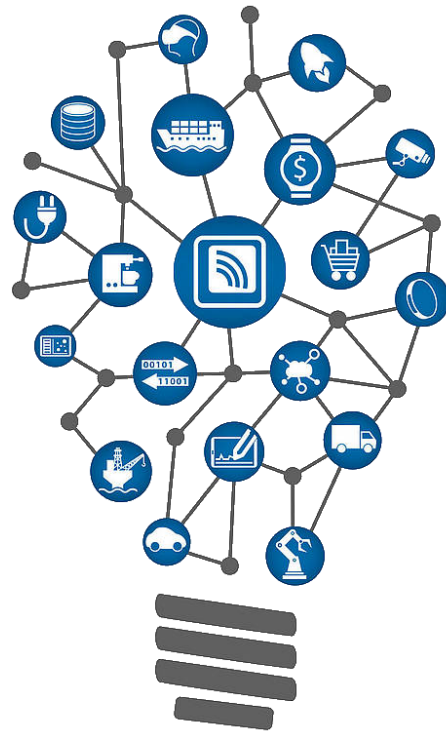


ULTRAMONITORAMENTO 4.0

CATEGORIA - PROJETOS DE INSTALAÇÕES

ULTRAGAZ
ULTRAMONITORAMENTO



Autores: Engenheiro Danilo da Silva Soler

Engenheiro Rodrigo P. Badaró

Sponsor: Engenheiro Marcio Alberto Kusaba

Empresa: CIA Ultragaz S/A

1. BREVE HISTÓRICO DAS EMPRESAS ENVOLVIDAS

Este projeto foi desenvolvido dentro da empresa Ultragaz, com iniciativa dos engenheiros Danilo da Silva Soler formado pela UNIFACEAR em Engenharia de Produção e Rodrigo Palmijiano Badaró formado também pela UNIFACEAR em Engenharia Mecânica. Os engenheiros identificaram a oportunidade de utilizar fundamentos da indústria 4.0. Com o advento do que chamamos de a Quarta Revolução Industrial, esta que pode ser traduzida pela revolução da agilidade, do monitoramento em tempo real e da utilização de Big Datas cada vez mais desenvolvidas para obter resultados e soluções mais rápidas. A fusão do mundo físico com o digital permitiu a utilização de conceitos como os que vão ser abordados a seguir. O conceito de manutenção preditiva em vaporizadores utilizados por empresas que necessitam de um consumo de GLP superior a capacidade da vaporização natural do vasilhame instalado. Para conhecer melhor a empresa que proporcionou a criação deste projeto, abaixo está um resumo sobre o histórico da Ultragaz.

1.1. ULTRAGAZ

Pioneira na distribuição de GLP engarrafado e de venda a granel no país, a Ultragaz através de seus 80 anos de atividade busca estar cada vez mais presente na rotina dos consumidores, e para atingir este objetivo conta com o auxílio de 18 bases de engarrafamento e outras 25 para estocagem e distribuição em todo território nacional. Sempre lembrada pela inovação, a companhia fornece mais de 1,7 milhão de toneladas de GLP para mais de 11 milhões de domicílios e cerca de 52 mil clientes empresariais, para atingir este número a empresa conta com cerca de 5,8 mil lojas, com mais de 3,6 mil funcionários.

Com toda esta infraestrutura a Ultragaz detém o posto de maior e mais bem estruturada empresa de distribuição de GLP do país, desenvolvendo constantemente novas soluções para atender às necessidades do mercado. A



Companhia é dona de um dos mais modernos laboratórios de pesquisa e desenvolvimento da América Latina que é capaz de oferecer soluções diferenciadas ao mercado, o que torna a Ultragaz uma companhia diferenciada quando se trata de inovação.

A Ultragaz faz parte de um grupo que contam com as empresas Ipiranga (distribuição de combustíveis), Oxiteno (indústria de especialidades químicas), Ultracargo (armazéns para grânéis líquidos) e Extrafarma (varejo farmacêutico).

2. PROBLEMAS E OPORTUNIDADES

Para introduzir o problema a ser resolvido, deve-se primeiramente conhecer a maneira como o GLP é utilizado e os tipos de manutenções existentes, sendo assim será explicado a seguir de forma breve cada um dos pontos citados anteriormente, focando em suas vantagens e desvantagens.

Iniciando com o combustível em questão, o GLP armazenado nos recipientes tem seu estado inicial como líquido na qual se mantido neste estado físico não é possível tirar máximo proveito para a queima deste gás, de tal forma que o consumo só é possível através da mudança de fase líquida para vapor e existem duas maneiras de ocorrer essa troca de fase.

A primeira seria natural, onde o gás é vaporizado lentamente através troca de calor entre o gás e a parede do recipiente, este modelo é normalmente encontrado em locais onde o consumo de GLP é baixo e não ultrapassa a vaporização natural do recipiente.

O foco do projeto é para a segunda maneira de se vaporizar o GLP, através da vaporização forçada, onde é utilizado um equipamento denominado de “vaporizador” ilustrado na figura 1. O vaporizador é um trocador de calor que se utiliza normalmente de água aquecida para aquecer o duto onde o GLP está passando em sua forma líquida, acelerando a troca térmica por convecção entre a água e a tubulação de gás fazendo com que o GLP troque seu estado físico de líquido para gasoso. Este equipamento oferece uma maior vazão de gás em relação a vaporização natural e é comumente utilizado em locais onde

o consumo de GLP é alto e constante, sua eventual parada para manutenção não programada pode causar problemas indesejáveis ao cronograma da empresa, impactando suas entregas e faturamento.

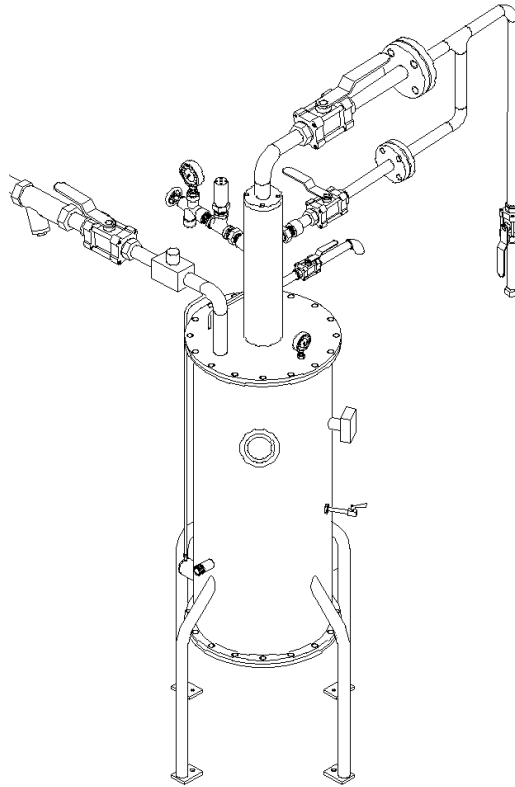


Figura 1 – Vaporizador

Já relacionado aos tipos de manutenção, existem atualmente dois principais tipos utilizados em larga escala pelas empresas no geral, sendo elas a manutenção corretiva e a preventiva.

A primeira delas, manutenção corretiva tem sua ação tomada a partir de paradas inesperadas no equipamento, manutenção realizadas sem planejamento, impactando na produção com o tempo de manutenção podendo variar de acordo com a disponibilidade de componentes de reposição e mão de obra, além de ser a forma mais cara de manutenção, tendo em vista paradas de produção, disponibilidade imediata de peças e mão de obra, entre outros fatores.

Para o segundo modelo de manutenção citado anteriormente, a manutenção preventiva prevê a revisão e manutenção do equipamento em um intervalo de

tempo pré-estabelecido pela empresa fornecedora do equipamento, aumentando a confiabilidade nos equipamentos instalados, o principal problema deste método é encontrar a frequência ideal entre as manutenções, já que a parada para manutenção pode também implicar na perda de recursos e dinheiro para a empresa onde o equipamento está atuando, além de não se extrair o máximo dos componentes que podem ser substituídos ainda em condições de uso pelo mal gerenciamento do intervalo entre uma manutenção preventiva e outra.

O cenário ideal seria a utilização de um terceiro método de manutenção, conhecido como manutenção preditiva. A manutenção preditiva consiste em monitoração periódica e/ou constante de peças e equipamentos que são fundamentais para o funcionamento do processo em que está instalada. Esta manutenção prediz o tempo de vida útil de cada componente a fim de antecipar a manutenção antes da falha ou do período de manutenção preventiva. Aumenta o tempo de disponibilidade do equipamento, evita desmontagem desnecessárias diminuindo o tempo das manutenções. Este método é mais difícil de se aplicar, mas quando aplicado tem-se maior controle sobre a manutenção dos equipamentos, menos parada de linha devido a problemas relacionados ao equipamento e redução de custo com a troca de componentes sem necessidade.

A manutenção preditiva deve analisar o comportamento dos componentes periodicamente através de sensores, que com auxílio da internet envia os dados que devem servir de base para análises mais complexas relacionadas ao tempo restante de vida útil de cada componente, dessa forma, é possível ter uma previsão de quanto tempo mais cada componente deve resistir, esta previsão de tempo permite que seja discutido entre a empresa fornecedora e a empresa consumidora uma data ideal para a parada de linha e substituição do componente defeituoso, resultando na minimização da perda de recursos de ambas as empresas envolvidas, no caso da fornecedora do equipamento deixará de substituir itens que se encontram em bom estado, e no caso da consumidora poderá indicar uma data para a manutenção em um período de baixa produção no mês.

Com o objetivo de aplicar a manutenção preditiva, tem-se a oportunidade

de utilizar aspectos da indústria 4.0, **IIoT** do inglês *Industrial Internet of Things*, representa a possibilidade de objetos físicos estar conectados à internet para que seja possível a obtenção de dados remoto em tempo real dos vaporizadores espalhados em diversos clientes atendidos pela Ultragas, o equipamento que servirá de modelo e base para este projeto deve-se utilizar equipamentos de prototipagem eletrônica de hardware livre, ou seja, micro controladores de fácil obtenção no mercado e que tem a finalidade de facilitar a criação de equipamentos de forma simples e segura.

O objetivo do projeto é informar dados via internet a cabo, rede Wi-Fi ou rede GPRS os dados referentes a um vaporizador elétrico, sendo estes dados armazenados e analisados posteriormente. Inicialmente será monitorado os itens abaixo:

- Status do vaporizador ligado ou desligado;
- Temperatura do vaporizador;
- Corrente das resistências elétricas;
- Boia de nível de água;
- Monitoramento da Válvula Solenoide;

Os dados obtidos serão armazenados em um banco de dados e apresentados em um *DashBoard* online, onde a equipe de instalação terá acesso a todo funcionamento dos vaporizadores em operação. A figura 2 ilustra o fluxo dos processos.

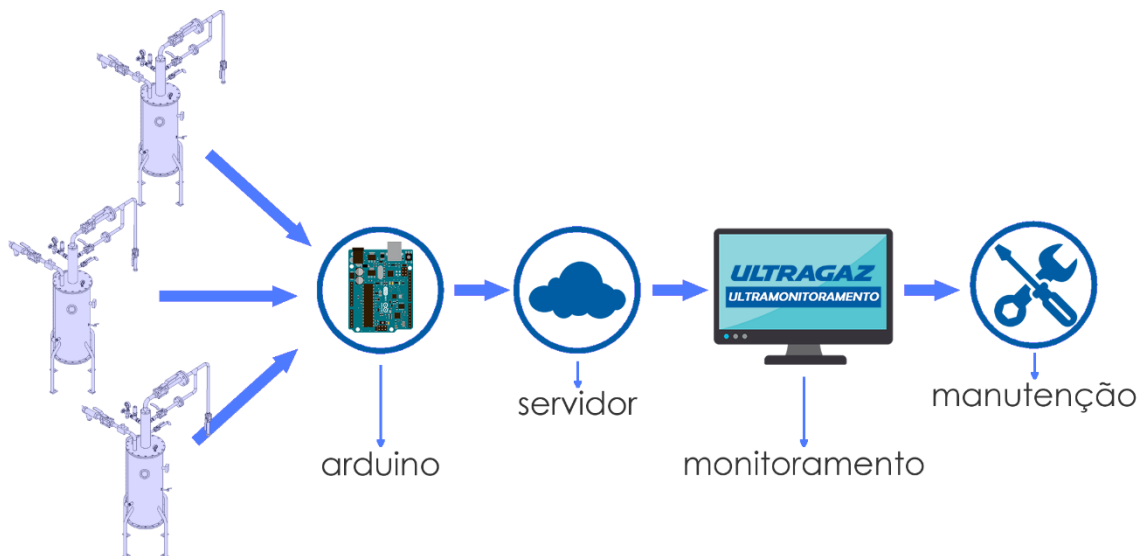


Figura 2 - Fluxo do projeto

Cada vaporizador terá seu ID individual, logo, as informações estarão separadas por clientes. Os dados armazenados serão analisados, assim determinando vida útil de cada componente, quais componentes sofre maior desgaste, entre outras possíveis análises. Os componentes que farão parte do protótipo são os seguintes:

2.1. MICROCONTROLADOR

O Arduino é uma plataforma para prototipagem eletrônica de hardware livre que foi desenvolvida na Itália. Existem vários modelos de placas Arduino fornecida atualmente no mercado, cada uma varia conforme a demanda de portas para utilização de sensores e quantidade de memória disponível para rodar a programação. A linguagem de programação que é utilizada é a mundialmente conhecida C++. Sendo a placa mais conhecida para desenvolvimento de projetos e com diversos sensores desenvolvidos pela própria empresa criadora do Arduino e com sensores criados também por empresas terceiras, esta pode parecer a melhor opção para controlar os sensores deste projeto.

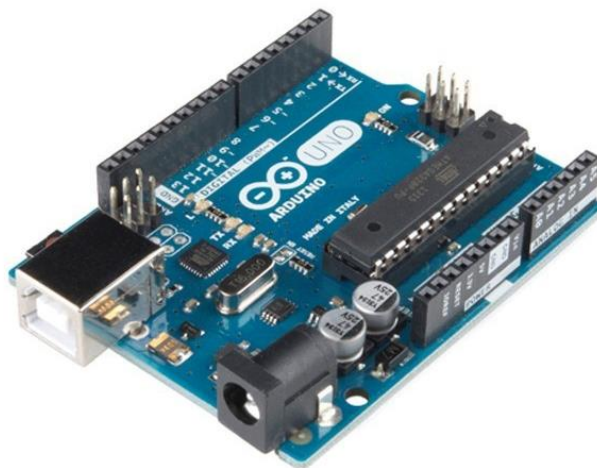


Figura 3 – MICROCONTROLADOR ARDUINO UNO

2.2. SENSOR DE CORRENTE NÃO INVASIVO E INVASIVO

Componente que será responsável por medir a corrente elétrica que está atuando nas resistências de aquecimento da água do vaporizador. Quando o sensor identificar um aumento na corrente é um sinal de que esta resistência está se encaminhando para o fim de sua vida útil, sendo necessária tomada de ação para a substituição do componente defeituoso. O modelo do sensor não invasivo escolhido é SCT013-100A e o modelo do sensor invasivo, ou seja, que precisa da abertura do circuito para leitura do valor da corrente é ACS712.



Figura 4 - SCT013-100A (NÃO INVASIVO) e ACS712 (INVASIVO)

2.3. SENSOR DE TEMPERATURA

Para realização da medição de temperatura do vaporizador foi escolhido o termopar DS18B20, este sensor é capaz de medir temperaturas de -55°C a $+125^{\circ}\text{C}$ e precisão $\pm 5^{\circ}\text{C}$ entre -10°C a $+85^{\circ}\text{C}$. Esta faixa de trabalho atende a operação do vaporizador utilizado nas instalações de GLP.



Figura 5 - Sensor de temperatura DS18B20

2.4. MODULO DE GSM

O envio das informações coletadas inicialmente será enviado através de WI-Fi ou cabo de internet, porém na ausência deste tipo de conexão será implementado um modulo de GSM que permitirá enviar as informações através de rede GPRS direto para o banco de dados. Para isto será utilizado o modulo GSM SIM800L que deve contar com o auxílio de um chip de operadora do mesmo modelo que é utilizado em celulares.



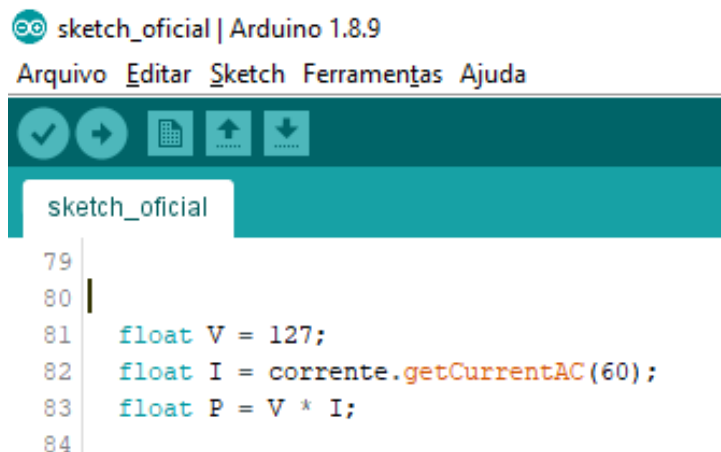
Figura 6 - SIM800L

3. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

Visando monitorar os componentes do vaporizador, deve-se monitorar os seguintes itens.

3.1. STATUS DO VAPORIZADOR LIGADO OU DESLIGADO

Para esta informação teremos o sensor de corrente invasivo (ASC712) informando passagem de corrente da fase principal para o comando acionando o vaporizador, de forma que seja possível obter a informação se o vaporizador está ligado ou não.



```
sketch_oficial | Arduino 1.8.9
Arquivo  Editar  Sketch  Ferramentas  Ajuda

sketch_oficial

79
80
81 float V = 127;
82 float I = corrente.getCurrentAC(60);
83 float P = V * I;
84
```

Figura 7 - Iniciando análise de rede elétrica

3.2. TEMPERATURA DO VAPORIZADOR

Para obter a referência de temperatura será instalada na cavidade do termostato um novo termopar (DS18B20), através deste sensor pode-se verificar a temperatura em que a válvula solenoide é atuada e o desligamento das resistências quando a temperatura atingir o valor máximo selecionado.

```
sketch_oficial | Arduino 1.8.9
Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda

sketch_oficial

61 }
62
63 void loop() {
64
65   temp.requestTemperatures();
66   VapTemp = temp.getTempCByIndex(0);
67
68   if (MaxVapTemp == 0) {
69     MaxVapTemp = VapTemp;
70   } else if (VapTemp > MaxVapTemp) {
71     MaxVapTemp = VapTemp;
72   }
73 }
```

Figura 8 - Sketch sensor de temperatura

3.3. CORRENTE DAS RESISTÊNCIAS ELETRICAS

Para medição da corrente das resistências deve-se utilizar o sensor não invasivo SCT013-100A. A corrente nas resistências varia de acordo com sua potência e alimentação podendo variar de 20 à 70 ampere, o sensor selecionado está dimensionado para medir até 100A. Este sensor informa uma variação de corrente, assim, no micro controlador vamos precisar de um *burden resistor*, ou resistor de carga, para que possamos gerar a variação de tensão a ser interpretada no micro controlador.

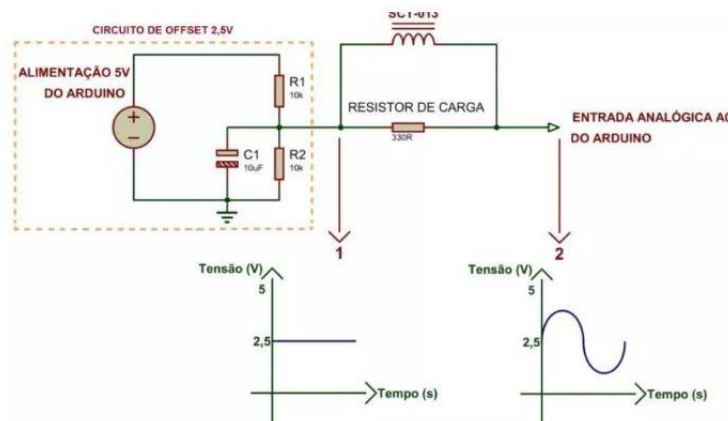


Figura 9 - Circuito conversor AC para DC

A figura 10 mostra o trecho do sketch para programação e medição de corrente e potência de uma carga.



```
sensor_de_corrente | Arduino 1.8.5
Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda

sensor_de_corrente
|
//Porta ligada ao pino IN1 do modulo
#include "EmonLib.h"

EnergyMonitor SCT013;

int pinSCT = A0; //Pino analógico conectado ao SCT-013
int tensao = 127;
int potencia;

void setup()
{
  SCT013.current(pinSCT, 6.0e06);
  Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
  double Irms = SCT013.calcIrms(1480); // Calcula o valor da Corrente
  potencia = Irms * tensao; // Calcula o valor da Potencia Instantanea
```

Figura 10 - Sketch SCT013

3.4. BOIA DE NIVEL DE AGUA

Como mencionado anteriormente o vaporizador é um equipamento que seu princípio de funcionamento é baseado no aquecimento da água por resistências elétricas, assim ocorrendo a vaporização do gás. Caso o vaporizador fique sem água ou o nível esteja baixo sistemas de segurança iram interromper seu funcionamento, contudo alguns modelos funcionam com pouca água podendo ocasionar a queima das resistências e a passagem de gás em forma líquida para linha de consumo. Com o monitoramento desta boia determinaremos o momento que um vaporizador estará com nível baixo antes de gerar uma parada para manutenção corretiva. Estes dados serão coletados pelo sensor ACS712, que irá informar o momento onde a corrente elétrica é limitada nos terminais da boia.

3.5. VALVULA SOLENOIDE

Válvula solenoide é o dispositivo de segurança que libera a passagem



de GLP na fase líquida para o vaporizador quando o mesmo atinge a mínima temperatura selecionada para iniciar a vaporização, a falha nesta válvula pode ocorrer entrada de GLP no vaporizador causando falha de operação, ou a passagem de GLP líquido para rede de consumo. Com a utilização do sensor de corrente invasivo ASC712 será possível obter o fluxo de corrente pela válvula e em caso de falha de fornecimento fica possível ação imediata para correção e evita a utilização de vaporizadores sem este dispositivo.

4. INSTALAÇÃO

Para utilização do sistema de monitoramento será instalado o microprocessador Arduino no interior do vaporizador junto ao comando, a figura 11 ilustra a montagem dos sensores no microprocessador e na figura 12 as posições dos sensores de corrente junto ao esquema elétrico do vaporizador.

5. APRESENTAÇÃO DOS DADOS

Após o envio dos dados obtidos para o banco de dados, é hora de exibir as informações a fim de serem analisadas, com isso, será implementado em forma de website um painel que irá transpor os dados em gráficos (conforme figura 13) com a intenção de facilitar a análise dos mesmos, de tal forma que uma simples olhada possa identificar problemas no funcionamento do equipamento e iniciar a tomada de ações buscando resolver o problema da forma mais rápida possível.

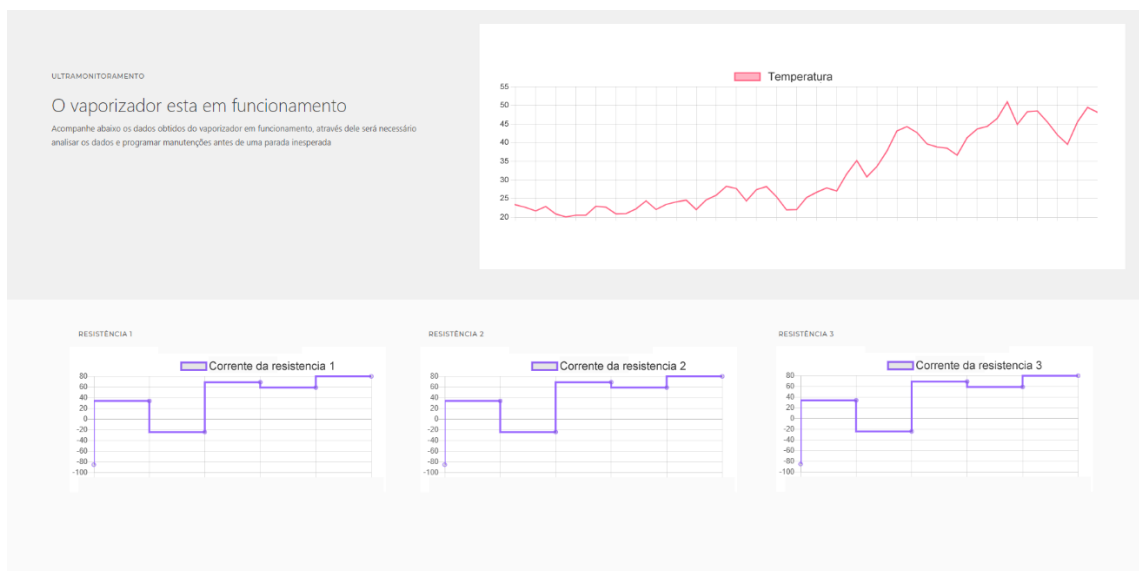


Figura 13 - Exibição dos dados

6. CONCLUSÃO

Após analisar uma amostra dos dados, foi constatado que de fato as informações obtidas são importantes para a implantação do conceito de manutenção preditiva, pois através destes dados será possível programar com antecedência as paradas de linha em virtude de manutenção. Será possível também ter um estoque enxuto de componentes de reposição, uma vez que o controle poderá prever a necessidade de troca de um componente.

O projeto visa obter o maior número de informações possíveis sobre a instalação de equipamentos da empresa Ultragaz e inicialmente serão analisados dados somente referente ao vaporizador, e futuramente a análise será estendida a outros componentes, como por exemplo, vibração de bomba d'água, vibração e corrente elétrica de um motor elétrico.