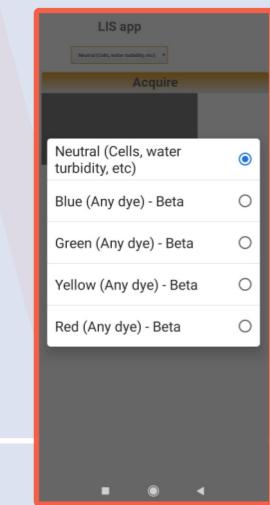
5. Confirmar que a aplicação Footej Camera 2 está instalada no telemóvel. Com esta aplicação é possível fixar as definições da câmara fotográfica e do flash para captura de imagens para análise com a aplicação do densitómetro.



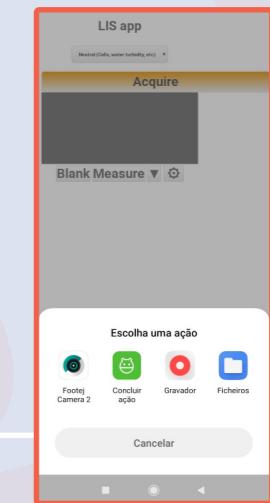
6. Abrir a aplicação LIS APP.



7. Selecionar a cor do meio das amostras.

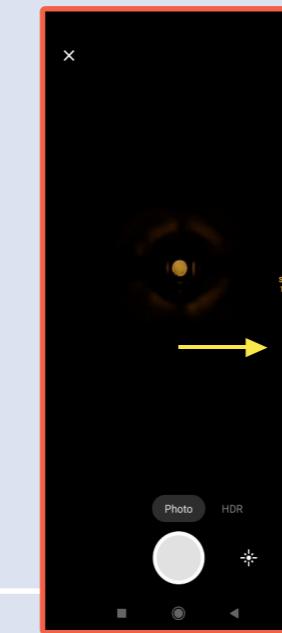


8. Para capturar a imagem da amostra na cuvete, clicar em “Acquire” e escolher a aplicação Footej Camera 2.

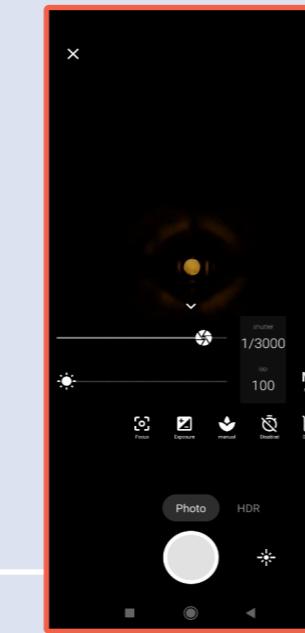


INSTRUÇÕES DE UTILIZAÇÃO

9. Na interface da aplicação *Footej Camera 2*, definir o flash e o modo de exposição manual (ME). Uma vez que o tempo de exposição terá que ser o mesmo entre medições, nunca se deve usar o modo automático.



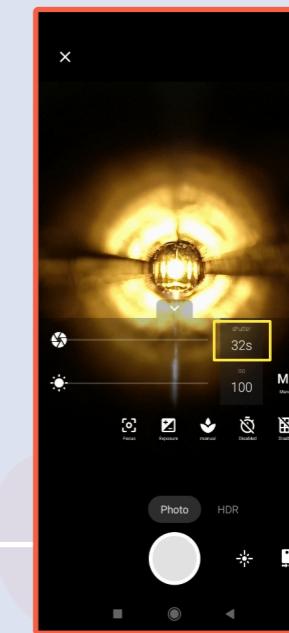
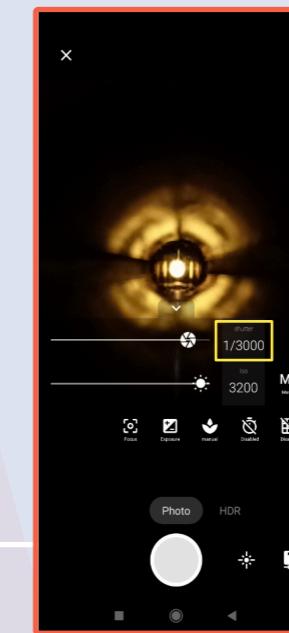
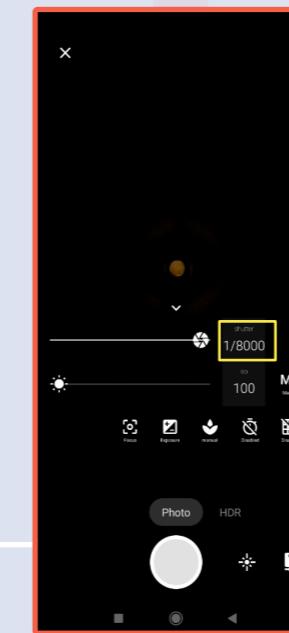
10. Utilizar um ISO de 100 e tempos de exposição para a amostra entre 1/500 e 1/3000 segundos. A aplicação do densitómetro irá indicar se o valor é demasiado elevado ou baixo, consoante os valores de intensidade do ponto de luz. O objetivo é ter o ponto circular iluminado o suficiente sem ter luz de fundo nem pontos de saturação. Manter as definições de exposição constantes entre medições. Caso ocorra um erro ao fazer as medições de densidade ótica devido a excesso de pontos saturados na imagem, é possível aumentar o valor aceitável do número de pontos saturados nas definições da aplicação do densitómetro (ícone). Este valor deve ser o mínimo possível e não deverá exceder o valor em poucos milhares sob pena de distorção dos valores de medição.



11. Capturar a imagem.



Exemplos de definições de captura que resultam em imagens demasiado escuras ou demasiado expostas à luz, que darão origem a medições incorretas:



INSTRUÇÕES DE UTILIZAÇÃO

12. Depois de capturar a imagem, se o ponto não estiver centrado, é possível aceder às configurações da aplicação para alterar as coordenadas de x e y. É importante que a imagem da amostra esteja centrada, uma vez que a aplicação utiliza uma pequena porção da imagem capturada para análise. Para ajustar o centro da imagem, clicar no ícone da LIS APP. Sendo um sistema cartesiano, se diminuir ou aumentar o valor de x, a imagem deslocar-se-á para a esquerda ou para direita, respetivamente. Se diminuir ou aumentar o valor de y, a imagem deslocar-se-á para baixo ou para cima, respetivamente.



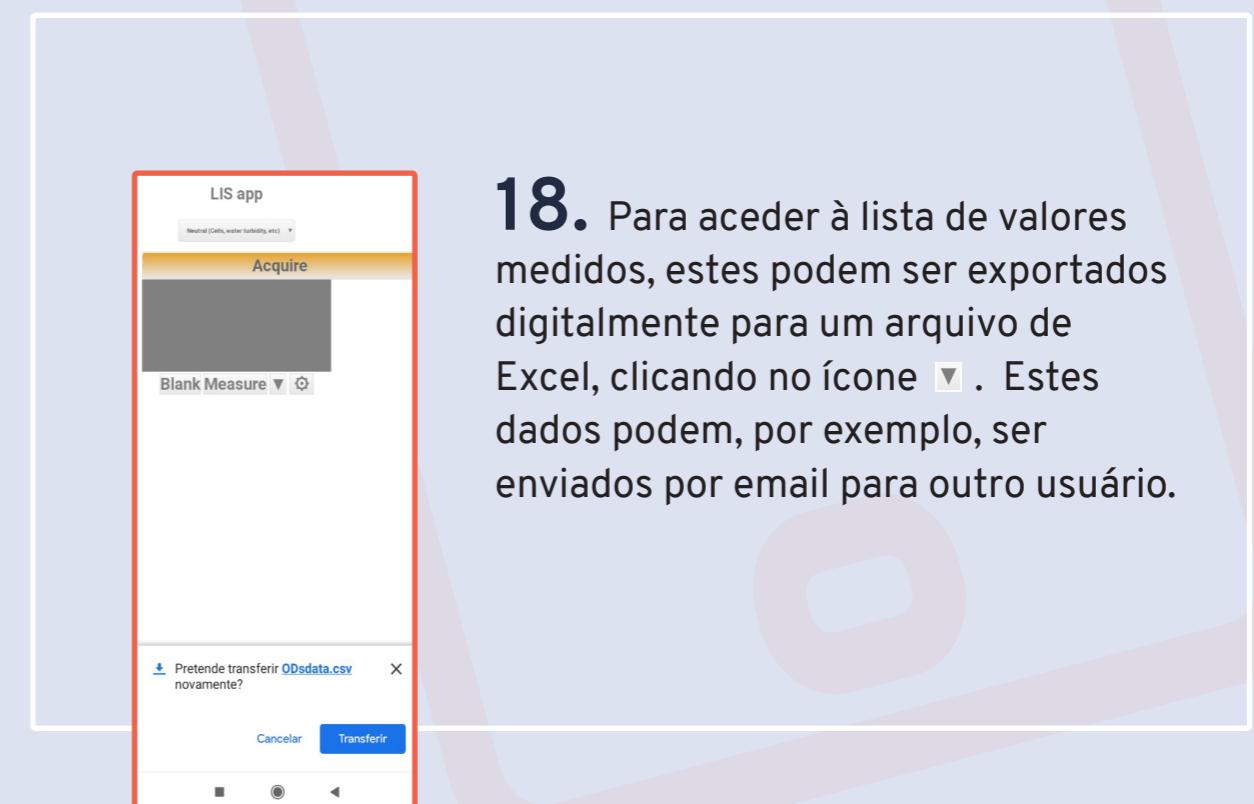
13. Se capturou uma imagem da amostra controlo (com água ou meio de cultura sem células/moléculas), clique no botão . Esta operação irá guardar o valor da amostra controlo no telefone para futura comparação com o(s) valor(es) da(s) amostra(s) teste.

14. Substituir a cuvete com o controlo pela cuvete com a amostra teste.

15. Capturar a imagem da amostra, usando os mesmos parâmetros de exposição usados na amostra controlo e proceder à análise da mesma.

16. Para obter o valor de densidade ótica, clicar em . O valor da densidade da amostra irá aparecer no ecrã e será guardado num ficheiro criado pela aplicação. Os valores são guardados na mesma sequência das medições realizadas.

17. Para medir uma série de amostras, repetir a sequência de passos 14 a 16.



18. Para aceder à lista de valores medidos, estes podem ser exportados digitalmente para um arquivo de Excel, clicando no ícone . Estes dados podem, por exemplo, ser enviados por email para outro usuário.

4.

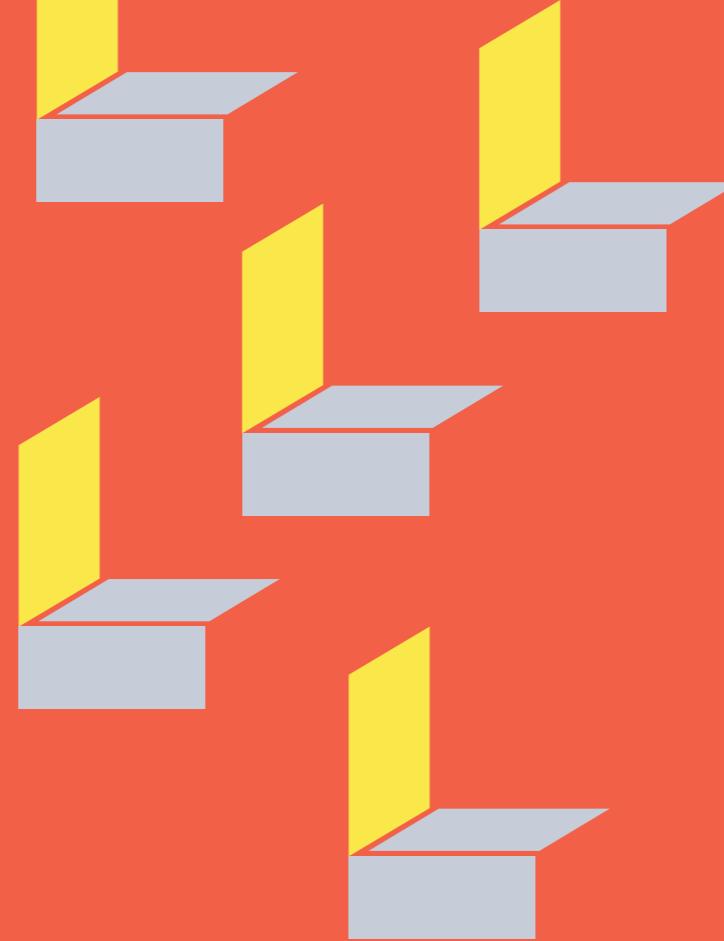
LUPA

[Veja o vídeo-tutorial](#)



A lupa é formada por uma lente portátil passível de ser acoplada ao telemóvel, podendo captar imagens com a câmara traseira do telemóvel (**Figura 5**).

A lupa pode ser usada para capturar imagens de células, de tecidos em caixas de Petri ou lâminas de vidro, ou de pequenos animais e plantas. Esta lupa equivale a um estereoscópio ou microscópio de ampliação até 60x, permitindo a identificação e classificação de características anatómicas, bem como estruturas microscópicas que, de outra forma, seriam impossíveis de visualizar com precisão a olho nu durante trabalho de campo ou pesquisa em laboratório.



Adicionalmente, disponibilizamos um vídeo-tutorial online, onde demonstramos, passo a passo, como montar e utilizar a lupa.

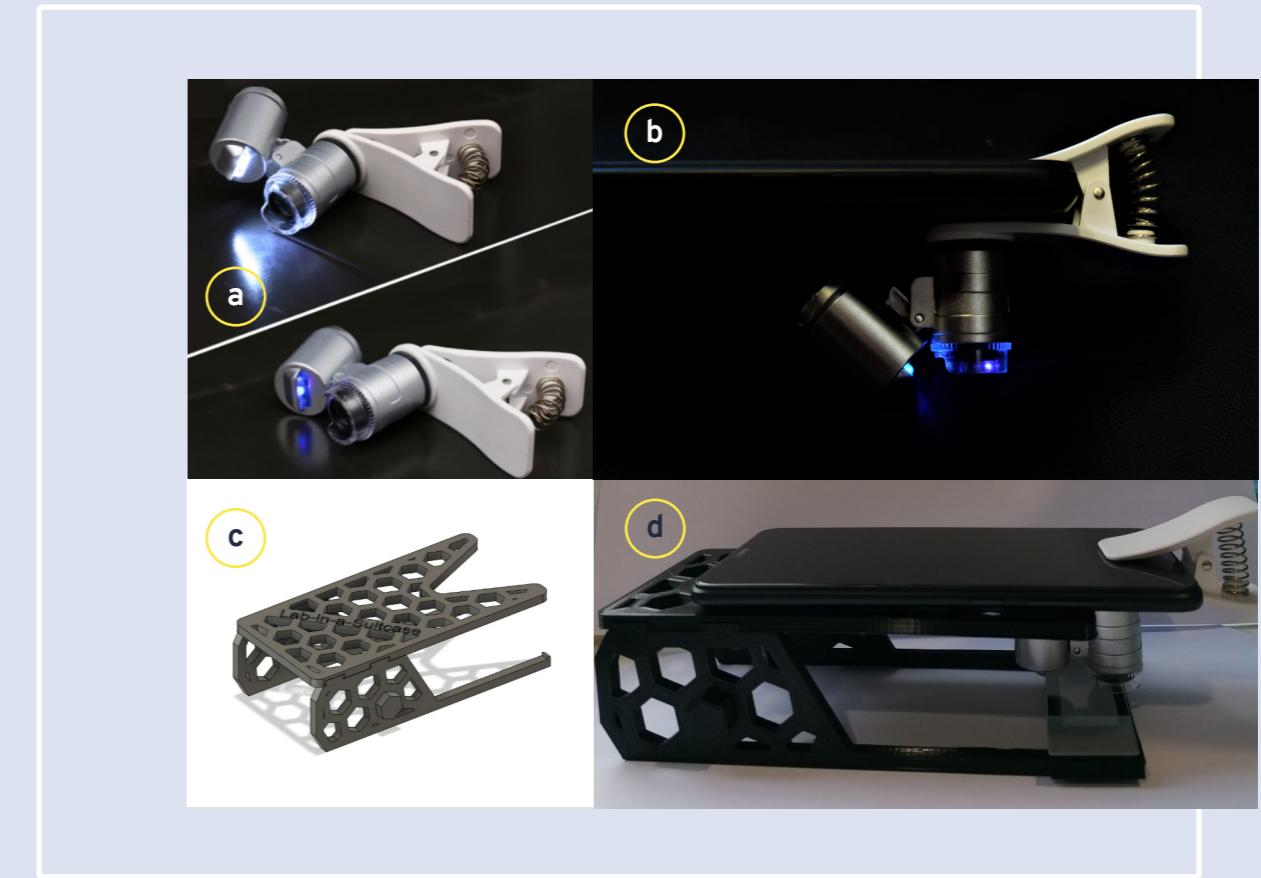


Figura 5. Lupa portátil com magnificação de 60x. A lente possui iluminação com duas cores: branco e azul (a). A lupa pode ser acoplada ao telemóvel para capturar imagens com a câmara traseira (b). Um suporte impresso em 3D (c,d) foi criado para facilitar a estabilidade na captura de imagens.

INSTRUÇÕES DE UTILIZAÇÃO

- 1.** Posicione a lupa alinhada com a câmara traseira do telemóvel.

Exemplo da lupa desalinhada com a câmara fotográfica do telemóvel:



- 2.** A captura de imagens pode ser feita usando o suporte ou não. Se o suporte for utilizado, colocar o telemóvel com a lupa sobre o suporte impresso em 3D e com a lente virada para baixo.



Exemplo da lupa alinhada com a câmara fotográfica do telemóvel:



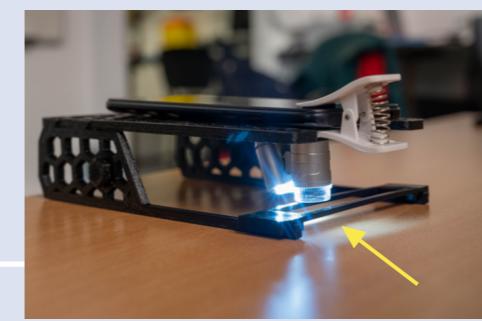
- 3.** Escolher a opção de iluminação - sem luz, luz branca ou luz azul.



- 4.** Capture as imagens usando a aplicação da câmara fotográfica do telemóvel.



- 5.** Lâminas com amostras podem ser colocadas na parte inferior do suporte.



- 6.** Para ampliar a imagem também se pode usar o zoom digital da aplicação da câmara do telemóvel.

- 7.** Para mover para outros campos da lâmina ou da amostra, pode mover o telemóvel sobre o suporte, ou reposicionar a lâmina/amostra.

LAB in a Suitcase

LIGAÇÕES ÚTEIS

Website IGC - Lab in a Suitcase (LiS)

<https://gulbenkian.pt/ciencia/pt-pt/lab-in-a-suitcase/>

GitHub LiS

<https://github.com/LiS-admin/suitcase.bio>

Instruções Bento Lab

<https://www.bento.bio/resources/manual/>

Contacto Bento Lab

<https://www.bento.bio/contact/>

Vídeo-tutoriais LiS

<https://gulbenkian.pt/ciencia/pt-pt/lab-in-a-suitcase/>

Protocolos experimentais LiS

<https://gulbenkian.pt/ciencia/pt-pt/lab-in-a-suitcase/>

Aplicação móvel LiS

<https://www.suitcase.bio/app/>

Se surgir qualquer dúvida sobre a utilização do equipamento, consulte a secção de FAQs na página web do projeto ou entre em contacto diretamente com a equipa Lab in a Suitcase:

Instituto Gulbenkian de Ciência

Rua da Quinta Grande 6

2780-156 Oeiras

Tel: 214407900

Email: moreno@igc.gulbenkian.pt.



LAB in a Suitcase



gulbenkian.pt/ciencia