

**DESENVOLVIMENTO DE
UM PROTÓTIPO DE UMA
COMPOSTEIRA
ELETRÔNICA PARA USO
RESIDENCIAL**

VINICIUS TEIXEIRA COELHO

**DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DE UMA
COMPOSTEIRA ELETRÔNICA PARA USO
RESIDENCIAL**

FLORIANÓPOLIS, 2013

CDD 621.3
C672d

Coelho, Vinicius Teixeira

Desenvolvimento de um protótipo de uma composteira eletrônica para uso residencial [MP] / Vinicius Teixeira Coelho; orientação de Fernando S. Pacheco – Florianópolis, 2013.

1 v.: il.

Monografia de Pós-Graduação (Desenvolvimento de Produtos Eletrônicos) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Inclui referências.

1. Sistemas eletrônicos. 2. Arduino. 3. Compostagem. 4. Compostos orgânicos. 5. Tratamento de resíduos sólidos. I. Pacheco, Fernando S. II. Título.

Sistema de Bibliotecas Integradas do IFSC
Biblioteca Dr. Hercílio Luz — Campus Florianópolis
Catalogado por: Ana Paula F. Rodrigues Pacheco CRB 14/1117

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA
CAMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETRÔNICA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO (LATO SENSU) EM
DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS ELETRÔNICOS**

VINICIUS TEIXEIRA COELHO

**DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DE UMA
COMPOSTEIRA ELETRÔNICA PARA USO
RESIDENCIAL**

Monografia submetida ao
Instituto Federal de
Educação, Ciência e
Tecnologia de Santa
Catarina como parte dos
requisitos de obtenção do
título de Especialista em
Desenvolvimento de
Produtos Eletrônicos.

Professor Orientador:
Fernando S. Pacheco, Dr.
Eng.

FLORIANÓPOLIS, 2013

DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DE UMA COMPOSTEIRA ELETRÔNICA PARA USO RESIDENCIAL

VINICIUS TEIXEIRA COELHO

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do Título de Especialista e aprovado na sua forma final pela banca examinadora do Curso de Pós-Graduação (Lato Sensu) em Desenvolvimento de Produtos Eletrônicos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Florianópolis, 17 de Dezembro de 2013

Banca Examinadora:

Prof. Fernando S. Pacheco, Dr. Eng.

Prof. Luís Carlos M. Schlichting, Dr. Eng.

Prof. Luiz Alberto de Azevedo, Dr.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais pelas oportunidades que me proporcionaram.

A minha esposa pela compreensão pelas ausências durante a escrita deste documento.

Ao meu orientador Fernando Pacheco por me guiar no decorrer do trabalho.

Ao Instituto Federal de Santa Catarina por proporcionar o meu estudo nesta especialização.

E minha filha, por iluminar minha vida.

RESUMO

No Brasil várias toneladas de lixo são recolhidas todos os dias e a destinação desse material nem sempre é a mais adequada. Em lixões, o material recolhido entra em decomposição sem controle e pode contaminar o meio ambiente. Com o Plano Nacional de Resíduos Sólidos, de 2010, espera-se dar uma destinação mais correta aos materiais recolhidos. O trabalho mostra o desenvolvimento de um protótipo de uma composteira eletrônica para ser utilizado em casas e apartamentos. Esse equipamento acelera o processo de decomposição, obtendo-se, ao final de duas semanas, um composto orgânico estabilizado. Foram utilizados componentes *open source* e *open hardware*, como a plataforma Arduino. O equipamento desenvolvido monitora os parâmetros temperatura e umidade durante o processo de compostagem e atua sobre seu controle através de aquecimento e ventilação. São apresentados neste trabalho também os testes realizados e uma análise econômica da operação do equipamento.

Palavras-chave: Arduino. Compostagem. Lixo Orgânico.

ABSTRACT

In Brazil several tons of garbage are collected daily and the disposal of this material is not always the most appropriate. In landfills, the collected material begins to decompose without control and it can contaminate the environment. The National Solid Waste Plan, published in 2010, is expected to give a more correct destination for collected materials. This work shows the development of an electronic composter for home use. This hardware accelerates the decomposition of organic material obtaining at the end of two weeks, a stabilized organic compound. Open source and open hardware components were used, like the Arduino platform. The developed equipment monitors the temperature and humidity parameters during the composting process and acts on its control by heating and ventilation. Tests performed and an economic analysis of the operation of the equipment are also presented in this work.

Key-words: Arduino. Composting. Organic waste.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Visão geral do funcionamento do equipamento.....	15
Figura 2 - Composteiro de tijolos.....	19
Figura 3 - Composteiro de tijolos e Composteiro de bombona.....	20
Figura 4 - Composteiro de pilha	21
Figura 5 - Composteiro eletrônico NatureMill	22
Figura 6 - Composteiro eletrônico Topema	23
Figura 7 - Foto da placa eletrônica Arduino UNO.....	25
Figura 8 - IDE de desenvolvimento para Arduino.....	26
Figura 9 - Sensor de temperatura e umidade DHT11	27
Figura 10 - Comunicação completa entre DHT11 microcontrolador.....	28
Figura 11 - Sinal de início de comunicação.....	29
Figura 12 - Representação do bit 0 do DHT11	29
Figura 13 - Representação do bit 1 do DHT11	29
Figura 14 -Esquemático do protótipo	31
Figura 15 - Montagem dos componentes na matriz de contatos	

Figura 16 - Detalhe do posicionamento do sensor de temperatura e umidade.....	33
Figura 17 - Detalhe do posicionamento do ventilador	33
Figura 18 - Fluxograma do funcionamento da versão final do <i>firmware</i>	34
Figura 19 - Material obtido em primeiro teste.....	35
Figura 20 - Composto obtido no segundo teste	36
Figura 21 - Frequência de aumento e diminuição da umidade ...	37
Figura 22 - Frequência de aumento e diminuição da temperatura	37
Figura 23 - Material liquefeito obtido no terceiro teste	38
Figura 24 - Composto obtido no teste de comparação	38

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Objetivos.....	14
1.2 Motivação	16
1.3 Organização do trabalho	16
2 COMPOSTAGEM	17
2.1 Conceitos básicos	17
2.2 Materiais utilizados na compostagem	17
2.3 Temperatura	18
2.4 Umidade	18
2.5 Tipos de Composteiros.....	18
2.5.1 Composteiros de tijolos	18
2.5.2 Bombona plástica	19
2.5.3 Anéis de concreto	19
2.5.4 Alvenaria	20
2.5.5 Pilha ou leira	20
2.5.6 Composteiros eletrônicos	21
3 HARDWARE	24
3.1 Arduino	24

3.2 Sensor de temperatura e umidade DHT11	27
3.2.1 Processo de comunicação com DHT11	28
4 DESENVOLVIMENTO	31
4.1 Montagem dos componentes	31
4.2 Programação do Microcontrolador	33
4.3 Testes	35
4.4 Custos de produção e funcionamento	39
4.5 Análise econômica do equipamento	40
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
Referências Bibliográficas	43
APÊNDICE A - Xively	46
APÊNDICE B - Código-fonte de versão final do firmware para controle da composteira	47

1 INTRODUÇÃO

Segundo pesquisa do IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada) (IPEA, 2013), o Brasil recolhe 183,5 mil toneladas de resíduos sólidos por dia, sendo que 51,4% é de materiais orgânicos e 31,9%, de materiais recicláveis. Grande parte desses resíduos é encaminhado para lixões, onde a decomposição ocorre de forma não controlada, resultando em biogás e no líquido conhecido como chorume. Isso provoca impactos ambientais graves pois, com a ação das chuvas, o chorume pode atingir lençóis freáticos e contaminá-los.

Desde o ano de 2006, o Brasil conta com legislação para a separação dos materiais recicláveis, Decreto nº 5.940 (BRASIL, 2006). Por outro lado, somente em 2010, com a instituição da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (BRASIL, 2010), começou-se a planejar de forma sistematizada o destino dos materiais orgânicos. Essa Política prevê a elaboração e implementação de um Plano Nacional de Resíduos Sólidos, com horizonte de 20 anos para encontrar soluções ambientais adequadas para os rejeitos, tanto orgânicos como recicláveis. Uma das metas do Plano é extinção dos lixões até o final de 2014.

Daquele total de 183 mil toneladas de resíduos sólidos por dia, 58,3% é encaminhado para aterros sanitários, 19,8% para lixões e somente 0,8% para unidades de compostagem (BRASIL, 2012).

Atualmente o custo de dispor os resíduos sólidos ultrapassa R\$ 7 milhões por dia, sem contar com os custos de coleta e transporte. A pergunta que se faz é: não seria possível reduzir essa quantidade de resíduos orgânicos coletados? Algumas iniciativas pontuais como a do hotel Bühler, Lixo Mínimo (COSTA, 2004), mostram que sim. O projeto conta com a separação de todos os materiais manipulados e utilizados no hotel, sendo os elementos recicláveis enviados para locais apropriados e os materiais orgânicos utilizados para compostagem. Após a finalização do processo, o composto é utilizado na própria horta do hotel.

Em Florianópolis, pode-se citar a iniciativa do Campus Florianópolis-Continente do Instituto Federal de Santa Catarina

(IFSC), que tem um projeto de emprego de composteiras, utilizando os resíduos das aulas de culinária. Além de aprender sobre compostagem e sua importância, os alunos são ensinados sobre a separação correta do material. O composto também é utilizado na horta, gramados e floreiras do Campus.

Também em Florianópolis, outro projeto de destinação correta dos resíduos sólidos é o projeto do supermercado Hippo (HIPPO, 2013). O projeto teve início em 2003 e é internamente conhecido como "Projeto de Reciclagem de Lixo". Seu objetivo é reaproveitar as 20 toneladas de lixo geradas mensalmente. Antes do início desse projeto, 76% dos resíduos iam para aterros sanitários; agora, 84% dos resíduos são reciclados. O material orgânico é encaminhado para a Associação Orgânica de Florianópolis, onde é transformado em composto e doado para creches e outras entidades.

Para realizar a compostagem como nos projetos citados, é necessário um espaço aberto e amplo. Aplicar um processo deste tipo em ambientes como apartamentos, é praticamente inviável. Há no mercado nacional alguns equipamentos eletrônicos para o processamento de compostagem em ambientes fechados, sem a proliferação de insetos, ideais para hotéis e hospitais. Também existe uma empresa americana que comercializa uma composteira pequena para o uso residencial, que será detalhado no Capítulo 2. Esse produto, entretanto, tem um alto custo de importação, inviabilizando sua disseminação aqui.

1.1 Objetivos

Este trabalho tem como objetivo desenvolver um protótipo de um equipamento com controle eletrônico que acelere a compostagem de resíduos orgânicos em um ambiente residencial, de modo limpo e simples.

Como objetivos específicos pode-se destacar os seguintes:

- Desenvolver e montar um protótipo de um equipamento eletrônico para compostagem utilizando componentes *open source* e *open hardware*, com o intuito de disseminar seu uso.
- Realizar a programação do *software* para a coleta e controle de temperatura e umidade durante o período de

funcionamento do equipamento. Realizar testes para verificar o funcionamento correto do protótipo para a realização da compostagem.

- Avaliar o impacto econômico dessa solução a partir dos testes realizados e das informações disponibilizadas por entidades da área.

De modo resumido, o equipamento proposto deve acelerar o processo de decomposição dos resíduos orgânicos através do controle de dois parâmetros, temperatura e umidade. A Figura 1 mostra um diagrama geral do equipamento proposto neste trabalho.

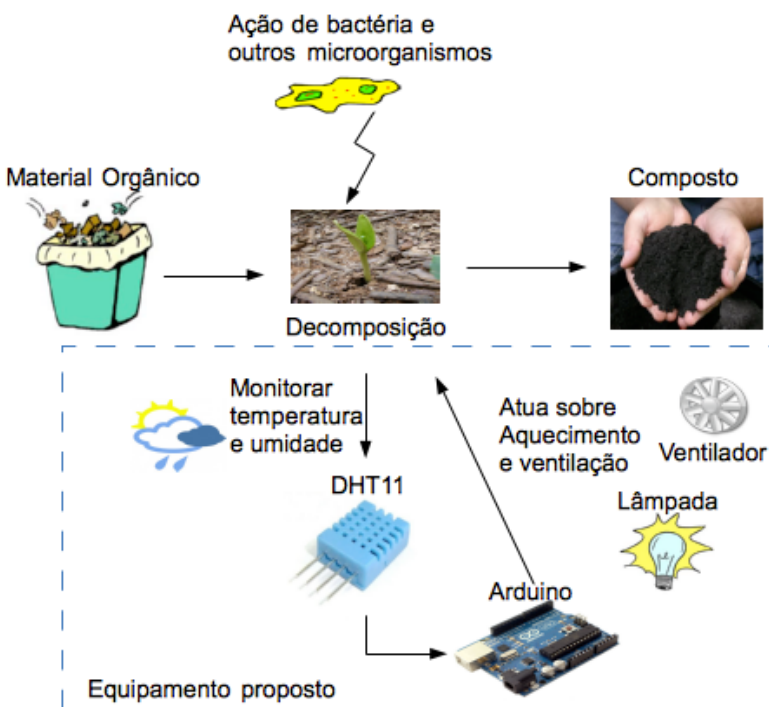


FIGURA 1 - Visão geral do funcionamento do equipamento.
FONTE: Própria

1.2 Motivação

Como já mencionado, o Estado brasileiro está aperfeiçoando suas leis para reduzir os problemas ambientais que os resíduos sólidos podem causar quando não tratados de maneira adequada, juntamente com as iniciativas privadas de destinação de resíduos. Com esse cenário, iniciar o projeto de um produto eletrônico que ajude na produção de composto, diminuindo os resíduos encaminhados para aterros sanitários se justifica, uma vez que apenas 0,8% dos resíduos são encaminhados para unidades de compostagem. Além de diminuir os gastos com adubos no cultivo de hortas domésticas, e até mesmo incentivando a criação das mesmas, acredita-se que o projeto também possa contribuir na diminuição de gastos públicos para a coleta e destinação dos resíduos. O processo de compostagem convencional é relativamente demorado, levando assim o desenvolvimento de um produto que monitore as condições do composto e que acelere o processo como um todo, reduzindo o tempo de produção de aproximadamente 4 meses, para aproximadamente 2 semanas.

1.3 Organização do trabalho

Este trabalho está organizado como segue. No Capítulo 2 são apresentadas as bases do processo de compostagem, discutindo como a temperatura e umidade influenciam no processo. Também são apresentados alguns tipos de composteiras, incluindo as composteiras eletrônicas. No Capítulo 3 é mostrada uma visão geral do projeto e os componentes eletrônicos necessário para a montagem do equipamento. No Capítulo 4, apresenta-se o desenvolvimento do equipamento e os testes realizados para obtenção de composto orgânico. É mostrado também uma análise econômica do custo do equipamento em funcionamento e da redução dos gastos públicos caso ele seja utilizado em larga escala. Por fim, no Capítulo 5 apresentam-se as conclusões do trabalho e as sugestões para continuidade do projeto.

2 COMPOSTAGEM

Este capítulo apresenta alguns conceitos básicos sobre compostagem. Como o equipamento proposto tem por finalidade acelerar a produção de composto, é importante entender como funciona o processo convencional. São discutidos também os parâmetros de temperatura e umidade, com sua importância durante o processo de compostagem.

2.1 Conceitos básicos

A compostagem tem por finalidade a obtenção mais rápida e em melhores condições da estabilidade da matéria orgânica. É um processo de decomposição de matéria orgânica pela ação de fungos, bactérias e outros microrganismos (TEIXEIRA *et al*, 2004). O processo pode ser dividido em duas partes: uma física (desintegração) e outra química (decomposição) (SOUZA, AQUINO, RICCI, FEIDEN, 2001). Durante a compostagem, há desprendimento de gás carbônico, energia e água, devido à ação dos microrganismos. Parte da energia é liberada como calor, resultando no aquecimento do material. Após um certo período, sob menor ação dos organismos, o material se resfria e atinge o estágio de maturação.

2.2 Materiais utilizados na compostagem

Praticamente qualquer resíduo orgânico que iria para o lixo pode ser colocado na compostagem, como cascas de frutas, cascas de ovo, borra de café, guardanapo de papel e restos de comida. Devem ser utilizados preferencialmente materiais ricos em carbono, tais como serragem e palhas, e um baixo volume de materiais ricos em nitrogênio, apenas o suficiente para iniciar o processo de fermentação (SOUZA, AQUINO, RICCI, FEIDEN, 2001). O composteiro perfeito tem três vezes mais materiais ricos em carbono do que materiais ricos em nitrogênio (RIBEIRO, 2011).

Os tipos de materiais e a condução do processo influenciam na geração de odor. A falta de ventilação, excesso de umidade ou de materiais ricos em nitrogênio, pode levar a um

odor desagradável. Uma das soluções seria equilibrar o balanço entre carbono e nitrogênio.

2.3 Temperatura

Um dos fatores mais importantes na compostagem é o controle da temperatura. O aumento da temperatura na compostagem é resultado da liberação de calor na degradação microbiana do material orgânico (TEIXEIRA *et al*, 2004). A temperatura ideal do processo é entre 50°C e 65°C, permitindo assim uma máxima intensidade da atividade microbiana. Acima de 65°C e abaixo de 50°C, a atividade cai e o ciclo de compostagem fica mais longo (FERNANDES e SILVA, 1999).

2.4 Umidade

O segundo fator de controle mais importante na compostagem é a umidade. Baixos teores de umidade, menores que 30%, diminuem consideravelmente a atividade microbiana, aumentando o período da compostagem. Valores elevados, maiores que 60%, por outro lado, bloqueiam a porosidade da leira, causando anaerobiose e todas as suas consequências: odores, atração de vetores e chorume (PEREIRA NETO, LELIS, 1999). A faixa ideal de umidade para a ação dos microrganismos na compostagem é de 55% a 60% (TEIXEIRA *et al*, 2004) (FERNANDES e SILVA, 1999).

2.5 Tipos de Composteiros

A seguir são apresentados alguns tipos de composteiros, desde os modelos tradicionais até os chamados composteiros eletrônicos.

2.5.1 Composteiros de tijolos

Utilizando tijolos e tubos de PVC, este composteiro (mostrado na Figura 2) é construído de forma cônica, sendo colocados, a cada fileira de cinco tijolos, canos de PVC para ajudar na aeração do composto. O detalhe construtivo dos canos



FIGURA 2 - Composteiro de tijolos.
FONTE: Jornal da Serra, 2013.

é mostrado na Figura 3(a). Esse composteiro evita o acesso de animais maiores, que poderiam revirar o material, mas não é a impermeável, tendo que ser coberto em caso de dias muito chuvosos.

2.5.2 Bombona plástica

É o composteiro confeccionado a partir de uma bombona de 100 a 200 litros, com furos por toda a lateral e cobertos com telas para evitar insetos. A Figura 3(b) ilustra um exemplo desse tipo de composteiro, que é recomendado para escolas pela facilidade de construção e espaço.

2.5.3 Anéis de concreto

Empilhando anéis de concreto com canos de PVC nas laterais, constrói-se um composteiro de melhor aspecto visual (GUIA DE COMPOSTAGEM CASEIRA, 2011). Além dos tubos nas laterais, um outro sistema de aeração vai dentro do composteiro.

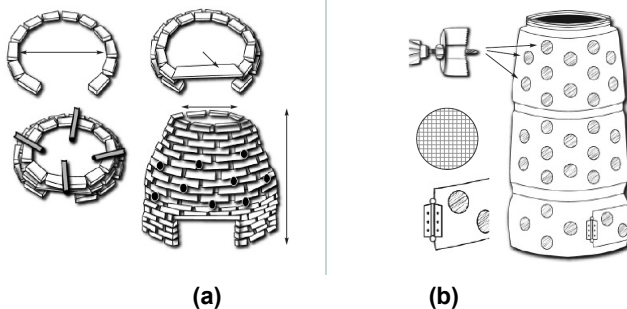


FIGURA 3 - (a) Composteiro de tijolos e (b) compostoiro de bombona.

FONTE: Guia de Compostagem Caseira, 2011.

2.5.4 Alvenaria

Para lugares com quintais impermeabilizados, é possível fazer uma construção de alvenaria. Este compostoiro segue o mesmo princípio dos outros, com laterais furadas para a instalação de tubos e telas para não ter proliferação de insetos.

Para hotéis e escolas, é possível construir um compostoiro de alvenaria de maior porte, que utiliza também um sistema interno para aeração, além dos tubos nas laterais.

2.5.5 Pilha ou leira

É o método mais comum em locais com maior espaço. Coloca-se uma lona no chão e por cima uma camada de folhas secas ou palha, depois o material orgânico, e mais uma camada de folhas ou palha. Repetindo as camadas, pode-se chegar até a uma altura de aproximadamente 1,5 metros. A temperatura se

mantém alta durante o processo, evitando assim que insetos e minhocas entrem na pilha. Quando a temperatura baixa é possível peneirar e utilizar o adubo gerado. Como este composteiro fica aberto, é necessário ter cuidado com o acesso de animais maiores, que poderiam revirar a pilha em busca de alimento. A Figura 4 mostra uma foto de um sistema de compostagem em pilhas.



FIGURA 4 - Composteiro de pilha
FONTE: Própria

2.5.6 Composteiros eletrônicos

Todos os composteiros anteriormente apresentados são recomendados e utilizados em locais onde há espaços aberto, como quintais e jardim. Entretanto, para locais como apartamentos ou casas menores, não há essa disponibilidade de espaço. A empresa NatureMill (NATUREMILL, 2013) vende composteiros eletrônicos de pequeno porte para esse nicho de

mercado, como mostra a Figura 5. O preço atual para o modelo mais barato é de US\$ 249,00, com uma capacidade de 8 litros. Esse composteiro realiza, segundo o fabricante, o ciclo de compostagem em um período de duas semanas. Os materiais



FIGURA 5 - Composteiro eletrônico NatureMill
FONTE: NatureMill, 2013.

orgânicos são colocados no interior do equipamento, onde há uma haste para a reviragem do material através de um motor. Ele possui ainda um sistema de aquecimento, em que o usuário seleciona um de três níveis no painel frontal. Após o período de duas semanas, o material no interior é automaticamente colocado em um segundo compartimento (inferior) para ser feita a cura do composto.

A empresa Topema, vende composteiros, chamados pela empresa de processador de resíduos orgânicos, de maior porte, recomendados para hospitais, hotéis e até mesmo para escolas. Com modelos variando de 30 kg a 1500 kg de capacidade de processamento, eles são capazes de reduzir os resíduos em até

93% do seu volume inicial. Segundo o fabricante, é capaz ainda de produzir água limpa para ser reutilizada em jardinagem ou limpeza. São equipamentos, por conta do porte, de maior custo. (TOPEMA, 2013).



FIGURA 6 - Composteiro eletrônico Topema.
FONTE: Topema, 2013.

3 HARDWARE

Como discutido no Capítulo 2, os dois parâmetros de maior importância no processo de compostagem são a temperatura e a umidade. Desse modo, o equipamento projetado deve coletar esses dados e, com base neles, executar uma determinada ação. Para realizar a aquisição de temperatura e umidade foi utilizado um sensor DHT11 (D-ROBOTICS, 2010), que, em um único módulo realiza o sensoriamento simultâneo desses dois parâmetros. Os valores são coletados por um microcontrolador, ATmega328, embutido na placa Arduino utilizada nesse trabalho. A escolha pelo Arduino deve-se a sua facilidade de uso e por ser um projeto *open hardware* e *open source*, indo ao encontro dos objetivos deste trabalho. A placa Arduino ainda aciona um relê que liga uma lâmpada para elevar a temperatura e aciona um ventilador (*cooler*) para diminuir a umidade. A seguir são apresentados os principais componentes de *hardware* desse projeto.

3.1 Arduino

Arduino é uma plataforma desenvolvida em 2005 por Hernando Barragan, Massimo Banzi, David Cuartielles, Dave Mellis, Gianluca Marino e Nicholas Zambetti, com o objetivo de permitir que pessoas sem conhecimento técnico, em ramos criativos, como artistas, designers e arquitetos, pudessem criar protótipos com interação eletrônica.

O Arduino difere de outros projetos por ser multiplataforma (Windows, Linux, OS X), ter uma IDE (do inglês *Integrated Development Environment*) de fácil utilização e *open hardware* (BANZI, 2011). Isso permite que qualquer um tenha acesso aos diagramas de circuitos e possa confeccionar sua própria placa, sem custos adicionais. É um *hardware* relativamente barato, custando cerca de US\$ 35 e de simples manutenção. A intenção do projeto é educacional, portanto ideal para novos usuários que podem realizar seus projetos mais rapidamente.

Existem vários modelos de Arduino disponíveis, sendo que o mais popular atualmente, é o modelo UNO (mostrado na Figura 7) baseado no microcontrolador Atmel ATmega328 (Figura

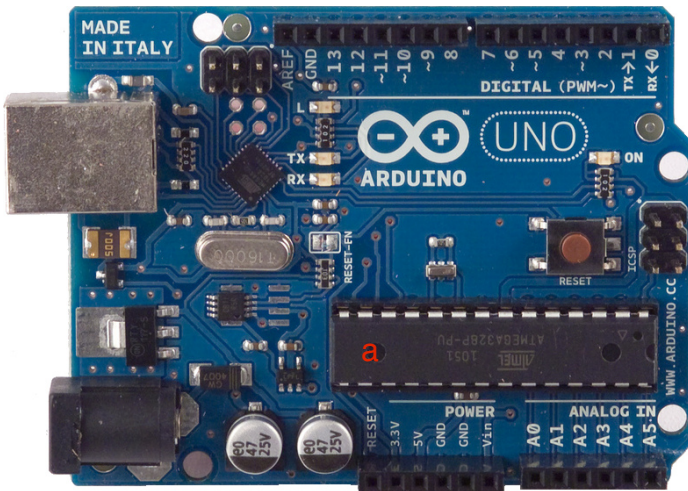


Figura 7 - Foto da placa eletrônica Arduino UNO. Em (a), destaca-se o microcontrolador ATmega328
FONTE: Arduino, 2013.

7a). Segundo Lima e Villaça (2012), as principais características do ATmega328 são:

- microcontrolador de baixa potência, com arquitetura RISC avançada;
- 131 instruções, a maior parte executada em 1 ou 2 ciclos de clock (poucas em 3 ou 4 ciclos);
- 32 registradores de trabalho de propósito geral (8 bits cada);
- operação de até 20 MIPS a 20 MHz;
- multiplicação por hardware em 2 ciclos de clock;
- 32 kbytes de memória de programa Flash de auto programação In-System;
- 1 kbyte de memória EEPROM;
- 2 kbytes de memória SRAM;
- ciclos de escrita e apagamento de memória flash para 10 mil vezes e EEPROM para 100 mil vezes;
- seção opcional para código de boot para programação In-System por boot loader;
- bits de bloqueio para proteção contra cópia do *firmware*;

O ATmega328 opera com uma tensão máxima 6 V. Em relação à saída, a corrente máxima é de 40 mA por pino e o total não deve ultrapassar 200 mA.

Como pode ser visto na Figura 7, a placa Arduino UNO disponibiliza os pinos do ATmega328 de forma fácil em barra de pinos na lateral da placa. Possui também uma porta USB com a qual é feita a ligação com o computador para a programação da placa.

A programação do Arduino é feita através de uma interface simples (mostrada na Figura 8) disponibilizada no site do projeto. A IDE vem em um pacote único de instalação, sem a necessidade de instalar outros aplicativos para o uso e a

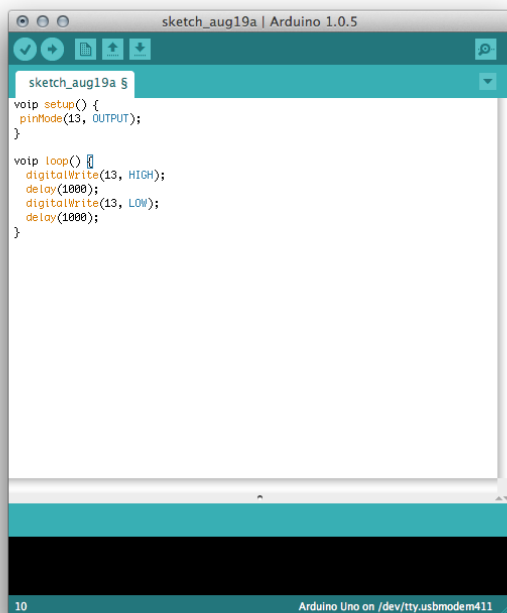


FIGURA 8 - IDE de desenvolvimento para Arduino.
FONTE: Própria

compilação para o Arduino. A linguagem de programação utilizada é C/C++, com a adição de algumas bibliotecas.

3.2 Sensor de temperatura e umidade DHT11

Para o monitoramento da temperatura e umidade da compostagem, utilizou-se o sensor DHT11, que possui internamente um sensor resistivo de umidade e um sensor NTC (do inglês, *Negative Temperature Coefficient*) de temperatura em um único módulo. Outra vantagem é o canal único de comunicação diminuindo assim a utilização das portas do microcontrolador (D-ROBOTICS, 2010).

O sensor opera com tensões de 3 a 5,5 V (ideal para uso

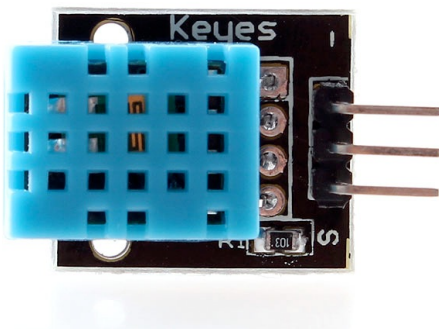


FIGURA 9 - Sensor de temperatura e umidade DHT11.
FONTE: D-ROBOTICS, 2010.

com Arduino, pois dispensa o uso de um regulador de tensão) e tem uma faixa de medida de umidade de 20% a 90% com uma margem de erro de $\pm 5\%$. Para a temperatura, possui uma faixa de medida de 0°C a 50°C com uma margem de erro de $\pm 2^{\circ}\text{C}$.

O protocolo de comunicação é do tipo *Single-Wire Two-Way*, ou seja, a solicitação e a resposta é feita por um único meio, utilizado tanto para sincronização como para transferência de dados, um processo que leva em torno de 4 ms.

Os dados enviados consistem em uma parte inteira e outra decimal, tanto para a unidade quanto para a temperatura. Um dado completo transmitido tem 40 bits, respeitando o formato no Quadro 1.

8 bits Parte inteira da umidade	8 bits Parte decimal da umidade	8 bits Parte inteira da temperatura	8 bits Parte decimal da temperatura	8 bits <i>Check sum</i>
------------------------------------	------------------------------------	--	--	----------------------------

Quadro 1 - Formato do bitstream para comunicação com o DHT11.
FONTE: Própria.

3.2.1 Processo de comunicação com DHT11

Para coletar a informação de temperatura e umidade, o microcontrolador necessita enviar um sinal de início. Com isso o DHT11 sai do modo de baixo consumo para o modo de execução e envia os dados para o microcontrolador. Ao finalizar o envio das informações, o DHT11 retorna novamente para o modo de baixo consumo até receber novamente o sinal de início. Sem esse sinal do microcontrolador, o DHT11 não fornecerá nenhuma resposta. A Figura 10 mostra um diagrama da comunicação completa entre o microcontrolador e o DHT11.

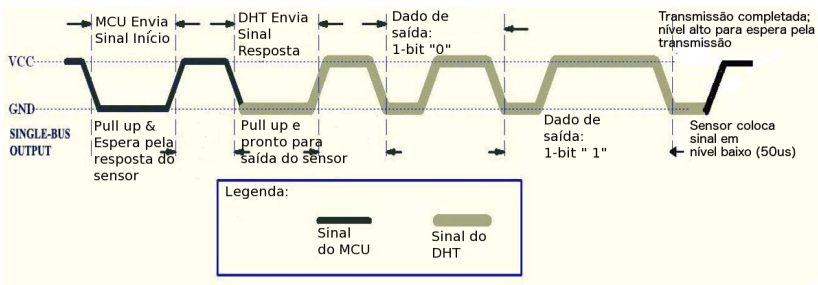


FIGURA 10 - Comunicação completa entre DHT11 e microcontrolador.
ADAPTADO DE: D-ROBOTICS, 2010

Ao receber o final do sinal de início (Figura 11) o DHT11 enviará um sinal de baixa tensão para o microcontrolador, de $80\mu\text{s}$ de duração, e depois um novo sinal de alta tensão de $80\mu\text{s}$. Cada bit de dados que o DHT11 envia, inicia-se com um sinal de nível baixo de $50\mu\text{s}$ e depois um sinal de alta tensão, representando o bit a ser enviado. Se a duração for de 26 a $28\mu\text{s}$, o bit representado é zero, se a duração for de $70\mu\text{s}$ o bit representado é um (D-ROBOTICS, 2010).

As Figuras 12 e Figura 13 mostram o sinal para as duas situações.

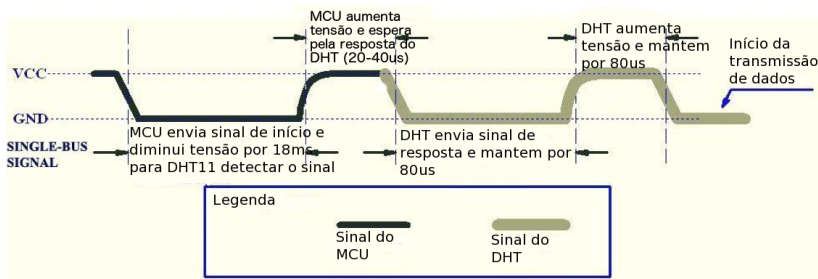


FIGURA 11 - Sinal de início de comunicação.
ADAPTADO DE: D-ROBOTICS, 2010

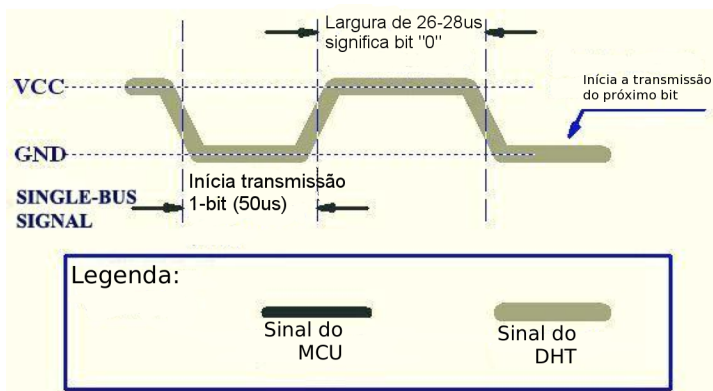


FIGURA 12 - Representação do bit 0 do DHT11.
ADAPTADO DE: D-ROBOTICS, 2010

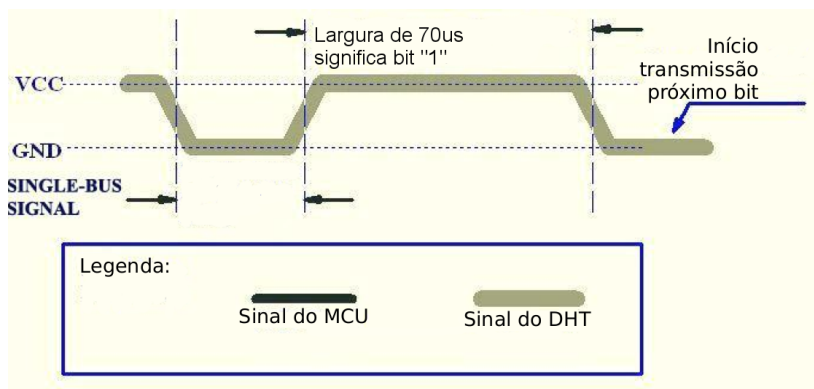


FIGURA 13 - Representação do bit 1 do DHT11.
ADAPTADO DE: D-ROBOTICS, 2010

4 DESENVOLVIMENTO

4.1 Montagem dos componentes

Utilizando os componentes apresentados anteriormente juntamente com outros componentes eletrônicos básicos (resistores, e fios) iniciou-se a montagem de um protótipo do equipamento. Foi utilizado um recipiente de poliestireno expandido (isopor) com dimensões de 26,5 cm de comprimento, 19,5 cm de largura e 23,5 cm de altura, podendo conter até 8 litros, para manter os materiais orgânicos. Para auxiliar na aeração do composto foram feitos quatro furos nas laterais e instalado um ventilador na lateral do recipiente. Uma lâmpada incandescente de 40 W é usada como fonte de calor. A Figura 14 mostra o esquemático das ligações dos componentes com o Arduino, onde a lâmpada está representada por um LED e o ventilador por um motor DC. A lâmpada é ligada por meio de um módulo relé, que por sua vez é conectado em um dos pinos digitais do Arduino. O ventilador utilizado tem uma tensão de

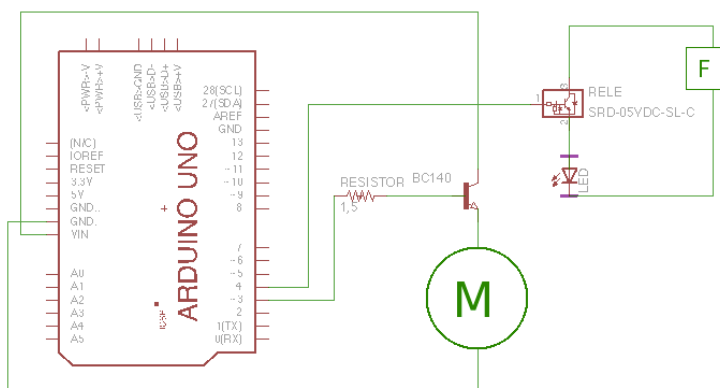


FIGURA 14 - Esquemático do protótipo
FONTE: Própria.

trabalho de 12 V. Como os pinos do Arduino fornecem somente 5 V de tensão, foi necessário utilizar um transistor para fazer o acionamento. O transistor utilizado foi um BC 140, que teve sua base ligada a um resistor de 1,5 k Ω . O pino coletor do transistor foi ligado ao pino *Vin* do Arduino, que disponibiliza a mesma tensão fornecida pelo fonte externa; neste caso, 12 V e 1 A (ARDUINO, 2013). A montagem foi feita em um matriz de contatos e colocada na parte de cima do recipiente como pode ser visto na Figura 15. As Figuras 16 e 17 mostram o posicionamento, respectivamente, do sensor DHT11 e do ventilador no recipiente.

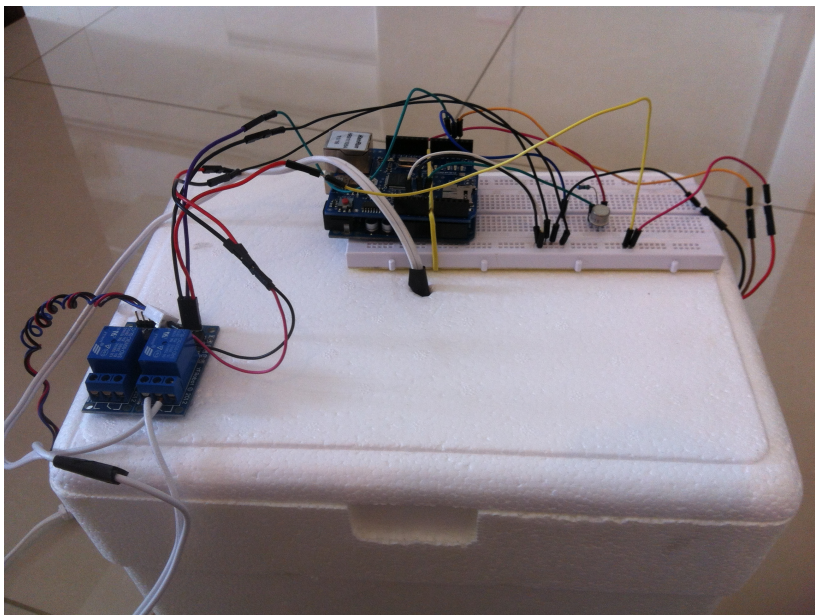


FIGURA 15 - Montagem dos componentes em matriz de contatos.
FONTE: Própria.

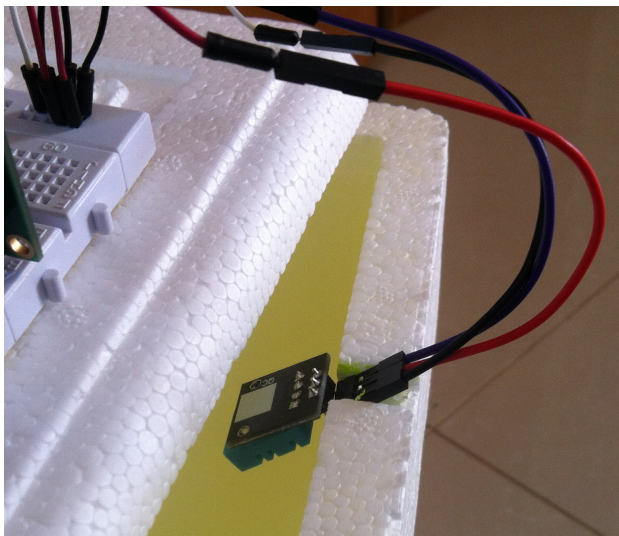


FIGURA 16 - Detalhe do posicionamento do sensor de temperatura.
FONTE: Própria.

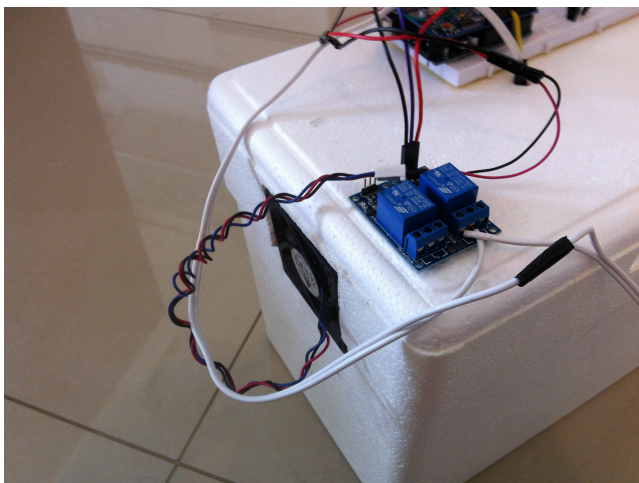


FIGURA 17 - Detalhe do posicionamento do ventilador.
FONTE: Própria.

4.2 Programação do Microcontrolador

Com base no que foi visto na revisão bibliográfica, optou-se por programar o microcontrolador para ativar a lâmpada no momento em que a temperatura dentro do recipiente fosse inferior a 35°C, ficando ligada até que atingisse a temperatura de 47°C. Essa foi a configuração utilizada no primeiro teste.

Para o controle da umidade, optou-se por ligar o ventilador quando a umidade chegasse a um valor maior que 57% e desligar quando o valor chegasse a um valor menor que 50%. A Figura 18 mostra um fluxograma do funcionamento do *firmware*. Com isso iniciou-se a etapa de testes para verificar o funcionamento da composteira eletrônica. Os materiais orgânicos

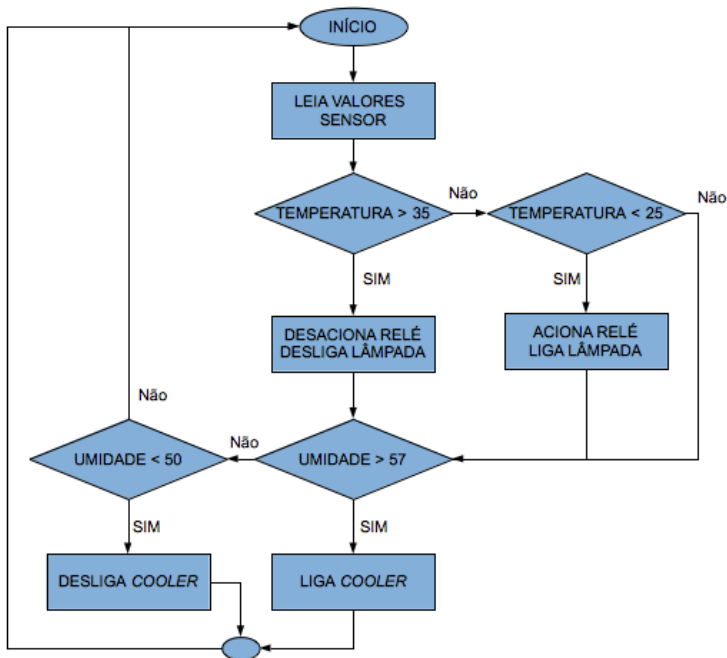


FIGURA 18 - Fluxograma do funcionamento da versão final do *firmware*.

FONTE: Própria.

utilizados foram cascas de frutas (banana, maçã, laranja, mamão), cascas de batatas, cenouras, folhas de alface.

4.3 Testes

O primeiro teste realizado teve duração de duas semanas, utilizando os materiais anteriormente mencionado, que foram colocados até metade do recipiente. O relé foi configurado para acionamento com temperatura inferior a 35°C e desligamento para maior que 47°C. O ventilador é ligado quando a umidade ultrapassa 57% e desligado quando reduz-se a 50%.

Durante o período do teste não foi adicionado nenhum novo material e a reviragem era realizada uma vez por dia de forma manual.

O produto final nesse primeiro teste ficou com um aspecto seco (Figura 19). Nesse teste a umidade não chegou a valores



FIGURA 19 - Material obtido em primeiro teste.

FONTE: Própria.

maiores de 35%. Em medições realizadas, verificou-se que a lâmpada ficava cerca de 1 minuto ligada e 15 minutos desligada.

Como não se obteve um composto satisfatório, foram realizados ajustes nos limites de temperatura para acionamento e um novo teste.

No segundo teste, o acionamento do relé ficou condicionado a um valor inferior a 25°C, sendo desligado quando atingia 35°C. Como o ventilador não foi acionado no primeiro teste, não foram feitas alterações em sua configuração, de modo a se verificar a quais níveis de umidade a compostagem atingiria. Como no primeiro teste, esse segundo teve duas semanas de duração, sendo utilizados materiais orgânicos do mesmo tipo que na primeira vez. Novamente, não foi acrescentado nenhum outro material durante o período do teste e a reviragem foi diária e manual.

Após o final de duas semanas o material ficou com uma aspecto melhor do que no teste anterior, entretanto foi possível observar que alguns materiais não obtiveram uma decomposição completa, pois ficaram ainda com partes muito grandes. A Figura 20 mostra uma foto do composto ao final desse período. A



FIGURA 20 - Composto obtido no segundo teste.

Fonte: Própria.

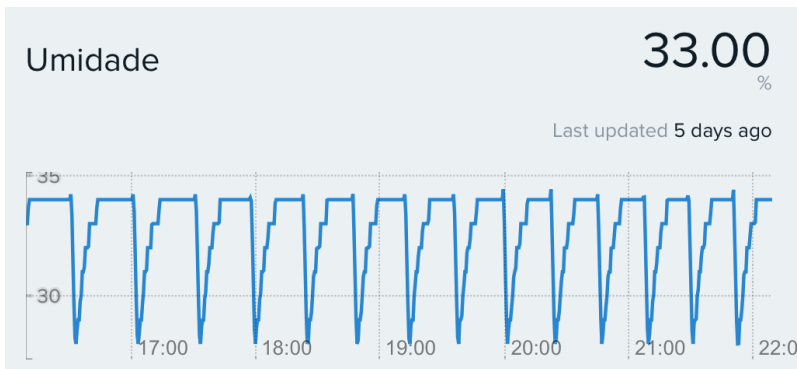


FIGURA 21 - Frequência de aumento e diminuição da umidade.
FONTE: Própria.

umidade teve picos de 56% levando ao acionamento do ventilador, ocasionando na diminuição do valor para 32%, como mostra a Figura 21. Observa-se que houve o acionamento do ventilador aproximadamente a cada meia hora. A temperatura ficou nos níveis programados no Arduino (25°C - 35°C). A temperatura variava nesses níveis em ciclos de aproximadamente 30 minutos, como mostra a Figura 22.

Para realizar uma comparação de resultados entre uma compostagem controlada e outra sem controle, foi realizado mais um teste que consistiu em colocar uma parte dos materiais orgânicos em uma sacola de plástico, que ficou aberta sob influência do ambiente, e outra parte dentro da composteira,

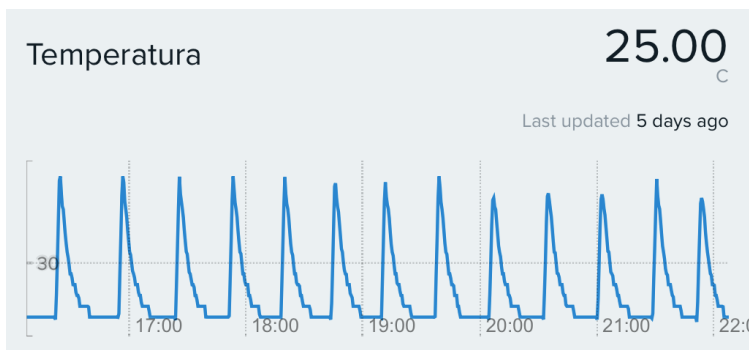


FIGURA 22 - Frequência de aumento e diminuição da temperatura.
FONTE: Própria.



**FIGURA 23 - Material liquefeito obtido no terceiro teste.
Fonte: PRÓPRIA.**



**FIGURA 24 - Composto obtido no teste de comparação.
Fonte: PRÓPRIA.**

sendo os dois deixados lado a lado. As condições para esse teste seguiram os mesmos parâmetros dos testes anteriores, com exceção do material dentro da sacola de plástico que não teve reviragem.

Após uma semana, o material dentro da sacola praticamente se liquefez como mostrado na Figura 23, atraindo moscas e o surgimento de larvas. Com isso, o produto foi descartado. Apesar do aspecto desagradável do material, não se notou odor ruim. Duas semanas após o início do teste, dentro da composteira se obteve o mesmo resultado do teste anterior, com um composto de boa qualidade, sem cheiro e com umidade que parece adequada, como mostra a Figura 24.

4.4 Custos de produção e funcionamento

O equipamento foi desenvolvido pensando na sua reprodução por outras pessoas, para que se pudesse melhorar gradativamente o produto, obtendo assim um composteiro eletrônico *open source/open hardware*. Com isso em mente, foram utilizados componentes de fácil aquisição e que fossem *open source/open hardware*. Entretanto, para aqueles que não possuem um conhecimento mais amplo em eletrônica é possível utilizar placas já prontas facilitando assim a montagem, como foi o caso deste trabalho. A Tabela 1 mostra a lista de componentes utilizados bem como seu custo no varejo.

TABELA 1 - Lista de componentes e custos do equipamento

Componente	Quantidade	Valor Total (R\$)
Arduino	1	53,00
Cabo USB Tipo B	1	6,00
Sensor DHT11	1	13,00
Recipiente de poliestireno expandido (isopor)	1	14,50
Lâmpada 40W Bolinha Incandescente	1	3,55

Módulo Relé	1	5,98
Ventilador	1	5,72
Outros Componentes: fios, transistor BC 140, resistor 1,5 kΩ, diodo	1	1,00
Total		102,75

4.5 Análise econômica do equipamento

O equipamento ficou em funcionamento por um período de duas semanas durante o segundo teste, sendo que nesse tempo a lâmpada permanecia ligada por aproximadamente 3 minutos em intervalos de aproximadamente 26 minutos. O ventilador permanecia em funcionamento por aproximadamente 1 minuto em intervalos de 30 minutos.

A partir dos dados de consumo, avaliou-se o custo de operação do equipamento. Considerando a lâmpada como elemento de maior potência e consumo, obtém-se:

$$\text{Consumo} = \frac{\text{Potência em Watts} \times \text{h de funcionamento por mês}}{1000}$$

$$\text{Consumo} = (40\text{W} \times 2,4\text{h/dia} \times 30 \text{ dias}) / 1000 = 2,88 \text{ kWh/mês}$$

O valor atual do kWh cobrado pela CELESC para consumidor residencial é de R\$ 0,28868. Assim o custo de operação mensal é de aproximadamente R\$ 0,83.

A seguir, mostra-se uma análise do impacto econômico do equipamento sob dois aspectos: (a) produção de adubo para uma família e (b) redução de gastos com disposição de lixo pela municipalidade.

Segundo dados do Plano Nacional de Resíduos Sólidos uma pessoa produz em média 1 kg de resíduos sólidos por dia, sendo que aproximadamente 50% é de material orgânico, ou seja, uma pessoa produz em média 0,5 kg de resíduos orgânicos por dia. Se uma residência média possui 4 pessoas, a quantidade de material orgânico descartado por mês chega a 60 kg. Durante o último experimento foi realizada uma pesagem do material colocado na composteira e do finalizado. Para 1,5 kg

de material que iniciou o processo, no final de duas semanas obteve-se 350 g de composto. Desse modo, tem-se, em peso, na saída, 23% do material de entrada.

$$\text{Quant. kilo mês família} = 0,5 \text{ kg} \times 4 \text{ pessoas} \times 30 \text{ dias} = 60\text{kg}$$

$$\text{Quant. composto mês família} = 60 \text{ kg} \times 0,23 = 14 \text{ kg}$$

$$\text{Preço composto} = \text{R\$}2,50/\text{kg}$$

$$\text{Economia na produção de composto} = 14 \text{ kg} \times \text{R\$} 2,50 = \text{R\$} 35,00/\text{mês}$$

Nota-se, assim, que uma família de 4 pessoas poderia, com um custo de operação de R\$ 0,83 por mês, ter composto a disposição para usar em floreiras ou hortas.

Faremos agora uma análise da redução de custo de disposição dos resíduos para o município de Florianópolis. De acordo com dados do Plano Nacional de Resíduos Sólidos, o custo para disposição dos resíduos e rejeitos em aterro sanitário é de aproximadamente R\$ 40 por tonelada.

Atualmente a população de Florianópolis é de aproximadamente 453 mil pessoas.

$$\text{Qnt. kilo mês município} = 0,5 \text{ kg/pessoa} \times 30 \text{ dias} \times 453 \text{ mil pessoas} = 6.795.000 \text{ kg/mês}$$

$$\text{Custo disposição município sem equipamento} = \text{R\$} 40/\text{ton} \times 6.795.000\text{kg} / 1000 = \text{R\$} 271.800,00/\text{mês}$$

$$\text{Qnt. kilo mês município com equipamento} = 0,23 \times 6.795.000 \text{ kg} = 1.562.850 \text{ kg/mês}$$

$$\text{Custo disposição município com equipamento} = 40 \times 1.562.850 / 1000 = \text{R\$} 62.514,00/\text{mês}$$

Assim, por essa análise simplificada, economia para o município seria de aproximadamente R\$ 200 mil por mês, além do benefício ecológico com a redução de áreas de aterros sanitários.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após alguns ajustes, conseguiu-se obter um composto orgânico de qualidade aceitável no prazo de duas semanas. O produto final obtido não ficou seco, teve uma decomposição boa, apesar de algumas partes não terem desmanchado.

É possível afirmar que a utilização de um microcontrolador comercial de baixo custo e de fácil programação foi adequada para o processo controlado. Nota-se ainda que a temperatura utilizada para o controle da composteira se difere do que foi apresentado durante a revisão bibliográfica. A temperatura dos trabalhos da revisão, é medida dentro do produto do composteiro, que tem um volume bem maior. O produto dentro do composteiro proposto tem um volume reduzido e é feita a coleta da temperatura no exterior do produto.

Quanto aos objetivos deste trabalho eles foram alcançados. Desenvolveu-se uma composteira eletrônica, utilizando componentes *open hardware* e *open software*, pequena suficiente para ser utilizada em apartamentos e casas com um custo razoável.

Pode-se destacar ainda o impacto econômico que o equipamento traria se fosse utilizado em larga escala, tanto no nível familiar quanto público. Outro impacto indireto seria no meio ambiente, com a redução do monóxido de carbono produzido pelo caminhão de coleta de lixo, já que a sua passagem seria reduzida. Essa análise não foi aqui realizada e seria um interessante trabalho futuro.

Ainda como indicações para trabalhos futuros, poderia-se aprofundar a análise sobre o impacto ambiental do uso de composteiras. Também seria interessante ajustar os limiares de temperatura e umidade para diferentes quantidades de material. Um componente que ficou de fora na montagem da composteira é um misturador interno para fazer a revirarem automática, o que pode ajudar na quebra dos materiais e na obtenção de um composto mais homogêneo. Por fim, a comparação com outras composteiras eletrônicas, mencionadas neste trabalho, também seria interessante.

Referências Bibliográficas

AQUINO, Adriana Maria de; OLIVEIRA, Arlene Maria Gomes; LOUREIRO Diego Canpana. **Integrando Compostagem e Vermicompostagem na Reciclagem do Resíduos Orgânicos Domésticos**. Circular Técnica 12 Embrapa, Rio de Janeiro, 2005

ARDUINO. **Arduino: UNO**. Disponível em: <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>. Acessado em 22 de ago. de 2013.

BANZI, Massimo. **Getting Started with Arduino**. 2 ed. Ed. O'Reilly. 2011

BRASIL. **Decreto nº 5940, de 25 de Outubro de 2006. Institui a separação dos resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e entidades da administração pública federal direta e indireta, na fonte geradora, e a sua destinação às associações e cooperativas dos catadores de materiais recicláveis, e dá outras providências**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Decreto/D5940.htm. Acessado em 22 de set. de 2013

BRASIL. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acessado em 22 de set. de 2013

BRASIL. **Plano nacional de Resíduos Sólidos**. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/253/_publicacao/253_publicacao02022012041757.pdf. Acessado em 22 nov. de 2013

COSTA, Sílvia de Souza. **Lixo mínimo: Um proposta ecológica hotelaria**. Rio de Janeiro, Brasil, Ed. Senac Nacional. 2004.

D-ROBOTICS UK, **DHT11 Humidity & Temperature Sensor**. PDF. Reino Unido, 2010.

FERNANDES, Fernando; SILVA, Sandra Márcia César Pereira. **Manual prático para compostagem de bio sólidos**. Londrina, Brasil.

FILHO, Edimar Teixeira Diniz, et al. **A prática da compostagem no manejo sustentável de solos**. Revista Verde, Mossoró, Volume 2, Número 2. p. 27-36. 2007.

GROSSI, Maria Gricia L.; VALENTE, José Pedro Serra. **Compostagem Doméstica de Lixo**. Fundacentro. 2002.

HIPPO. **Responsabilidade Social**. Disponível em: <http://www.hippo.com.br/responsabilidade-social>. Acessado em 02 de set. de 2013.

INÁCIO, Caio de Teves; MILLER, Paul Richard Momsen. **Compostagem: Ciência e prática para a gestão de resíduos orgânicos**. Embrapa Solos, Rio de Janeiro. 2009.

INÁCIO, Caio de Teves; BETTIO, Daniel Beltrão; MILLER, Paul Richard Momsen. **O papel da compostagem de resíduos orgânicos urbanos na mitigação de emissões de metano**. Documentos 127, Embrapa. 2010.

IPEA. **Brasil coleta 183,5 mil toneladas de resíduos sólidos/dia**. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=13932. Acessado em 08 de ago. de 2013.

KONZEN, Egídio Arno. **Estabilização de Resíduos Orgânicos em Processos de Compostagem e Vermicompostagem**. Comunicado Técnico 12 Embrapa. 1999.

LIMA, Charles Borges de; VILLAÇA, Marco V. M. **AVR e Arduino: Técnicas de Projeto**. 2. ed, Florianópolis, Ed. dos autores. 2012

LOURENÇO, Nelson; COELHO, Sônia. **Manual de Compostagem e Vermicompostagem nas Escolas**. Futurabam.

NATUREMILL. **NatureMill**. Disponível em: <http://www.naturemill.net>. Acessado em 30 de ago. de 2013

OLIVEIRA, Franciso Nelsieudes Sombra; LIMA, Hermínio José Moreira; CAJAZEIRA, João Paulo. **Uso da Compostagem em Sistema Agrícolas Orgânicos**. Documentos 89, Embrapa. 2004.

OLIVEIRA, Selene de. **Compostagem: Vermicompostagem**. 2011.

PEREIRA NETO, João Tinôco. ; LELIS, Marcelo de Paula Neves. **Importância da Umidade na Compostagem: Uma Contribuição ao Estado da Arte**. In: 20 Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental - ABES, 1999, Rio de Janeiro / RJ. Anais do 20 Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1999.

RIBEIRO, Raquel. **Guia de Compostagem Caseira**. Brasil, PDF, 2011

SOUZA, Francisco Adriano de; AQUINO, Adriana Maria de; RICCI, Marta dos Santos Freire; FEIDEN, Alberto. **Compostagem**. Comunicado Técnico 50, Embrapa. 2001.

TOPEMA. **Topema**. Disponível em: <http://www.topema.com/produtos3.asp?idprod=34&produto=innovations&idcat=30>. Acessado em 2 de dez. de 2013

TEIXEIRA, Leopoldo Brito, et al. **Compostagem de Lixo Orgânico Urbano no Município de Barcarena, Pará**. Documentos 59, Embrapa. 2000.

TEIXEIRA, Leopoldo Brito, et al. **Processo de Compostagem, a Partir de Lixo Orgânico Urbano, em Leira Estática com Ventilação Natural**. Circular Técnica 33, Embrapa, Belém. 2004.

APÊNDICE A - Xively

Para a geração dos dados apresentados nas Figuras 21 e 22, foi utilizado a plataforma Xively. Esta plataforma tem o objetivo de criar um ambiente de interoperabilidade entre plataformas de diferentes fornecedores. É necessário criar uma conta no site www.xively.com, e criar um projeto para a coleta e recebimento de dados. É possível receber dados no formato inteiro, real, *strings*, além de posicionamentos geográficos. Para o recebimento e coleta dos dados, Xively proporciona uma API, sendo que para utilizar juntamente com o Arduino, há uma biblioteca. Para cada projeto criado, uma chave é gerada. Essa chave deve ser utilizada no dispositivo que está realizando as coletas ou gravações dos dados no Xively. No Apêndice B, é mostrado o código-fonte do *firmware*, onde é possível ver a utilização do Xively com a biblioteca para Arduino.

APÊNDICE B - Código-fonte de versão final do *firmware* para controle da composteira

```
/*

    Codigo usando ethernet shield para enviar
    dados para o Xively
    Sensor DHT11 ligado no pino 2
    Cooler ligado no pino 3
    Rele ligado no pino 4

    Cooler:
    Transistor BC140
    Emissor ligado no Vin do Arduino
    Base ligado no pino 3 junto com um resistor
    de 1.5K
    Coletor ligado no GND do Arduino

    Vinicius Teixeira Coelho
    */

#include <SPI.h>
#include <Ethernet.h>
#include "HttpClient.h"
#include "Xively.h"
#include "dht11.h"

#define DHT11Pin 2
#define CoolerPin 3
#define RelePin 4

// Necessario para o DTH11
dht11 DHT11;
int chk;

// Necessario para o Ethernet shield
```

```

    byte mac[] = {0x00, 0xAA, 0xBB, 0xCC, 0xDE,
0x02};
    EthernetClient client;

    //Necessario para o Xively
    char          xivelyKey[]          =
"buOsJ30aFOsirYWrJYtWl67PvTAWHsVHmaHLmzEXwhqOErA
";
    char temperatura[] = "Temperatura";
    char umidade[] = "Umidade";
    char qntLigaRele[] = "QntLigaRele";
    char qntLigaCooler[] = "QntLigaCooler";
    char ligouRele[] = "LigouRele";
    char ligouCooler[] = "LigouCooler";

    XivelyDatastream datastreams[] = {
                                XivelyDatastream(temperatura,
strlen(temperatura), DATASTREAM_FLOAT),
                                XivelyDatastream(umidade, strlen(umidade),
DATASTREAM_FLOAT),
                                XivelyDatastream(qntLigaRele,
strlen(qntLigaRele), DATASTREAM_INT),
                                XivelyDatastream(qntLigaCooler,
strlen(qntLigaCooler), DATASTREAM_INT),
                                XivelyDatastream(ligouRele,
strlen(ligouRele), DATASTREAM_INT),
                                XivelyDatastream(ligouCooler,
strlen(ligouCooler), DATASTREAM_INT),
    };
    XivelyFeed feed(644379584, datastreams, 6);
    XivelyClient xivelyclient(client);

    unsigned int qntLigadoRele = 0; // segundos
que rele ficou ligado
    unsigned int qntLigadoCooler = 0; //
segundos que cooler ficou ligado

```

```
    char ligadoRele = 0; // 0 - Rele desligado;  
1 - Ligado  
    char ligadoCooler = 0; // 0 - Cooler  
desligado; 1 - Ligado
```

```
void setup() {  
    Serial.begin(9600);  
    Serial.println("Iniciando programa");  
    pinMode(RelePin, OUTPUT);  
    pinMode(CoolerPin, OUTPUT);  
    while( Ethernet.begin(mac) != 1) {  
        Serial.println("Buscando endereco IP do  
servidor DHCP...");  
        delay(15000);  
    }  
    Serial.println("Endereco IP obtido");  
    Serial.println("Iniciando coleta de  
dados");  
}
```

```
void loop() {  
    Serial.println("Lendo sensor DHT11");  
    chk = DHT11.read(DHT11Pin);  
  
    Serial.print("Temperatura: ");  
    Serial.print((float)DHT11.temperature, 2);  
    Serial.println(" C");  
    Serial.print("Umidade: ");  
    Serial.print((float)DHT11.humidity, 2);  
    Serial.println(" %");  
  
    if(ligadoRele) {  
        qntLigadoRele += 5;  
    } else {  
        qntLigadoRele = 0;  
    }  
}
```

```

    if(ligadoCooler) {
        qntLigadoCooler += 5;
    } else {
        qntLigadoCooler = 0;
    }

    //if((float)DHT11.temperature > 47) {
    if((float)DHT11.temperature > 35) {
        Serial.println("Desligando Rele");
        digitalWrite(RelePin, LOW);
        ligadoRele = 0;
    } else {
        //if((float)DHT11.temperature < 35) {
        if((float)DHT11.temperature < 25) {
            Serial.println("Ligando Rele");
            digitalWrite(RelePin, HIGH);
            ligadoRele = 1;
        }
    }
}

if((float)DHT11.humidity > 57) {
    Serial.println("Ligando Cooler");
    digitalWrite(CoolerPin, HIGH);
    ligadoCooler = 1;
} else {
    if((float)DHT11.humidity < 50) {
        Serial.println("Desligando Cooler");
        digitalWrite(CoolerPin, LOW);
        ligadoCooler = 0;
    }
}

    Serial.println("Enviando dados para o
Xively");

datastreams[0].setFloat((float)DHT11.temperature
);

```

```

datastreams[1].setFloat((float)DHT11.humidity);
    datastreams[2].setInt(qntLigadoRele);
    datastreams[3].setInt(qntLigadoCooler);
    datastreams[4].setInt(ligadoRele);
    datastreams[5].setInt(ligadoCooler);

                                int      ret      =
xivelyclient.put(feed,xivelyKey);
    Serial.print("Xively retornou codigo: ");
    Serial.println(ret);

    delay(5000);
}

```