## Atividade: Solução de problemas (SP) - atividade semestral incremental - e atividade de complementação de carga horária

Título: Programando uma panificadora automática para personalização de receitas

**Objetivos:** Desenvolver um programa para microcontrolador capaz de produzir pães em mini panificadoras caseiras com maior liberdade de configuração.

**Contexto:** Estamos tentando personalizar a forma como uma mini panificadora produz seus pães. Para isto, é necessário programar as diversas fases da produção do pão. Estas fases incluem pelo menos duas sovas em momentos diferentes, a remoção do excesso de ar da massa e sua assadura. Para isso, temos que controlar o motor ligado ao batedor e a resistência elétrica utilizada para assar a massa. Temos, por último, que estimar a temperatura da assadura para seu controle em tempo real.

**Hardware disponível:** Panificadora Multi Pane Britânia. A panificadora possui um único motor e uma resistência para aquecimento. A estimativa da temperatura é feita com um sensor NTC e um divisor de voltagem que alimentam um conversor analógico-digital. Este sensor foi substituído por um sensor do tipo K e um amplificador operacional.

**Tabela 1:** Pinagem de controle da máquina:

| Header máquina | Função            | Pino Arduino | Detalhes                                      |
|----------------|-------------------|--------------|---|
| 1 OUT          | Temperatura       | N/C          | **  |
| 2 OUT          | Temperatura       | N/C          | **  |
| 3 IN           | Resistência       | 2            | 0: desligado, 5V: ligado                      |
| 4 IN           | Motor             | 3            | 0: desligado, 5V: ligado                      |
| 5 IN           | Buzzer / Ref. A/D | A1           | Quando ligado a uma onda quadrada produz som. |
| 6 PWD          | 10V               | N/C          | Op Amp.                                       |
| 7 PWD          | VCC 5V            | 5V           | Alimentação                                   |
| 8 PWD          | GND               | GND          | Alimentação                                   |

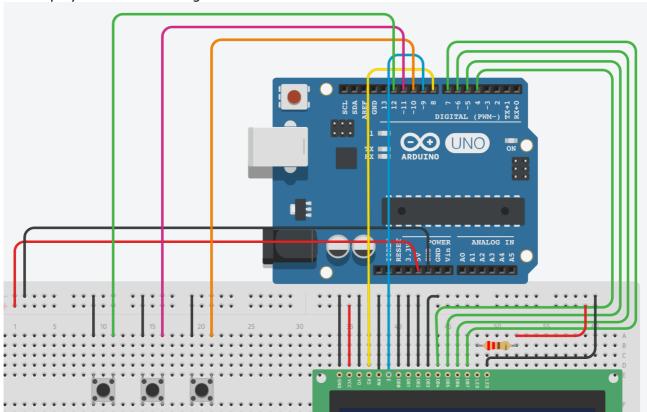
<sup>\*</sup> IN: entrada, OUT: saída, PWD: alimentação

**Tabela 2:** \*\* Tabela de voltagens versus temperatura com o sensor tipo K adicionado. A saída do conversor A/D também está disponível.

| Temperatura (°C) | Voltagem (V) | Saída A/D 10 bits |  |  |  |  |
|------------------|--------------|-------------------|--|--|--|--|
| 11               | 0.02         | 7                 |  |  |  |  |
| 29               | 0.49         | 154               |  |  |  |  |
| 120              | 1.89         | 585               |  |  |  |  |
| 138              | 2.17         | 670               |  |  |  |  |
| 160              | 2.49         | 771               |  |  |  |  |
| 190              | 2.95         | 912               |  |  |  |  |
| 212              | 3.26         | 1011              |  |  |  |  |

<sup>\*\*</sup> Os pinos 1 e 2 da máquina não serão utilizados, no lugar, serão utilizados os pinos de um amplificador operacional. A saída da temperatura é conectada ao pino A0 e a sua alimentação, 3.30V, ligada a referência do conversor A/D do microcontrolador.

Um display LCD 16x2 está ligado ao microcontrolador como na atividade Prática 4.



## Ciclos programados na máquina de fazer pão:

Tabela 3: Ciclos disponíveis no hardware disponibilizado (original)

| TABELA DOS CICLOS                                 | MISTURA               | DESCANSA  | MISTURA             | DESCANSA          | MISTURA           | DESCANSA  | ASSA                | TEMPO TOTAL |  |
|---|-----------------------|-----------|---------------------|-------------------|-------------------|-----------|---------------------|-------------|--|
| <b>01 - PÃO NORMAL</b><br>Pães de 450g ou 600g    | 0:09 Min.             | 0:20 Min. | 0:14 Min.           | 0:25 Min.         | 30 Seg.           | 0:45 Min. | 1:00 hr.            | 2:53 hr.    |  |
| <b>01 - PÃO NORMAL</b><br>Pães de 900g ou 1200g   | 0:10 Min.             | 0:20 Min. | 0:15 Min.           | 0:25 Min. 30 Seg. |                   | 0:45 Min. | 1:05 Min.           | 3:00 hr.    |  |
| <b>02 - PÃO FRANCÊS</b><br>Pães de 450g ou 600g   | 0:16 Min.             | 0:16 Min. | 0:40 Min.           | 0:19 Min.         | 0:19 Min. 30 Seg. |           | 0:50 Min.           | 3:40 hr.    |  |
| <b>02 - PÃO FRANCÊS</b><br>Pães de 900g ou 1200g  | 0:18 Min.             | 0:40 Min. | 0:22 Min.           | 0:30 Min.         | 30 Seg.           | 0:50 Min. | 1:10 hr.            | 3:50 hr.    |  |
| <b>03 - PÃO INTEGRAL</b><br>Pães de 450g ou 600g  | 0:09 Min. 0:25 Min.   |           | 0:18 Min. 0:35 Min. |                   |                   | 1:10 hr.  | 0:55 Min.           | 3:32 hr.    |  |
| <b>03 - PÃO INTEGRAL</b><br>Pães de 900g ou 1200g | 0:10 Min.             | 0:25 Min. | 0:20 Min.           | 0:35 Min.         |                   | 1:10 hr.  | 1:00 hr.            | 3:40 hr.    |  |
| 04 - PÃO RÁPIDO                                   | 0:07 Min.             | 0:05 Min. | 0:08 Min.           | 0:00 Min.         |                   |           | 1:20 Min.           | 1:40 hr.    |  |
| <b>05 - PÃO DOCE</b><br>Pães de 450g ou 600g      | 0:10 Min.             | 0:05 Min. | 0:20 Min.           | 0:30 Min.         | 30 Seg.           | 0:55 Min. | 0:50 Min.           | 2:50 hr.    |  |
| <b>05 - PÃO DOCE</b><br>Pães de 900g ou 1200g     | 1 0:10 Min   0:05 Min |           | 0:20 Min.           | 0:30 Min.         | 30 Seg.           | 0:55 Min. | 0:55 Min.           | 2:55 hr.    |  |
| 06 - ULTRA RÁPIDO I                               | 0:12 Min.             |           |                     |                   |                   | 0:11 Min. | 0:35 Min.           | 0:58 Min.   |  |
| 07 - ULTRA RÁPIDO II                              | 0:09 Min.             |           |                     |                   |                   | 0:09 Min. | 0:40 Min.           | 0:58 Min.   |  |
| 08 - MASSA  | 0:20 Min.             |           | 0:00 Min.           | 0:30 Min.         |                   | 0:40 Min. |                     | 1:30 hr.    |  |
| 09 - GELÉIA                                       |                       | 0:15 Min. | 0:45 Min.           |                   |                   |           | 0:20 Min.           | 1:20 hr.    |  |
| 10 - BOLO   | 0:10 Min.             | 0:05 Min. | 0:20 Min.           | 0:30 Min.         |                   | 0:35 Min. | 1:10 hr.            | 2:50 hr.    |  |
| 10 - PÃO SANDUICHE<br>Pães de 450g ou 600g        | 0:15 Min.             | 0:40 Min. | 0:05 Min.           | 0:25 Min.         | 30 Seg.           | 0:40 Min. | 0:40 Min. 0:50 Min. |             |  |
| 11 - PÃO SANDUICHE<br>Pães de 900g ou 1200g       | 0:15 Min.             | 0:40 Min. | 0:05 Min.           | 0:25 Min.         | 30 Seg.           | 0:40 Min. | 0:55 Min.           | 3:00 hr.    |  |
| 12 - ASSAR  |                       |           |                     |                   |                   |           | 1:00 hr.            | 1:00 hr.    |  |

**Tabela 4:** Configurações personalizadas disponíveis na panificadora PanExpress da Tramontina.

| Hannondi            | i G i                          |                              |                    |                    |                              |                    |             |                    |             |                    |                |   |                           |
|---------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|-------------|--------------------|-------------|--------------------|----------------|---|---------------------------|
| CONFIGURAÇÃO        | TEMPO<br>PREAQUECI-<br>MENTO   | TEMPO<br>PREAQUECI-<br>MENTO | SOVAR 1<br>TEMPO   | SOVAR 2<br>TEMPO   | TEMPO<br>CRESCER             | CRESCER 1<br>TEMPO | MODELAR     | CRESCER 2<br>TEMPO | MODELAR     | CRESCER 3<br>TEMPO | TEMPO<br>ASSAR | TEMPO<br>ASSAR                                | MANTER<br>QUENTE<br>TEMPO |
| NORMAL              |                                |                              | Omins -<br>1:00hrs | 0mins -<br>1:00hrs | 27°C - 34°C<br>(80°F - 93°F) | 0mins -<br>1:40hrs | 0 - 120secs | 0mins -<br>1:40hrs | 0 - 120secs | 0mins -<br>1:40hrs | Omins - 2hrs   | 60°C <b>-</b> 150°C<br>(140°F <b>-</b> 300°F) | 0mins -<br>1:00hrs        |
| normal rápido       |                                |                              | omins -<br>1:00hrs | omins -<br>1:00hrs | 27°C - 34°C<br>(80°F - 93°F) | omins -<br>1:40hrs | 0 - 120secs | Omins -<br>1:40hrs | 0 - 120secs | omins -<br>1:40hrs | omins - 2hrs   | 60°C - 150°C<br>(140°F - 300°F)               | omins -<br>1:00hrs        |
| INTEGRAL            | 16°C - 25°C<br>(61°F - 77°F)   | Omins - 1:00hrs              | Omins -<br>1:00hrs | 0mins -<br>1:00hrs | 27°C - 34°C<br>(80°F - 93°F) | 0mins -<br>1:40hrs | 0 - 120secs | 0mins -<br>1:40hrs | 0 - 120secs | 0mins -<br>1:40hrs | Omins - 2hrs   | 60°C - 150°C<br>(140°F - 300°F)               | omins -<br>1:00hrs        |
| INTEGRAL<br>RÁPIDO  | 16°C - 25°C<br>(61°F - 77°F)   | Omins - 1:00hrs              | Omins -<br>1:00hrs | omins -<br>1:00hrs | 27°C - 34°C<br>(80°F - 93°F) | 0mins -<br>1:40hrs | 0 - 120secs | 0mins -<br>1:40hrs | 0 - 120secs | Omins -<br>1:40hrs | Omins - 2hrs   | 60°C - 150°C<br>(140°F - 300°F)               | Omins -<br>1:00hrs        |
| SEM GLÚTEN          |                                |                              | Omins -<br>1:00hrs | 0mins -<br>1:00hrs | 27°C - 34°C<br>(80°F - 93°F) | 0mins -<br>1:40hrs | 0 - 120secs |                    |             | 0mins -<br>1:40hrs | Omins - 2hrs   | 60°C - 150°C<br>(140°F - 300°F)               | 0mins -<br>1:00hrs        |
| PÃO COM COR         |                                |                              | Omins -<br>1:00hrs | omins -<br>1:00hrs | 27°C - 34°C<br>(80°F - 93°F) | Omins -<br>1:40hrs | 0 - 120secs | 0mins -<br>1:40hrs | 0 - 120secs | 0mins -<br>1:40hrs | Omins - 2hrs   | 60°C - 150°C<br>(140°F - 300°F)               | omins -<br>1:00hrs        |
| DOCE                |                                |                              | Omins -<br>1:00hrs | omins -<br>1:00hrs | 27°C - 34°C<br>(80°F - 93°F) | Omins -<br>1:40hrs | 0 - 120secs | 0mins -<br>1:40hrs | 0 - 120secs | 0mins -<br>1:40hrs | Omins - 2hrs   | 60°C - 150°C<br>(140°F - 300°F)               | omins -<br>1:00hrs        |
| SEM FERMENTO        |                                |                              | 10mins             | 30mins             |                              |                    |             |                    |             |                    | Omins - 2hrs   | 60°C - 150°C<br>(140°F - 300°F)               | Omins- 1:00hrs            |
| massa - pão         |                                |                              | Omins -<br>1:00hrs | 0mins -<br>1:00hrs | 27°C - 34°C<br>(80°F - 93°F) | 0mins -<br>1:40hrs |             |                    |             |                    |                |   |                           |
| MASSA - PIZZA       |                                |                              | Omins -<br>1:00hrs | 0mins -<br>1:00hrs | 27°C - 34°C<br>(80°F - 93°F) | 0mins -<br>1:40hrs |             |                    |             |                    |                |   |                           |
| MASSA -<br>MACARRÃO |                                |                              | 10mins             | 30mins             |                              |                    |             |                    |             |                    |                |   |                           |
| APENAS ASSAR        |                                |                              |                    |                    |                              |                    |             |                    |             |                    | 0mins - 2hrs   | 60°C - 150°C<br>(140°F - 300°F)               |                           |
| GELEIA              | 60°C - 70°C<br>(140°F - 158°F) | Omins - 1:00hrs              |                    |                    |                              |                    |             |                    |             |                    | Omins - 2hrs   | 60°C - 150°C<br>(140°F - 300°F)               |                           |

## Atividade:

- **1.** Descreva pelo menos **três formas** de medir temperatura. Com **formas** entenda tecnologias/princípios diferentes e/ou materiais. Ex. Resistores NTC e PTC, sensores tipo K, PT100 e PT1000, e circuitos integrados LM35, LM75, DS18B20, etc. Qual a interface de cada um? I.e. Como o valor medido é lido pelo microcontrolador?
- **2.** Dado a Tabela 2, descreva uma função para mapear os valores de voltagem para temperatura. Plote o gráfico obtido (pontos amostrados e curva gerada pela sua função). A resposta do sensor é linear? Qual o tipo de função que melhor aproxima a curva de temperatura da tabela? Liste os parâmetros da sua função.
- **3.** Implemente utilizando o Arduino UNO disponibilizado, o ciclo personalizável **Normal** presente na **Tabela 4** (Você pode simplificar o ciclo com somente uma sova, crescimento, assadura). Não é necessário controlar a temperatura durante a sova e crescimento. Como valores iniciais, você pode utilizar 25min de sova, 1h30min de crescimento e 40min de assadura.
- Utilize o display LCD e 2 ou 3 botões para navegar pelas opções e setar os valores de cada opção. O display pode ser ligado como na prática 4 e utilizar o código lá fornecido.

## **RÚBRICA** (nota máxima por item):

- 1. 15%
- 2. 20%
- 3.65%
  - 3.1 → 35% implementar o básico (as três fases com valores específicos)
  - 3.2 → 25% botões funcionais
  - 3.3 → 40% permitir configurar os tempos de sova, crescimento e assadura

Esta atividade deve ser realizada em equipes de no máximo 7 alunos.

Esta atividade vale 40% da nota atribuída as atividades SP e ACCH na média.