

Urban Roots

Desenvolvimento de uma estufa de interior automatizada

Relatório

Hugo Martins 69864 Afonso Cunha 70386
Métodos Experimentais em Energia e Ambiente



Motivação

Este projeto foi realizado no âmbito da cadeira de Métodos Experimentais em Energia e Ambiente, que tem como principal objetivo estimular a nossa capacidade empreendedora em problemas de cariz social, especificamente em ambientes urbanos, com base na utilização de sensores e atuadores, oferecendo uma solução direta ou indiretamente relacionada ao ambiente e energia.

O tema escolhido foi o desenvolvimento de uma estufa de interior automatizada. Esta ideia surgiu durante uma das aulas onde fui sugerido que abordássemos o problema da falta de espaços verdes/agricultura na cidade. Pareceu-nos um problema bastante interessante de abordar no ponto de vista da distância que atualmente existe entre a agricultura e o estilo de vida da população urbana. É um projeto destinado a habitantes de zonas urbanas de todo o mundo.

A grande barreira existente entre a natureza/agricultura é provocada pela falta de espaços verdes no meio urbano, pela falta de espaços para cultivo e pela falta de tempo inerente a um estilo de vida activo ou em muitos casos a falta de condições para cultivar, como por exemplo quando se vive num apartamento.

Uma estufa de interior automatizada permite observar em primeira mão as suas colheitas, sem intermediários e de uma maneira biológica se assim preferir.

É também uma boa ideia para ajudar as gerações mais recentes a terem um contato mais constante com a natureza e com a realidade e importância da agricultura, assim como proporcionar os benefícios psicológicos inerentes ao contacto com a natureza.

Com o nosso projeto essa distância simbólica entre o supermercado e a mesa de refeições é reduzida, lembrando-nos das origens e ao mesmo tempo oferecendo uma experiência de contacto direto com a natureza, inédita, no conforto do nosso lar.

Introdução

O presente relatório tem como objetivo mostrar os passos tomados desde o conceito inicial até ao protótipo final. Será apresentada informação relevante quanto ao funcionamento da estufa, os componentes utilizados assim como aspetos relevantes para o crescimento das plantações. Aspetos a melhorar, de modo a passar de protótipo a produto, serão também abordados. Discutir-se-á a viabilidade económica deste projeto, em termos gerais, realizando-se estimativas de preços, tanto do protótipo como do produto final, assim como um plano para abordar o mercado numa fase inicial.

Parâmetros para o crescimento das plantas

Os principais parâmetros para o crescimento das plantas são a luz, a humidade, a temperatura e os nutrientes.

Neste projeto propomos-mos a controlar três destes parâmetros (luz, humidade e temperatura). O controlo do nível de nutrientes seria difícil devido a complexidade de estimar os níveis de nutrientes no solo. Contudo, este parâmetro é o de menor importância se considerarmos a utilização de um substrato adequado. Para além disso, é possível complementar a carga nutricional através da utilização de fertilizantes líquidos no depósito de água.

O sistema de controlo de humidade do solo é conseguido através de um sensor de humidade e um sistema de rega automatizado, de baixo caudal (rega gota-a-gota). Optámos por um sistema de rega gota-a-gota devido ao tempo de

resposta dos sensores, de modo a conseguir resultados em termos de rega mais eficientes.

O sistema de controlo de temperatura consiste num sensor de temperatura e de um ventilador, que é ativado quando a temperatura ultrapassa um certo nível. Este sistema é importante principalmente nos dias de Verão, de elevada radiação solar, em que a estufa pode atingir temperaturas demasiado altas para certas espécies de plantas.

O sistema de iluminação é constituído por um sensor de luminosidade e por um projetor LED. O projetor é ativado quando a iluminação solar não é suficiente para proporcionar o crescimento ótimo das plantas.

A utilização de iluminação LED própria para o crescimento de plantas (com picos de emissão na zona do vermelho e azul do espectro) traria vantagens em termos de consumo, uma vez que não existirá desperdício de radiação nos comprimentos de onda não absorvidos pelas plantas.

Tecnologia

Para este projeto, de forma a podermos concretizar materialmente a ideia da estufa, recorreremos ao uso de *Arduíno* para processar a informação obtida através dos diferentes sensores.

A estufa controla a humidade do solo, a temperatura no seu interior e a luminosidade.

Humidade

A humidade é controlada através de um sensor de humidade colocado no solo. Este sensor mede o valor de humidade detetado e envia para o *Arduíno* que processa a informação e, caso os

valores se encontrem dentro de uma gama, que defina o estado de “terra seca”, enviará um sinal digital para a bomba de água, que a acionará. Neste sistema foi necessário utilizar um relé uma vez que a bomba de água funciona a 230V (AC) e o *Arduíno* funciona a 5V (DC).

De forma a tornar a eletrónica utilizada mais próxima do utilizador/cliente foram introduzidos LEDs que acendem consoante o estado de humidade da terra. Vermelho corresponde a terra seca, amarelo a terra pouco húmida e verde a terra húmida. Foi também introduzido um botão que ao ser pressionado liga a bomba de água, permitindo ao utilizador uma régua manual tornando-o também capaz de controlar o processo de rega da estufa caso assim queira e também promover uma maior interecção entre a estufa e o utilizador.

O material utilizado neste módulo foi um sensor de humidade, uma bomba de água, um relé, três LEDs indicadores e resistências elétricas.

Temperatura

O valor de temperatura é avaliado através de um sensor de temperatura, montado num circuito elétrico que envia um sinal analógico para o *Arduíno*. Se esse valor for superior a 30°C é enviado um sinal digital para uma ventoinha, tendo sido necessário recorrer a um *transístor* de forma a fornecer-se assim a amperagem necessária para o funcionamento da mesma.

O material utilizado neste módulo foi um sensor de temperatura, uma ventoinha 20x20cm de 5V, um *transístor* e uma resistência de 10 kΩ.

Luminosidade

Para este parâmetro foi utilizada uma *photocell* num circuito que envia um sinal analógico para o *Arduíno*. Esse sinal é então processado e se o

valor estiver abaixo de um valor correspondente a pouca luminosidade, é enviado um sinal digital para o projetor LED, fazendo uso de um relé, uma vez que o projetor funciona a 230V (AC) e o *Arduíno* funciona a 5V (DC).

Tivemos também em conta o facto de naturalmente à noite não existir iluminação para as plantas, através do uso de um temporizador doméstico que foi desmontado e customizado para este projeto. Desta forma o utilizador têm a possibilidade de definir os limites horários para a iluminação da estufa evitando assim o incómodo de a estufa ficar ligada de noite ou em horários indesejados, provendo assim o utilizador com a capacidade de escolher as horas de luz que a estufa fornece. É também uma medida importante na moderação dos consumos energéticos da estufa.

Haveria também a possibilidade de comprar uma placa com função relógio própria para *Arduíno* mas a solução por nós optada é a mais económica e fica assim o utilizador com hipótese de introduzir através de um ecrã e botões as horas limite de iluminação.

O material utilizado neste módulo: foi uma *photocell*, um relé, um temporizador doméstico e uma resistência de 1 kΩ.

Um outro fator interessante de ser controlado, como foi dito anteriormente, são os nutrientes do solo mas dado o elevado número de sensores necessários tal refletir-se-ia no preço do protótipo bem como numa possível produção e venda a grande escala.

Mesmo sem unidade de controlo de nutrientes, é possível suplementar o solo com produtos próprios diluídos no reservatório de água, se desejado. Desta forma, apesar de não

controlarmos os níveis de nutrientes, garantimos que utilizando um produto próprio para plantas/legumes/frutas, com um largo espectro de nutrientes e com a razão de diluição indicada no reservatório de água dificilmente o solo sofrerá de cadência de nutrientes oferecendo assim um ambiente de crescimento bastante favorável para as plantações desejadas.

A estrutura

A estrutura é completamente personalizável através do uso de vigas com um formato característico que permite, através de elos de ligação, criar uma estrutura á medida do cliente.



Figura 1 - Exemplo de ligação

A cobertura da mesma é feita através de folhas de polipropileno transparente finas, uma vez que é um material bastante mais transparente quando comparado ao plástico normalmente utilizado em estufas de exterior, possibilitando assim um melhor aspeto à estufa assim como uma experiência mais direta com a natureza, devido a elevada transparência, objetivo principal do produto.

As folhas de polipropileno são picotadas, de forma a facilitar o seu corte e adaptação à estrutura escolhida sendo fixadas através de parafusos, fazendo uso do sistema de junção das vigas.

Feedback

No decorrer deste projeto, foram realizadas apresentações informais a vários amigos e

colegas de forma a avaliarmos o impacto desta ideia bem como se estaríamos a seguir o caminho correto. Mais tarde, e de uma forma mais formal, foi realizado um inquérito *online*, que foi divulgado nas redes sociais, uma excelente plataforma para receber opiniões em quantidades que seriam difíceis de obter de outras formas. Foram atingidas mais de 100 respostas.

Este inquérito esteve disponível na internet através da plataforma *Google Forms*, tendo sido divulgado nas redes sociais. Mostrou-se uma excelente ferramenta para verificar o impacto e utilidade desta ideia.

É apresentado de seguida um sumário das perguntas e respostas obtidas, encontrando-se em anexo, o modelo do questionário, assim como as respostas em forma gráfica.

1. Gostaria de fazer crescer as suas próprias frutas e legumes no conforto da sua casa?

Sim.	58	56%
Sim, se não me der muito trabalho.	40	39%
Não.	5	5%

2. É a favor de alimentos biológicos?

Sim.	94	91%
Não.	2	2%
Não, porque é mais caro.	7	7%

3. Considera a falta de tempo e de espaço um impedimento para crescer os seus próprios alimentos?

Sim.	96	93%
Não.	7	7%

4. A ideia de ter a sua própria estufa, completamente automatizada, é atrativa?

Sim.	37	36%
Sim, dependendo do preço.	59	57%
Não.	7	7%

Como é possível verificar, as opiniões recebidas são bastante encorajadoras, tendo sido possível verificar que este problema é relevante para os inquiridos, que também se demonstraram interessados na solução proposta.

Recursos Utilizados

Custo Protótipo

A construção do protótipo acarretou um custo de aproximadamente 90€.

Apresenta-se de seguida o preço dos principais componentes:

Componente	Preço (€)
Arduino	23,00
Breadboard	4,95
Cabos e elos de ligação	15,87
Sensor de humidade	4,95
Sensor de Luz	0,5
Sensor de temperatura	3,95
Kit de resistências	0,85
Ventoinha 5V	6,15
Temporizador digital	7,29
Projector LED	10,50
Bomba de rega	4,25
3x LED	0,60
Push Button	0,50
Relé	5,60
Total	88,96

Tabela 1 - Custos do protótipo

Ferramentas utilizadas na construção do protótipo

Para a construção do protótipo recorreu-se ao uso do programa *SolidWorks* para o desenho da estrutura configurável da estufa e de uma carapaça para proteger os componentes eletrónicos, com as devidas furações para passagens de cabos ou receção de informação (p.e. luz no caso do sensor de luminosidade)

Recorreu-se à impressão 3D para visualizar e demonstrar o funcionamento da estrutura configurável da estufa.

Utilizou-se também o *software Arduino* para a construção do código necessário ao funcionamento do protótipo.

Foi utilizado o programa *Photoview 360* para realizar os *render* utilizados tanto no vídeo de marketing como nas imagens apresentadas neste relatório.



Figura 2 - Estrutura modelada em *SolidWorks*

Desenvolvimentos futuros

O protótipo apresenta as características que nos propusemos controlar e automatizar. De protótipo a produto consideramos que algumas melhorias devem ser realizadas.



Figura 3 - Protótipo final

Todos os componentes devem ser implementados numa única *board*, de modo a reduzir espaço, custos e necessidade de uso de cabos. O objetivo será implementar uma unidade de controlo o mais compacta possível.

O *design* da caixa que envolve os componentes principais deve ser melhorado. Consideramos que o *design* neste produto é uma característica muito importante, uma vez que o produto se encontra dentro de casa, e também para melhorar a experiência de cultivo e crescimento na estufa para o utilizador.

Outro fator a melhorar será aproximar os valores para os quais os atuadores são ativados para os valores cada vez mais ideias, tendo em conta os tipos de plantas mais cultivados nesta estufa. Esta será uma melhoria contínua e requer o feedback dos utilizadores da estufa assim como experimentação.

A implementação de LEDs destinados ao crescimento de plantas é uma mais-valia, devido a redução no consumo energético, uma vez que

estamos apenas a emitir luz nos comprimentos de onda absorvidos pelas plantas.

Os parâmetros que definem o acionamento dos atuadores no protótipo são bastante fáceis de mudar para utilizadores com conhecimentos mínimos de programação, mas para produto final seria interessante criar uma base de dados aliada a um interface com interação direta do utilizador em que identificando as espécies a cultivar, automaticamente os parâmetros seriam calibrados para essa espécie, providenciando assim um ambiente de crescimento específico a cada espécie cultivada.

A implementação de um calendário solar e de prover o utilizador com a capacidade de especificar a fase da vida das plantas (germinação, crescimento, reprodução) seria interessante pois seria possível conciliar a fase de vida em que a planta se encontra com as suas necessidades de luz, humidade e temperatura.

Plano de negócios

Mercado

O projeto *Urban Roots* com o produto *Estufa Indoor Automatizada* pode ser enquadrado entre várias categorias. Consideramos que este é um produto que tanto se pode apresentar como um produto de jardinagem de topo, apresentando as características necessárias para o controlo das necessidades das espécies mais complexas de plantas, ou, como foi inicialmente desenvolvido, um produto que cria a ponte entre o prato e a agricultura.

O produto destaca-se em ambas as categorias, sendo que esta distinção é mais evidente na

última categoria apresentada, devido à competição reduzida, ou inexistente se considerarmos as vantagens oferecidas.

Os produtos mais semelhantes não apresentam o nível de automação, flexibilidade no *design* da estrutura da estufa ou a facilidade de uso proporcionada por *Urban Roots*. O preço de venda da *Estufa Indoor Automatizada* é inferior ao preço de venda do produto mais próximo (automação apenas na rega), e compara-se ao preço de outras estufas indoor não automatizadas de médio e alto nível.

Por último, o baixo peso e volume do produto, aquando desmontado, é mais uma característica importante, principalmente se considerarmos o envio do produto recorrendo a transportadoras, tornando-se este facto, ainda mais importante para vendas internacionais.

Com base no anteriormente descrito consideramos o produto *Urban Roots* com potencial económico.

Custo de operação

Os custos de operação resumem-se ao consumo eléctrico por parte do sistema de controlo e de todos os sensores e atuadores, assim como o custo da água para rega.

O solo a utilizar não é incluído, por vários motivos, sendo o principal o aumento do preço a considerar no envio dos produtos, portanto este será um custo adicional para o cliente.

Preço de produção e de Venda

O produto *Urban Roots* é composto por um sistema de controlo principal, unidades de recolha de informação (sensores) e atuadores, assim como a estrutura modular para a construção da estufa Interior.

A estrutura é constituída por vigas extrudidas de pequenas dimensões e elos de ligação permitindo a construção de estruturas adaptáveis ao ambiente e ao gosto do utilizador. É também possível aumentar o número de unidades de controlo, caso a estufa tenha uma dimensão superior ao raio de cobertura dos sensores e atuadores.

O preço de venda do produto foi estimado partindo da experiência na construção do protótipo e do *feedback* obtido, assim como do preço dos produtos da mesma categoria. É importante notar que o produto *Urban Roots* é extensível, como explicado anteriormente, com uma construção modular, adaptada ao cliente, pelo que o preço de venda é variável consoante o tamanho e complexidade da estrutura que se pretende instalar.

O custo de produção de uma unidade de controlo principal foi estimado em 34.5€. Este preço inclui o sistema de controlo, sensor de temperatura, humidade e luminosidade, ventilador, bomba de rega e iluminação de alta eficiência por LED.

O custo de produção de um *kit* inicial para a montagem da estrutura tem um custo de 8€ (estrutura com 100*40*40cm).

Devido às características do produto *Urban Roots*, o preço de venda foi estimado em 119€.

A venda de *kits* complementares e unidades de controlo adicionais apresenta margens de lucro idênticas.

Abordagem inicial

O primeiro passo a tomar seria apostar na divulgação do produto e do conceito de forma a atrair potenciais investidores e clientes. Esta divulgação será feita recorrendo principalmente

a redes sociais, devido aos custos reduzidos desta abordagem. O modelo “passa a palavra” é uma mais-valia no nosso produto. Queremos que os utilizadores de *Urban Roots* partilhem a sua opinião e críticas ao produto dando o feedback através das redes sociais, contribuindo assim para uma melhoria contínua do produto e possível introdução de novos produtos de acordo com a procura e críticas.

Anexos

1. Inquérito realizado



Uma Estufa de Interior Inteligente

Queremos trazer a agricultura de volta à cidade! Para isso criamos uma estufa de interiores, de tamanho personalizável, onde não tem de se preocupar com a rega, a iluminação e a temperatura das suas plantas/vegetais/legumes.

Dê-nos a sua opinião sobre esta ideia!

Gostaria de fazer crescer as suas próprias frutas e legumes no conforto de sua casa?

- Sim.
- Sim, se não me der muito trabalho.
- Não.

É a favor de alimentos biológicos?

- Sim.
- Não.
- Não, porque é mais caro.

Considera a falta de tempo e de espaço um impedimento para crescer os seus próprios alimentos?

- Sim.
- Não.

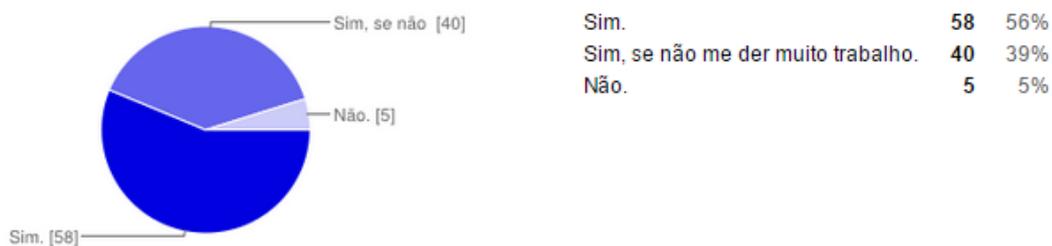
A ideia de ter a sua própria estufa, completamente automatizada, é atractiva?

- Sim.
- Sim, dependendo do preço.
- Não.

100%: You made it.

2. Respostas do inquérito

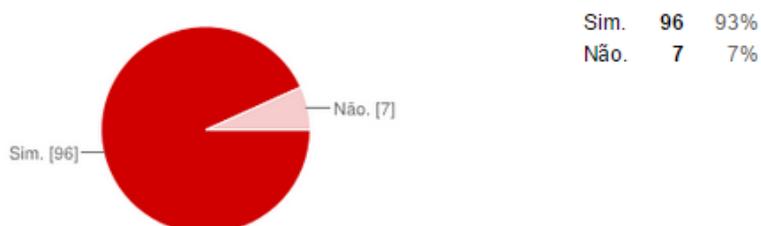
Gostaria de fazer crescer as suas próprias frutas e legumes no conforto de sua casa?



É a favor de alimentos biológicos?



Considera a falta de tempo e de espaço um impedimento para crescer os seus próprios alimentos



A ideia de ter a sua própria estufa, completamente automatizada, é atractiva?

