

**BRUNO RODRIGUES GUIDUGLI  
CAMILA DOS SANTOS RINCON  
YURIY DNIPROVEY SZYMANSKYJ**

**ESTUDO DE UM ALGORITMO PARA DETERMINAÇÃO DO PONTO ÓTIMO DE  
OPERAÇÃO EM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS**

**SÃO CAETANO DO SUL**

**2018**

**BRUNO RODRIGUES GUIDUGLI  
CAMILA DOS SANTOS RINCON  
YURIY DNIPROVEY SZYMANSKYJ**

**ESTUDO DE UM ALGORITMO PARA DETERMINAÇÃO DO PONTO ÓTIMO DE  
OPERAÇÃO EM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola de  
Engenharia Mauá do Centro Universitário do Instituto Mauá  
de Tecnologia como requisito parcial para a obtenção do título  
de Engenheiro de Produção

Área de atuação: Engenharia de Produção

Orientador: Prof. Me. Fernando de Almeida Martins

**SÃO CAETANO DO SUL**

**2018**

## **DEDICATÓRIA**

Este trabalho é dedicado às pessoas que tornaram possível o cumprimento do objetivo de nos formarmos engenheiros e às pessoas que nos apoiaram durante todo o curso e seus percalços.

É dedicado também aos nossos pais, que nos auxiliaram em todos os momentos.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos ao Instituto Mauá de Tecnologia e ao seu corpo docente, por todas as oportunidades dadas durante a graduação.

Gostaríamos de agradecer ao nosso orientador Fernando, pelo suporte dado no processo deste trabalho e pelas ideias que nos ajudaram a completar o mesmo.

Agradecemos também aos nossos amigos e colegas por todos os anos de estudo passados juntos na faculdade, quando foi possível desenvolver amizades que com certeza serão levadas adiante.

Agradecemos, por fim e principalmente, às nossas famílias, pelo apoio durante não só o processo deste trabalho, mas durante todo o curso de engenharia.

## RESUMO

Este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um algoritmo no qual é possível encontrar o ponto ótimo de utilização de máquinas e equipamentos. Utilizou-se a Impressora 3D, presente no Campus do Instituto Mauá de Tecnologia, como objeto de estudo para validação deste algoritmo. Identificou-se que a Impressora 3D do Instituto Mauá de Tecnologia, objeto de estudo, apresentava paradas inesperadas e recorrentes, provenientes de falhas como o entupimento do bico da impressora, por exemplo. Foram definidas variáveis a serem medidas durante o funcionamento da máquina, como temperatura do bico e velocidades de consumo do filamento. Estes dados foram medidos através de sensores instalados na Impressora 3D e transmitidos em tempo real para o ambiente *SmartCampus*, através de um emissor via rádio chamado *LoRaWan*. O tratamento dos dados foi feito através do software *MatLab*, com o qual achou-se o ponto de sela da função, identificando assim o ponto ótimo de operação. O algoritmo matemático de identificação do ponto ótimo foi executado utilizando dados coletados em tempo real, para que fosse visível para o usuário da máquina, da Impressora 3D, a possibilidade de se maximizar a produtividade e diminuir custos de produção com este equipamento. O estudo torna possível o monitoramento ao longo do tempo para uma correção de problemas, e com isso propicia a integração do equipamento a uma Indústria 4.0, pois o estudo promove a sensorização, medição e a criação de uma solução para o problema de entupimento do bico de impressão e a parada do equipamento sem alarmes ou monitoramento.

Palavras-chave: Algoritmo. Ponto ótimo. Indústria 4.0. Sensores. Monitoramento.

## **ABSTRACT**

The objective of this essay was to develop an algorithm which could be possible to find the optimum point of utilization of machines and equipment. It was used a 3D Printer, located on the campus of the Instituto Mauá de Tecnologia, as an example for the validation of this algorithm. It was identified frequent stops on the 3D Printer process, mostly related to the nozzle clogging. It was defined variables to be measures during the printing job, such as nozzle temperature and filament consumption speed. This information was measured with sensors installed on the 3D Printer and broadcasted in real time to the SmatCampus platform, while the printer was working, using a LoRaWan radio transmitter. The data was processed using the MatLab software, being possible to find the saddle point, identifying the optimum point. Having done all above, the algorithm was put into practice, using the data collected in real time, so the viability of the model and the possibility to reduce costs and maximize the productivity could be visible to the 3D Printer user. This study makes possible the monitoring of the process which can be used avoid unexpected issues and promotes the integration, connectivity and use of sensors, bases of the Industry 4.0, aiming the creation of a solution for the clogging problem, without an personal monitoring on the machine.

**Keywords:** Algorithm. Optimal Point. Industry 4.0. Sensors. Monitoring.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Custos de manutenção do cilindro hidráulico pelo tempo.....	12
Figura 2 Ilustração das aplicações de uma Impressora 3D.....	15
Figura 3 – Ilustração simplificada dos eixos de funcionamento da Impressora 3D.....	16
Figura 4 – Comportamento das funções e Ponto de Sela.....	18
Figura 5 - Gráfico de exemplo de um ponto de sela.....	18
Figura 6 – Fluxograma para calcular tempo de parade, de falha e de ok.....	24
Figura 7 – Impressora 3D Cube.....	26
Figura 8 - Cilindro em solidworks.....	26
Figura 9 – Ilustração simplificada do funcionamento da Impressora 3D.....	27
Figura 10 – A – Local onde será instalado a roldana e B – Roldana para contabilizar pulsos.	29
Figura 11 – Placa LoRa.....	30
Figura 12 – Fluxograma da transmissão dos dados via rádio.....	30
Figura 13 – Gráfico exemplo de Ponto de Sela.....	32
Figura 14 – Pulso e temperatura pelo tempo do experimento sem paradas.....	35
Figura 15 - Pulso e temperature pelo tempo do experimento com uma parada.....	36
Figura 16 – Fluxograma para encontrar Job, tempo de ok e tempo de parada.....	37
Figura 17 – Tempo de ok e tempo de parada.....	38
Figura 18 – Velocidade de impressão sem parada.....	39
Figura 19 – Velocidade de impressão com uma parada.....	39
Figura 20 – Velocidade de impressão com duas paradas.....	40
Figura 21 – Função velocidade por gramas.....	41
Figura 22 – Custo de compra de insumo por quantidade de gramas do pedido de compras....	43
Figura 23 – Custo de manutenção conforme quantidade em gramas.....	44
Figura 24 – Velocidade instantânea de impressão.....	46
Figura 25 – Custo de compra de insumo conforme quantidade em gramas.....	47
Figura 26 – Custo de manutenção conforme quantidade em gramas.....	48
Figura 27 – Custo da demanda.....	49
Figura 28 – Custo total.....	49
Figura 29 – Custo de produção pela velocidade.....	50
Figura 30 – Ponto ótimo de produção.....	51
Figura 31 – Painel de dados do SmartCampus.....	52
Figura 32 – Exemplo painel SmartCampus.....	53

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

IMT – Instituto Mauá de Tecnologia

*IoT* – Internet of Thing (Internet das coisas)

*LoRa* – *Long Range*

IP - *Internet Protocol*

CF – Custo fixo

## LISTA DE APÊNDICE

APÊNDICE A – Experimento sem parada com valores adquiridos em tempo real.....	60
APÊNDICE B – Geração de uma parada forçada sobre o experimento original.....	69
APÊNDICE C – Geração de duas paradas forçadas sobre o experimento original.....	78
APÊNDICE D – Algoritmo.....	87

## SUMÁRIO

<b>1.INTRODUÇÃO</b> .....	11
1.1 OBJETIVO .....	11
1.2 JUSTIFICATIVA .....	11
1.3 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA .....	13
1.4 QUESTÃO DA PESQUISA.....	14
1.5 CONTRIBUIÇÕES DO TRABALHO.....	14
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	15
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	21
3.1 MÉTODO DA PESQUISA .....	21
3.2 LIMITAÇÕES DO MÉTODO ESCOLHIDO .....	21
3.3 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA .....	22
3.3 VARIÁVEIS DA QUESTÃO DE PESQUISA.....	22
<b>3.3.1 Temperatura do bico</b> .....	22
<b>3.3.2 Velocidade do filamento</b> .....	23
<b>3.3.3 Função liga/desliga – <i>job/não job</i></b> .....	23
<b>3.3.4 Tempo <i>on</i> / tempo <i>off</i></b> .....	24
<b>3.3.5 Custo</b> .....	24
3.4 FONTE DE DADOS .....	25
3.4.1 Fonte de dados primários.....	25
3.4.2 Fonte de dados secundários .....	25
3.5 PROCEDIMENTO PARA COLETA DE DADOS .....	25
3.5.1 Observação do funcionamento da Impressora 3D.....	25
3.5.2 Levantamento de dados .....	27
3.5.3 Método da roldana.....	28
3.6 PROCEDIMENTO PARA ANÁLISE DE DADOS.....	29

3.6.1 <i>LoRa</i> .....	29
3.6.2 Aplicação do Ponto de Sela.....	31
3.6.3 Análise das variáveis para melhoria do processo .....	32
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>34</b>
4.1 EXPERIMENTO .....	34
4.2 TAKT TIME.....	40
4.3 FUNÇÃO VELOCIDADE DE IMPRESSÃO .....	41
4.4 FUNÇÃO CUSTO DE PRODUÇÃO .....	42
<b>4.4.1 Custo de compra do insumo</b> .....	<b>42</b>
<b>4.4.2 Custo de manutenção conforme demanda</b> .....	<b>43</b>
<b>4.4.3 Custo em função da demanda</b> .....	<b>44</b>
<b>4.4.4 Custo fixo em função do tempo</b> .....	<b>44</b>
4.5 ENCONTRAR PONTO ÓTIMO .....	45
4.6 SMARTCAMPUS .....	52
4.7 MONITORAMENTO DO FUNCIONAMENTO DA MÁQUINA.....	54
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	<b>55</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>56</b>
<b>APÊNDICE</b> .....	<b>59</b>

## 1.INTRODUÇÃO

### 1.1 OBJETIVO

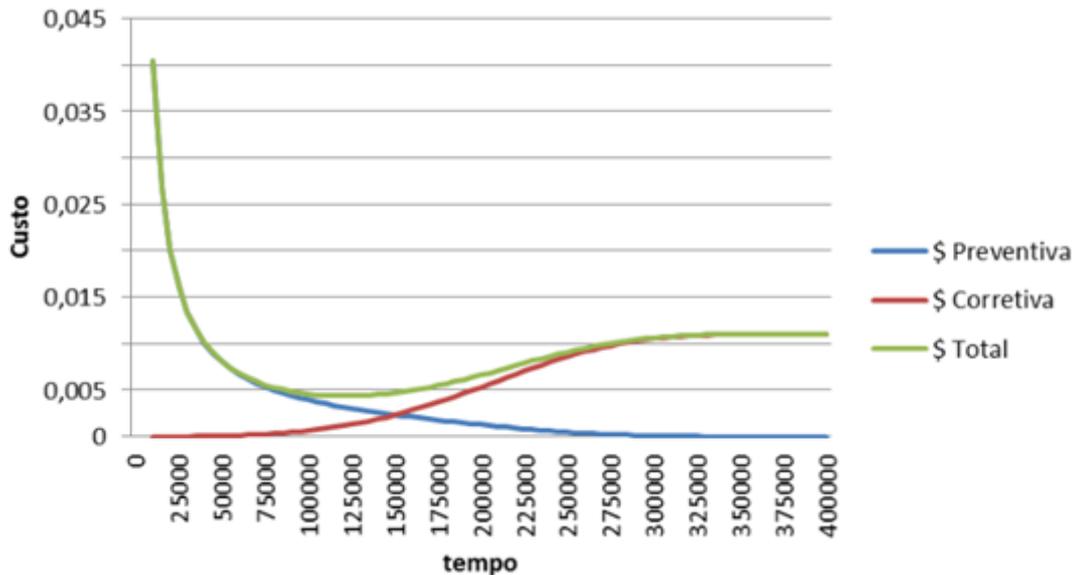
O objetivo deste estudo é, a partir da análise do processo produtivo de uma Impressora 3D, desenvolver um algoritmo matemático personalizável e dinâmico para a determinação do ponto ótimo de funcionamento da Impressora 3D do laboratório do Instituto Mauá de Tecnologia, que pode resultar em um aumento de eficiência operacional, confiabilidade e produtividade.

### 1.2 JUSTIFICATIVA

O cálculo de um ponto ótimo de operação em um equipamento pode ser realizado para que se tenha diversos benefícios, como por exemplo, encontrar o menor custo de operação e o maior lucro obtido, levando-se em conta as variáveis que são necessárias para o funcionamento do equipamento. Este ponto ótimo é o resultado obtido a partir de um algoritmo de otimização que considera as restrições do estudo em questão, e um sistema com foco na determinação do padrão ótimo de funcionamento dos equipamentos. Segundo CABRITA (2002), encontrar o ponto ótimo de operação em que o custo da manutenção é capaz de gerar máximo lucro. Levando em conta esses dois fatores, esse é o grande desafio na gestão da manutenção. Para ele, a manutenção deve garantir a produtividade, lucro e qualidade dos produtos da empresa com o menor custo possível. Em busca do ponto ótimo de operação dos equipamentos, deve-se levar em consideração os aspectos de importância do equipamento, as consequências da falha do equipamento no processo e o ritmo da produção, dentre outros fatores.

De acordo com a Figura 1, pode-se observar que, ao analisar o exemplo pelo gráfico da manutenção preventiva e da manutenção corretiva, pode-se determinar que o menor custo será no tempo de 120.000 minutos. Este gráfico mostra a melhor relação custo-benefício de manutenção em um cilindro hidráulico, utilizado como exemplo, que possui manutenção preventiva e corretiva.

Figura 1 - Custos de manutenção do cilindro hidráulico pelo tempo



Fonte: Citisystems (2018)

Para zerar todas as falhas do processo, seriam necessários maiores gastos com manutenção, o que levaria a uma redução drástica de lucros. De acordo com Ambler (2005, p 24), o ponto ótimo seria a utilização do esforço ideal e do realista para se obter o valor máximo, considerando que mais esforço degrada o valor já utilizado. Portanto, segundo Badía et al. (2002), sabe-se que em uma linha de produção a qualidade do produto final é determinada principalmente pelo desempenho do equipamento. Além disso, eles relacionavam uma manutenção ineficaz com a necessidade de inspeções mais frequentes, elevando o custo do controle de qualidade. Souris (1992) afirma que a busca pela qualidade do processo e do produto diz respeito a qualidade da manutenção, que se essa não estiver adequada, não será possível produzir um produto de qualidade.

O *FabLab* é um laboratório do Instituto Mauá de Tecnologia, onde existem várias máquinas disponíveis para uso dos alunos. Hoje o *FabLab* conta com oito máquinas de impressão 3D, devido a demanda.

A criação de um algoritmo de ponto ótimo, levaria a um benefício para o objeto de estudo uma impressora em três dimensões quanto ao cálculo da quantidade ideal das variáveis dos equipamentos, sendo elas, tempo de *setup* e quantidade de materiais para o uso, por exemplo, e também para as indústrias que usufruiriam desse estudo em seus equipamentos. Essa máquina, segundo entrevistas realizadas com seus respectivos operadores, acaba diversas vezes

apresentando problemas de funcionamento (como entupimento no bico extrusor e desgaste do cabeçote) por falta de um plano de manutenção preventiva ou por variação do insumo utilizado. Esses problemas acabam causando indisponibilidade nos equipamentos que trabalham quase que 24 horas por dia, atrasando a confecção das peças. Portanto, com a aquisição dos dados, é possível desenvolver um plano de manutenção preventiva, além da corretiva, visando prever possíveis falhas nos equipamentos e, com a determinação do ponto ótimo, acarretaria em um ganho na produtividade e na redução de custos. Com isso, surgiu a oportunidade de criar um estudo qualitativo e quantitativo de como é a produção neste equipamento, utilizando diversos insumos distintos.

O algoritmo criado é possível ser modificado para ser customizável e aplicado em outros tipos de equipamentos, e este propõe um método de ponto sela. O ponto sela é um ponto em uma superfície que possui características de ponto de máximo e mínimo local e inclinação nula. (STEWART, 2006). A partir disso, o algoritmo será criado em *MatLab* para poder se observar qual o melhor ponto de operação de máquinas, utilizando a impressora 3D do *FabLab* do IMT como estudo de caso.

### 1.3 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

O problema em questão, que foi levado em conta para se realizar este estudo, é a dificuldade no funcionamento da Impressora 3D por conta da quantidade de interrupções que são feitas devidas ao entupimento do bico da máquina Impressora 3D, que, por falta de um estudo que encontre os valores ótimos de utilização das variáveis dessa máquina, o uso do equipamento acaba sendo menos produtivo do que realmente poderia ser. O algoritmo matemático proposto levará a uma melhor utilização deste equipamento e, possivelmente será possível expandir a análise para outros tipos de máquinas, que sofrem do mesmo problema. Foi necessário que se diminua o tempo de impressão para que ocorra menos falha, mas é necessário descobrir que ponto é esse que melhora a produção do produto. É necessário que se crie um estudo para detectar este ponto.

Com isso, cria-se a oportunidade de se desenvolver um algoritmo para se encontrar as condições ótimas que se deve operar esse equipamento, nas condições que enfrentam certa dificuldade. Foi utilizado o *FabLab* para estudo desse problema, porém a pesquisa levará a um algoritmo que possa ser replicado a outras máquinas que também possuem paradas inesperadas por conta de certas falhas e erros.

#### 1.4 QUESTÃO DA PESQUISA

Será possível criar uma metodologia que melhore o desempenho do equipamento em questão, alterando a velocidade de impressão da Impressora 3D para assim evitar as falhas de impressão e as paradas inesperadas da máquina?

#### 1.5 CONTRIBUIÇÕES DO TRABALHO

Ao alcançar o objetivo do trabalho, para as empresas no geral, que são consideradas clientes, haveria uma grande vantagem competitiva, visto que seus equipamentos possuiriam melhor eficiência, confiabilidade e produtividade, e levaria a uma grande otimização do número de peças por tempo produzidas. Isso se deve ao fato de que as máquinas e equipamentos estarão operando em sua capacidade ótima, diminuindo a proporção de produtos não conformes, elevando, assim, os lucros da empresa, com a diminuição de gastos com paradas para ajustes dos equipamentos, por exemplo. Para a Instituto Mauá de Tecnologia, local de estudos para os cálculos do algoritmo, o sucesso do trabalho facilitaria o departamento de Design, com o aperfeiçoamento que esse trabalho levaria nas máquinas de Impressora 3D, que são os maiores utilizadores do equipamento.

Para os colaboradores, ocorreria uma notável contribuição quanto ao rendimento do trabalho, pois espera-se um modo de operação otimizado, com o aperfeiçoamento do uso da máquina e dos equipamentos. Também haveria uma queda quanto ao tempo de limpeza e preparação ou *setup*, que com a otimização da quantidade de peças por tempo, chegaria a um tempo de parada das máquinas menor do que o existente, levando a um sucesso do trabalho em questão.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A impressora 3D foi criada em 1984 por Chuck Hull no estado da Califórnia nos Estados Unidos da América e sua principal função era a criação de lâmpadas para solidificação de resinas. Segundo Evans (2012), a impressora 3D é uma máquina que permite que peças de 3 dimensões sejam impressas utilizando principalmente polímeros a partir de um projeto realizado em um software compatível, conforme Figura 2.

Figura 2 Ilustração das aplicações de uma Impressora 3D



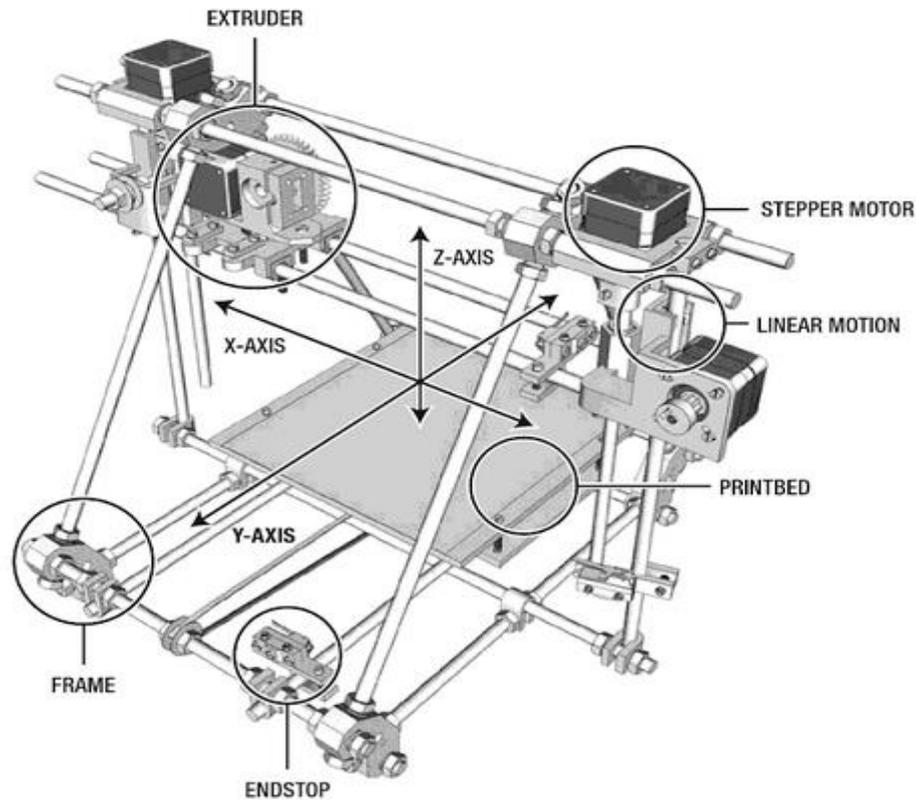
Fonte: LEON3D (2018)

Segundo Evans (2012), as impressoras 3D funcionam de forma bastante parecida em sua essência, possuindo, na maioria das vezes, componentes base independente de seu modelo. São eles:

- Robô Cartesiano: Tem a função de permitir que o bico extrusor se movimente em três direções lineares seguindo pelos eixos cartesianos x, y e z.
- Bico Extrusor: A partir do aquecimento do bico extrusor a matéria prima utilizada (na maioria das vezes o plástico), é expelida dando forma a peça projetada.
- Mesa de Impressão: Superfície onde a peça será impressa.

A impressora pode ser esquematizada conforma a Figura 3.

Figura 3 – Ilustração simplificada dos eixos de funcionamento da Impressora 3D



Fonte: EVANS, Brian. Practical 3D printers (2012)

A Impressão 3D foi desenvolvida inicialmente para ser um método de produção de protótipos de produtos (UPCRAFT E FLETCHER, 2003). Rapidamente, a impressão 3D está saindo do ambiente de prototipagem e avançando para a produção do produto final nas áreas de biomedicina, engenharia civil, produção, entre outras. Estudos indicam que o modelo de Impressão 3D pode ser o começo de uma nova revolução industrial (ANDERSON, 2012), dada as mudanças que isto acarreta nos processos de produção. O processo de Impressão 3D consiste, basicamente, em adições de camadas de filamentos derretidos pelo bico extrusor que molda a mesma por lasers, e possui todos os processos dirigidos através de computadores.

Um dos problemas atuais da indústria, independente do segmento, é o alto custo de parada de produção por conta de quebras de máquinas e equipamentos. Estes eventos resultam em custos diretos (MARTINS, 2010), ou seja, relacionados à própria manutenção do equipamento em questão e também em custos indiretos, perda de material e tempo de setup da linha.

De acordo com Black (1998), “o tempo de *setup* é aquele decorrido desde a saída da última peça boa do setup anterior até a primeira peça boa do próximo”, em outras palavras, é o tempo de parada na linha de produção, seja por conta de ajustes ou por possíveis quebras e falhas.

Existe hoje uma gama de estudos de como diminuir o tempo de *setup* com diversas finalidades, seja relacionado a questões de capacidade produtiva (VOLLMANN et al., 1988), por exemplo. No caso em discussão, será abordado a diminuição da frequência da necessidade do *setup* de produção e não a diminuição da duração do mesmo, como nos outros exemplos. Para tal, serão utilizados conceitos de cálculo diferencial integral para determinação do ponto ótimo de funcionamento de uma impressora 3D pelo cálculo do ponto de sela das funções de custo.

Para se encontrar a melhor maneira de resolver determinado problema deve-se encontrar os valores de máximo e mínimo da respectiva função por meio de derivadas parciais. Por exemplo: Se determinado ponto (a,b) de uma função  $f(x,y)$  possui derivadas parciais iguais a 0, sendo representada pela equação:

$$f_x(a,b) = 0 \text{ e } f_y(a,b) = 0 \quad (1)$$

Pode-se concluir que (a,b) é um ponto crítico, a partir disso deve-se aplicar o Teste da Segunda Derivada que consiste em criar uma matriz na qual, analisando o valor de seu determinante será possível classificar o ponto como máximo local (a), mínimo local (b), ou ponto de sela (c), segundo Stewart (2006), conforme representado.

$$D = \begin{vmatrix} f_{xx} & f_{xy} \\ f_{yx} & f_{yy} \end{vmatrix} = f_{xx}f_{yy} - (f_{xy})^2 \quad (2)$$

(a) Se  $D > 0$  e  $f_{xx}(a,b) > 0$ , então  $f(a,b)$  é um mínimo local.

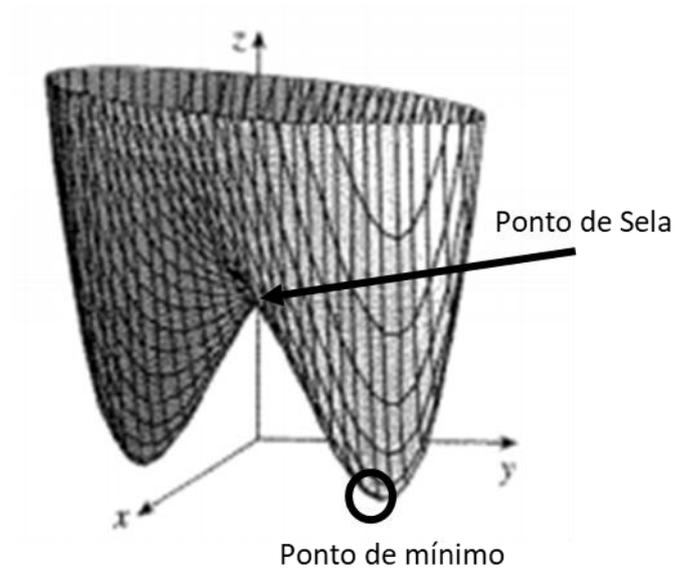
(b) Se  $D > 0$  e  $f_{xx}(a,b) < 0$ , então  $f(a,b)$  é um máximo local.

(c) Se  $D < 0$  e  $f(a,b) > 0$ , então  $f(a,b)$  não é mínimo local nem máximo local

Sendo D o teste da segunda derivada,  $a$  a coordenada  $x$  do ponto e  $b$  a coordenada  $y$  do ponto,  $f_{xx}$  a função dependendo de  $x$ ,  $f_{xy}$  a função dependendo de  $x$  e  $y$  e  $f_{yy}$  a função dependendo somente de  $y$ .

Consegue-se observar o comportamento das funções e o ponto de sela citado na Figura 4. A figura mostra um gráfico do contorno de uma função, e é possível observar que dependendo da direção os valores serão de máximos ou de mínimos.

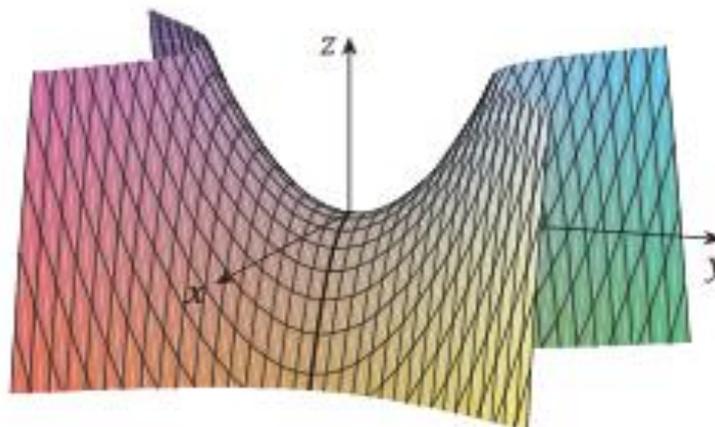
Figura 4 – Comportamento das funções e Ponto de Sela



Fonte: Cálculo v. 1, STEWART, James, 2006

De acordo com Bouchara (1996), o ponto de sela ocorre quando nas proximidades de um ponto crítico  $(a,b)$  a função assume valores maiores ou menores que o próprio ponto. Portanto ponto de sela é quando um ponto possui características de um ponto de máximo e mínimo local ao mesmo tempo, com inclinação nula, conforme ilustrado na Figura 5.

Figura 5 - Gráfico de exemplo de um ponto de sela



Fonte: Cálculo v. 1, STEWART, James, 2006

O cálculo da localização do ponto de sela é extremamente importante para problemas em que se deseja minimizar uma determinada função e maximizar outra, como por exemplo, em um problema de eficiência por custo, no qual o principal objetivo deve ser maximizar a eficiência e minimizar o custo envolvido no processo. Portanto, o ponto de sela é ideal para problemas que possuem funções que devem ser opostamente otimizadas (uma para máximo e outra para mínimo), ou seja, é o máximo valor de uma determinada função e o mínimo de outra.

O tempo de *setup* de uma máquina está diretamente relacionado ao custo da indústria que opera esse equipamento. Segundo Bertolotti (2000), a redução do tempo de *setup* é necessária para se conseguir diminuir o custo de produção. Essa diminuição é importante, pois quanto menor for o tempo de parada maior será o tempo efetivo de produção, fazendo com que a produtividade da máquina seja maior. Segundo o *Lean Institute Brasil* (2003), o *setup* rápido possibilita no aumento da capacidade produtiva dos equipamentos, o nivelamento da produção e o aumento da flexibilidade de produção.

Para Slack (2009), os objetivos de desempenho no qual é necessário atingir quando se trata de uma produção são: atender na data requerida pelo cliente, ou seja, atingir a confiabilidade, minimizar o tempo gasto para a produção, sendo atingida a rapidez, minimizar o dinheiro gasto com a produção, reduzindo o tempo ocioso e desnecessário dos centros de trabalho. Para isso, a criação de um algoritmo que encontre o ponto ótimo de utilização das máquinas e/ou equipamentos utilizados na produção será um grande avanço para as indústrias, pois com a utilização deste será possível alcançar esses objetivos citados, aumentando a produtividade da máquina.

Com isso, para se minimizar esse tempo será necessário entender qual o Takt Time da produção. Este é o tempo de produção total da primeira peça, no qual ao ser calculado é possível encontrar o ritmo da sua produção (ROTHER, M. e SHOOK, J, 1998). Esse ritmo de produção deve estar adequado com a demanda para se ter um resultado positivo na produção.

O algoritmo será realizado em *MatLab* que é um *software* criado por Cleve Moler, na década de 70, que dentre as inúmeras aplicações matemáticas é possível exibir graficamente os algoritmos escritos, encontrando os seus pontos de otimização. Esse *software* irá tornar o algoritmo dinâmico com a coleta de dados em tempo real, feita a partir de sensores e enviadas por uma placa de transmissão chamada *LoRa*. Essa placa de transmissão é uma tecnologia de radiofrequência que permite uma comunicação a longa distância e tem sua principal aplicação em sistemas de *IoT* (*Internet of Things* ou internet das coisas) utilizando sensores, por exemplo, e envia os dados coletados para o *SmartCampus*, no caso do estudo em questão. Esta é uma

rede de *IoT*, que faz a interface de dados coletados a partir do *LoRa*, e podem ser exibidos em painéis de fácil acesso em smartphones ou navegadores.

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1 MÉTODO DA PESQUISA

Pesquisa é o conjunto de procedimentos sistemáticos, baseados no raciocínio lógico, que tem por objetivo encontrar soluções para os problemas que foram propostos, mediante a utilização de métodos científicos (ANDRADE, 1997). Para Barros e Lehfeld (2000), uma pesquisa tem o objetivo de descobrir algo novo, por ser a busca de uma resposta concreta para um problema.

Com base nessas definições, este trabalho tem como princípio ser um trabalho científico, metodológico e aplicável, ou seja, uma pesquisa que utiliza de procedimentos, raciocínio lógico e emprega métodos que sejam aplicáveis ao objeto de estudo em foco, mas também aplicável a outros equipamentos que possuem os mesmos problemas de falhas e paradas inesperadas.

Apesar de o estudo ter coleta de dados por experimentos e entrevistas com operadores das máquinas, o objetivo principal é a modelagem do algoritmo e aplicação do mesmo em equipamentos. Assim, pode-se afirmar que o trabalho se enquadra na categoria de Modelagem e Simulação, a partir de dados empíricos obtidos do contexto no qual está inserido o problema. Uma pesquisa de modelagem e simulação, segundo Berto e Nakano (1999) ocorre quando existe a utilização de técnicas matemáticas ou computacionais para apresentar o funcionamento de um sistema produtivo ou de modelos matemáticos.

#### 3.2 LIMITAÇÕES DO MÉTODO ESCOLHIDO

O método de modelagem e simulação, segundo Berto e Nakano (1999), utiliza de técnicas matemáticas para apresentar o funcionamento de um sistema. O desenvolvimento de um projeto utilizando este método pode levar a geração de fenômenos artificiais e precisar de outro modelo operacional, dificultando a continuação do projeto, segundo Bruyne (1977).

Utilizando um procedimento de modelagem e simulação pode-se obter erros quanto nas medições e na modelagem, o que faz com que se crie algumas limitações no estudo.

A falta de precisão e a existência de diversas variáveis que podem levar a uma alteração em qualquer tipo de medição ou cálculo executado faz com que o estudo em questão seja extremamente complexo, e relacionando com o método utilizado para a execução do trabalho, pode-se afirmar que haverá certas dificuldades e limitações para encontrar precisamente o modelo, pois haverá diversos cálculos matemáticos que possuem diversas incertezas.

Com isso, o fato de o estudo ter seus dados coletados através de um experimento é possível dizer que existe uma limitação quanto ao método escolhido.

### 3.3 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

O tipo de pesquisa, quanto à sua finalidade é aplicada, pois é voltada para aplicações práticas ligadas a área tecnologia do Campus do Instituto Mauá de Tecnologia, sendo uma aplicação imediata, segundo Marconi e Lakatos (2011).

Ao analisar os objetivos deste estudo, pode-se afirmar que será utilizado uma abordagem de pesquisa explicativa, porque se analisa e classifica os resultados obtidos a partir de medições, interpretando-os em seguida, e fazendo com que se identifique os fatores determinantes e a relação entre eles. Uma pesquisa explicativa conglera a explicação a previsão do resultado (MARCONI e LAKATOS, 2011). A pesquisa tem uma natureza quantitativa, pois utiliza dados mensuráveis como entrada para a simulação, o que está em acordo com Fonseca (2002), que diz que “A pesquisa quantitativa recorre à linguagem matemática para descrever as causas de um fenômeno e as relações entre variáveis”.

Já o contexto da pesquisa, que diz respeito ao local de realização do estudo, é de laboratório, pois possui experimentos realizados e tem suas variáveis controladas e definidas. Essa pesquisa é classificada quanto a sua temporalidade como uma observação transversal, pois foi feita uma medição em um único momento, para depois analisá-la. Apesar de ter uma análise durante certo tempo, a observação do comportamento das variáveis foi feita em uma única vez.

O produto de pesquisa utilizado neste estudo foi a Modelagem de Sistemas e Processos (MP), pois foi realizada a criação de um algoritmo para se encontrar o ponto ótimo de utilização das máquinas. Sendo assim, o principal objetivo é a modelagem do algoritmo e a aplicação do mesmo. As técnicas de pesquisas utilizadas são os instrumentos que foram utilizados para a realização do estudo (ROMEIRO, TRIBOLI, MATTASOGLIO, 2010). Foram feitas observações na impressora 3D e entrevistas com os operadores da máquina. Além disso, foram realizados experimentos para se levantar os dados necessários.

### 3.3 VARIÁVEIS DA QUESTÃO DE PESQUISA

#### 3.3.1 Temperatura do bico

A temperatura do bico é importante para o estudo em questão, por se tratar de uma grandeza que varia de acordo com os materiais envolvidos e com a velocidade. Essa variável é necessária para o cálculo, pois é a temperatura do bico que faz com que o material seja “desenhado” para a produção. Não se pode ter uma temperatura muito alta, pois o filamento pode derreter e gotejar, fazendo com que o processo pare, conforme observado na utilização da Impressora 3D,

no Laboratório do IMT. Essa temperatura será calculada por um sensor que será instalado no bico da Impressora 3D. O sensor é um sensor NTP 10k com precisão de 0,1°C. Dentre a temperatura calculada, se obterá um resultado máximo e um mínimo, e neles será possível verificar o erro, a incerteza e a precisão dessa variável.

### 3.3.2 Velocidade do filamento

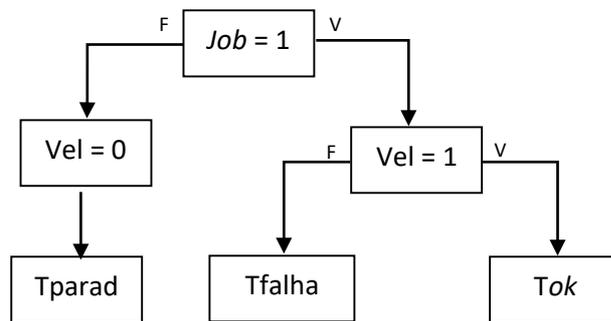
A velocidade em que o filamento opera é a principal variável do cálculo, pois é desejável que seja a máxima possível, para que se tenha um bom aproveitamento da máquina. Deseja-se passar a maior quantidade de filamento por menor tempo. A velocidade será calculada pelo método da roldana, onde uma roldana de metal será instalada nas extremidades do filamento, que tem um diâmetro de 1,75 mm, e que ao rotacionar empurra uma estrutura que mostra quantos centímetros estão sendo analisados. Esse método será melhor explicado no item 3.5.2, onde se explica os métodos que serão utilizados para a coleta dos dados necessários. Essa variável distância é relacionada com o tempo, e assim calcula-se a velocidade, sendo calculada pela divisão dos centímetros de fio que passou pela roldana, sobre a subtração do tempo total de funcionamento e o tempo que a máquina ficou parada, como mostra a fórmula:

$$\text{Vel} = \text{distancia}/(\text{t total} - \text{t parada}) \quad (3)$$

### 3.3.3 Função liga/desliga – *job/não job*

A função liga/desliga é uma variável a ser estudada neste trabalho, pois sem ela não seria possível verificar quando a máquina estaria sofrendo parada inesperada, ou se estaria funcionando normalmente. Ela é o vetor que mostra o funcionamento da Impressora 3D, ou seja, um sinal para detectar as mudanças na contagem de tempo de *setup*, tempo de falha e o tempo de *ok*. A função liga/desliga é utilizada para calcular o tempo de falha do equipamento e o tempo de *ok*. Com isso, utiliza-se o tempo de *on* e o tempo de *off* e a velocidade para verificar os tempos de falha, *setup* e *ok*. O Tempo de falha é calculado quando a velocidade for igual a zero, porém o *Job* for 1 (Temperatura maior que 150°C). Isso significa que se está funcionando, porém a velocidade está igual a zero, sendo possível medir o tempo de falha. Se está funcionando (tem *Job*) e tem velocidade, consegue-se medir o tempo de *ok*. Se não tem *Job*, significa que se consegue medir o tempo de parada. O esquema da Figura 6 mostra como foi feito os cálculos de tempo.

Figura 6 – Fluxograma para calcular tempo de parade, de falha e de *ok*



Fonte: Autor próprio

### 3.3.4 Tempo *on* / tempo *off*

A variável de tempo de operação é uma importante grandeza a ser analisada neste estudo, por se tratar do cálculo de tempo que a máquina está operando ou está parada. Essa análise se dá pelo cálculo da velocidade, que se esta é diferente de zero, o tempo que está contabilizando é o tempo de operação. Caso essa velocidade seja calculada como zero, significa que o tempo que está sendo contabilizado é o tempo de parada, ou seja, o tempo de *setup*. Sendo assim, é possível calcular, com essa grandeza de tempo *ON* e *OFF* e o tempo de operação. Conforme Figura 6 anterior, é possível calcular o tempo de *on* e o tempo de *off*, sendo eles respectivamente o tempo de *ok*, e a soma do tempo de falha e do tempo de parado. O tempo de operação é a soma de todos os tempos.

### 3.3.5 Custo

A variável custo será analisada de acordo com todas as outras grandezas relacionadas anteriormente, porque com o cálculo de determinação de cada variável, consegue-se relacionar com o custo final de operação desse estudo. Leone (1997), definiu custo como os fatores de produção consumidos por uma empresa para produzir e/ou distribuir produtos, sendo tudo aquilo que é gasto e está ligado diretamente ao produto. O cálculo do custo se dá pela relação entre a quantidade de matéria prima que será utilizada e o tempo de *on* do equipamento, somado com a quantidade de mão de obra dos trabalhadores do *FabLab* e com o tempo de parada da máquina, pois este depende dos funcionários do laboratório que fazem o manuseio na máquina quando ocorre a parada inesperada. Essa variável será melhor exemplificada no item 4.3, onde se explica como se encontrou o custo de produção.

### 3.4 FONTE DE DADOS

Para a realização do estudo, houve a necessidade de se escolher o tipo de coleta de dados que seria utilizado.

#### 3.4.1 Fonte de dados primários

Os dados primários são aqueles que nunca foram antes coletados, com a finalidade de atender às necessidades que são específicas de cada pesquisa. Esses dados podem ser dados históricos e estatísticos, informações e pesquisas, registros antes nunca analisados (MATTAR, 1996).

Foram realizadas medições na própria Impressora 3D do *FabLab* do Instituto Mauá de Tecnologia, a fim de se identificar as variáveis necessárias para a obtenção dos resultados esperados. Por estar associado à modelagem e simulação a opção foi de ser coletar os dados a partir de amostragens, que são dados experimentais que permitirão a modelagem do algoritmo. Além disso, também foram realizadas entrevistas com os operadores da máquina do *FabLab* para entender melhor o funcionamento da mesma.

#### 3.4.2 Fonte de dados secundários

“Dados secundários são aqueles que já foram coletados, tabulados e ordenados, e as vezes até analisados, e estão à disposição dos interessados” (MATTAR, 1996). Ainda segundo Mattar (1996), alguns tipos de fontes de evidência secundária são: a própria empresa em estudo, publicações, serviços de publicação de marketing, por exemplo. No estudo em questão foram utilizados dados dos equipamentos do *FabLab* do IMT pela análise de documentos desses equipamentos, além de pesquisa bibliográficas e entre outros.

### 3.5 PROCEDIMENTO PARA COLETA DE DADOS

#### 3.5.1 Observação do funcionamento da Impressora 3D

A Impressora 3D CubePro Trio da marca 3D Systems que foi utilizada para estudo está localizada no *FabLab* do Instituto Mauá de Tecnologia e está representada na Figura 7.

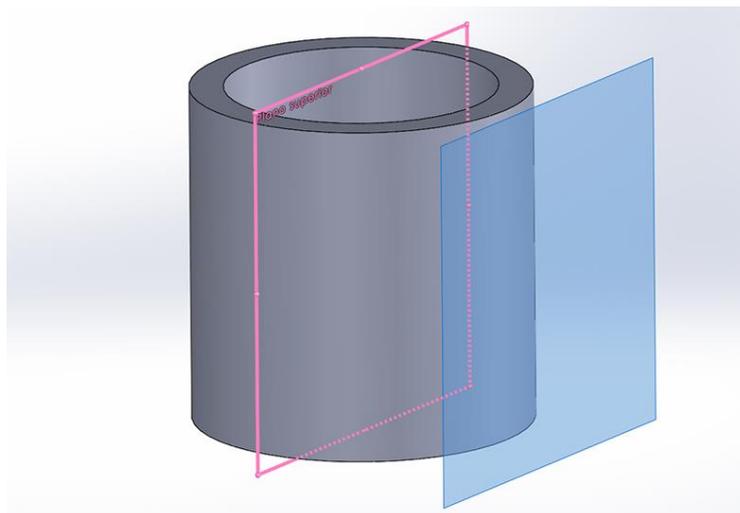
Figura 7 – Impressora 3D Cube



Fonte: 3D Systems (2015)

A Impressora 3D materializa tridimensionalmente modelos de peças e figuras concebidos em softwares de design, como *SolidWorks*, por exemplo, em formato FTP. A Figura 8, mostra um cilindro em *SolidWorks*, como exemplo:

Figura 8 - Cilindro em solidworks

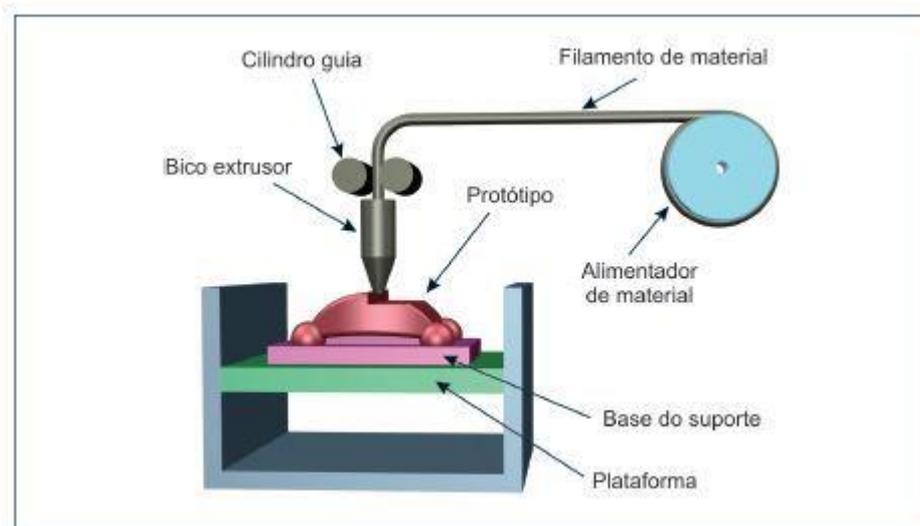


Fonte: CADGuru (2013)

Ela é capaz de imprimir a partir de diversos tipos de filamentos, como filamento ABS ou PLA, de diversas cores distintas. A partir do momento que se adiciona o arquivo na impressora, e o

filamento que será utilizado, ela começa a trabalhar. Na Figura 9, se tem um esquema de funcionamento de uma impressora 3D:

Figura 9 – Ilustração simplificada do funcionamento da Impressora 3D



Fonte: Negócios Disruptivos (2018)

A partir dessas análises, conseguiu-se observar que, dependendo do tipo de filamento que é utilizado, com cores específicas, ocorrem falhas na impressão, como entupimento do bico de saída, fazendo com que haja paradas inesperadas na produção. Com isso, se utilizou desta informação para iniciar a coleta de dados necessários para que se encontre a solução deste problema, que não é um problema único desse equipamento, pois qualquer tipo de máquina possui paradas inesperadas.

### 3.5.2 Levantamento de dados

Para que seja possível o desenvolvimento desta pesquisa, foram extraídas diversas variáveis citadas no item 3.3 desse trabalho, tais como:

- Temperatura do bico  
Velocidade do filamento
- Tempo ligado e tempo desligado
- Se a máquina está trabalhando ou não (se existe *Job*)
- Custo

Tais variáveis foram levantadas de acordo com a observação do funcionamento da máquina, análise das falhas que ocorrem e pela previsão do resultado que se deseja obter.

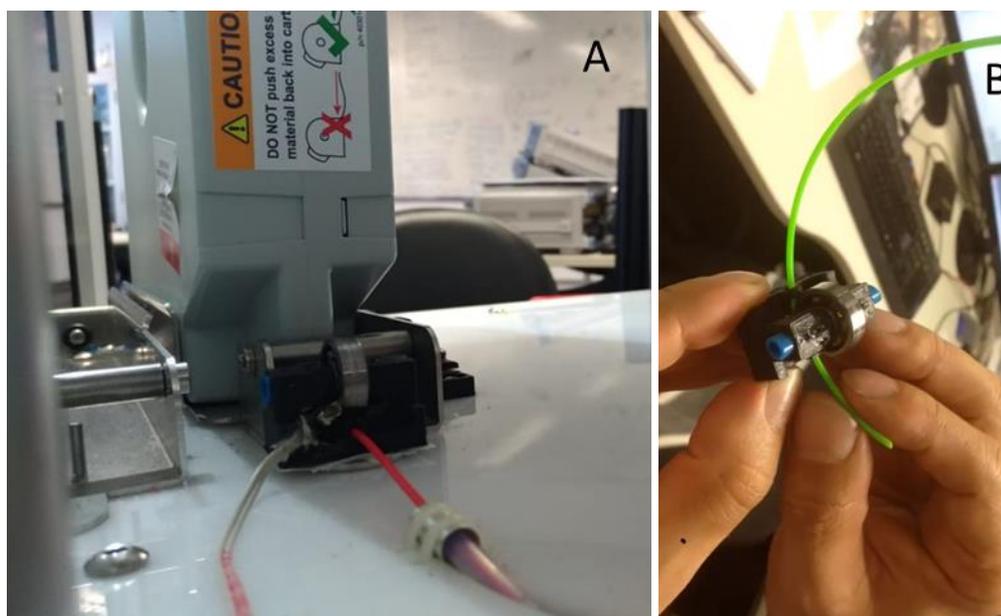
### 3.5.3 Método da roldana

Para encontrar aos dados necessários para que seja possível resolver o problema citado e chegar à solução esperada, é necessário desenvolver métodos para encontrar os resultados das variáveis levantadas anteriormente. O método criado consegue encontrar uma das variáveis mais importantes da pesquisa, sendo ela a variável velocidade. Essa variável é a grandeza que possivelmente será alterada para tornar possível se encontrar o ponto ótimo esperado. Esse método, chamado de método da roldana, será desenvolvido da seguinte forma: será adicionado um rolamento e um sensor no filamento, chamado de sensor *Reed-Switch*, que ficará localizado no dispositivo para a impressão, e que conforme a impressora esteja em funcionamento e o filamento esteja sendo consumido, rotacionando o rolamento, o sensor será acionado com e contará um pulso. Uma unidade de pulso significa que o filamento percorreu a distância de  $2\pi$  (perímetro do rolamento). Portanto a contagem de pulsos em conjunto com o tempo de impressão viabiliza o cálculo da velocidade média de impressão.

O *Reed-Switch* é um sensor que possui dois lados, sendo um lado um metal com propriedades magnéticas e o outro um metal normal, tendo polo positivo e negativo. Se estiver rodando, será contabilizado um giro a cada pulso. Ao alimentar um lado com polo positivo e o outro lado com polo negativo, o meio do sensor será positivo em caso de existir um campo magnético e negativo em caso contrário. Portanto, será possível contabilizar se existe corrente ou não no fio do motor. Se existir corrente e pulso, significa que o motor está funcionando e imprimindo, porém se existir corrente, mas não existir impressão, pode-se detectar uma falha (provável de bico entupido). Não foi utilizado esse medidor de corrente, porém é possível aprimorar o estudo para a utilização do mesmo. O sensor *Reed-Switch* foi instalado apenas para contabilizar o número de pulsos, e o cálculo para encontrar se existe corrente estará descrita no item 4.1, além disso, consegue-se detectar quando o motor está parado quando não há corrente. Para isso, o *Reed-Switch* funciona em conjunto com o sensor *Hall*, isso seria um auxílio para se verificar se estará havendo rotação do motor. Neste trabalho não foi utilizado o sensor *Hall*, porém também é possível aprimorar o estudo com a utilização deste. O sensor *Hall* é utilizado para sensorizar o motor que faz com que haja impressão com a movimentação da cabeça de impressão. Com isso, seria possível saber se existe impressão ou não no momento da medição. No estudo presente é possível verificar se o motor está ligado ou não pela temperatura, pois se consegue

ver se existe *Job* quando a impressão começa a ter temperatura até quando ela diminui. A Figura 10 mostra respectivamente onde será instalado o sensor *Reed-Switch* e o método da roldana que foi utilizado para contabilizar os pulsos.

Figura 10 – A – Local onde será instalado a roldana e B – Roldana para contabilizar pulsos



Fonte: Experimento realizado

O sensor, em conjunto com a roldana, foi instalado imediatamente na saída do carretel de filamento para que se pudesse ter a velocidade de impressão mais próxima da real.

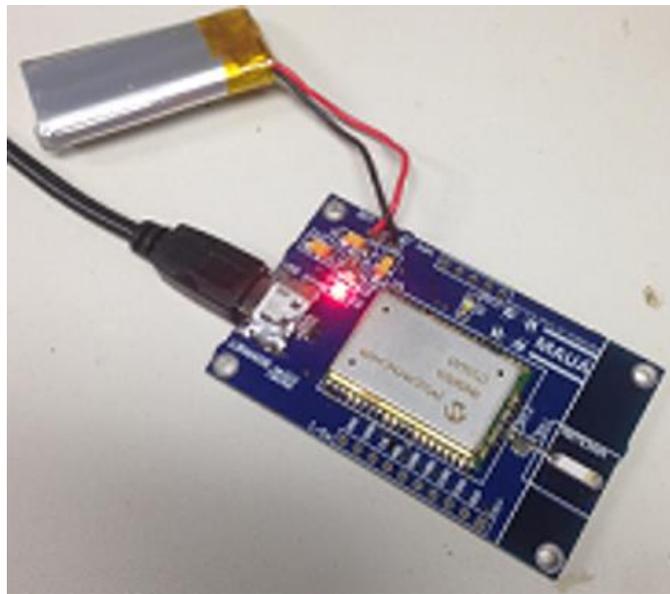
### 3.6 PROCEDIMENTO PARA ANÁLISE DE DADOS

#### 3.6.1 *LoRa*

Após o levantamento dos dados necessários para se desenvolver o estudo, deve-se começar a analisá-los, e assim criar métodos para que seja possível resolver o problema citado e chegar a solução esperada. Assim, é necessário analisar os resultados obtidos pelos sensores que foram adicionados na Impressora 3D. Eles serão amostrados de tempos em tempos e serão transmitidos via rádio. Esse rádio é o *LoRa*, que é uma tecnologia de rádio frequência que permite comunicação de longas distâncias desenvolvida pela empresa Cycleo de Grenoble na França, como já mencionado anteriormente. Basicamente, a transmissão dessa rádio frequência se dá entre o sensor e a antena, que transmite ondas para a base de dados, que fica localizada na nuvem. Para se acessar os dados fornecidos pelo sensor é só acessar pelo celular, pois a

nuvem possui um IP dinâmico, que possui fácil acesso de qualquer sistema *Wireless*. É interessante se utilizar o *LoRa*, pois com ele é possível verificar em tempo real o que está acontecendo durante a impressão, por isso é possível detectar quando acontece alguma falha no equipamento. Com isso, é possível propor alguma alteração quanto às variáveis em questão para que a falha não ocorra durante o funcionamento da máquina, e assim terminar a impressão normalmente, e realizar a manutenção do equipamento fora do horário de uso deste. A Figura 11 mostra a placa *LoRa* que foi utilizada para transmitir os dados necessários.

Figura 11 – Placa *LoRa*



Fonte: Experimentos realizados

Como exemplo a Figura 12 mostra o esquema de como funciona a transmissão de dados captados nos sensores e enviados via *LoRa* para a plataforma *online*.

Figura 12 – Fluxograma da transmissão dos dados via rádio



Fonte: Autor próprio

Neste esquema é possível observar como funciona uma transmissão via *LoRa*. Os dados captados pelos sensores serão enviados em tempo real ao dispositivo, e estes são armazenados em uma nuvem, sendo possível acessá-los em qualquer dispositivo eletrônico.

### 3.6.2 Aplicação do Ponto de Sela

Ao analisar as variáveis que serão calculadas a partir de experimentos, será proposto um algoritmo que trate os dados levantados anteriormente de modo de ponto sela, ou seja, o ponto em que não se tem inclinação, porém tem características de ponto de máximo e de mínimo. Esse ponto possui uma elevação máxima em uma direção e mínima na direção perpendicular, ou seja, dependendo do comportamento de outras variáveis ela tende para um tipo de inclinação (máxima ou mínima) (STEWART, 2006).

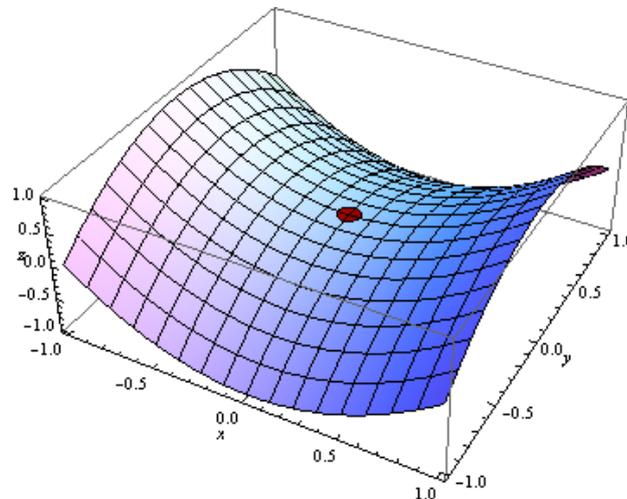
Assim, aplicando esse método no estudo em questão, pode-se dizer que dependendo da reação de cada grandeza, a variável que se deseja calcular irá ser máxima ou mínima. Com isso, para se calcular a direção que o ponto deve prosseguir, para direcionar se o resultado é de máximo ou de mínimo, é necessário utilizar do cálculo do vetor gradiente. Esse vetor indica qual o sentido e direção o ponto especificado em que se obtém o maior incremento, minimizando o ponto, segundo Thomas (2002), como já especificado anteriormente no item 2.

No estudo em questão será proposto a alteração da velocidade conforme o equipamento mostrar alguma falha inesperada, pois com isso pode existir alteração no desempenho da máquina. A partir do resultado de melhora ou piora, esse método de ponto de sela irá mostrar que o resultado poderá ser maximizado ou minimizado, resultando no ponto ótimo de utilização da máquina.

Essa redução na variável velocidade para assim medir quais os efeitos que a máquina tem será exercitada, pois percebeu-se que existem filamentos (componentes) que entopem a máquina e por isso utilizou-se esse equipamento para estudo. A sugestão de melhoria de produtividade, conforme ocorra alguma falha, foi a redução da velocidade, para assim descobrir quais serão os efeitos que a Impressora 3D sofrerá em sua produção, visto que alterações no funcionamento do equipamento não são permitidas pela fábrica.

Dessa maneira, se obtém um resultado dinâmico, pois o ponto sela é dinâmico. Isso quer dizer que o resultado é variável ao longo do funcionamento, dependendo das outras grandezas que são medidas de tempos em tempos. A Figura 13 mostra um exemplo de um ponto sela no gráfico.

Figura 13 – Gráfico exemplo de Ponto de Sela



Fonte: Math Tecnico (2017)

Esse gráfico utilizado como exemplo mostra uma superfície de uma função com duas variáveis na qual encontrou-se o ponto de sela da função, sendo ele máximo em uma direção e mínimo em outra. Essa figura mostra como o algoritmo que será criado tratará as funções que serão analisadas.

### 3.6.3 Análise das variáveis para melhoria do processo

Com isso, ao se propor a diminuição da velocidade para se encontrar melhoria no desempenho da Impressora 3D e evitar falhas, é esperado que o Tempo de “on”, que é o tempo da máquina funcionando, aumente e conseqüentemente o Tempo de “off”, que é o tempo em que se está ocorrendo falhas, diminua. Isso significaria um ganho na produtividade do equipamento, porque mesmo que a velocidade esteja menor, estaria havendo menos falhas e paradas inesperadas, resultando em um produto final de melhor qualidade e com melhor tempo de execução.

O tempo de “ligado” (*Ton*) é possível ser calculado pela medição de tempos em tempos da correia da impressora em movimentando. Conseguem-se medir o *Ton* quando a Impressora 3D está ligada, e funcionando (com *Job*). Já o *Toff* é medido quando a máquina está parada, sem *Job*. Conforme já mencionado, nesse estudo não foi adicionado o sensor que verifica a alteração da correia da impressora, por isso esse tempo de *on* e tempo de *off* foram verificados com a alteração da temperatura e do consumo. Conseguem-se verificar que houve uma impressão, quando existe um aumento do consumo, ou seja, a velocidade é diferente de zero (consumo teve alteração) e temperatura está maior do que 150°C (significando um *Job*, pois é com essa

temperatura que a impressora começa a produzir). Isso mostra que a máquina está trabalhando normalmente, sem falhas ou erros. Com isso, é possível calcular o tempo de funcionamento “ok” da Impressora, e assim calcula-se a quantidade de peças que é possível se produzir por hora. Entretanto, caso exista um *Job* (máquina ligada e funcionando), porém não houve um aumento do consumo (velocidade é igual a zero), pode-se dizer que está ocorrendo falha ou erro (parada inesperada), pois a Impressora 3D não está trabalhando. Assim, é calculado o tempo de “erro” (de parada) do equipamento. Este cálculo de *Ton*, o *Toff* e o *Tparada* foi apresentado na Figura 6 anteriormente.

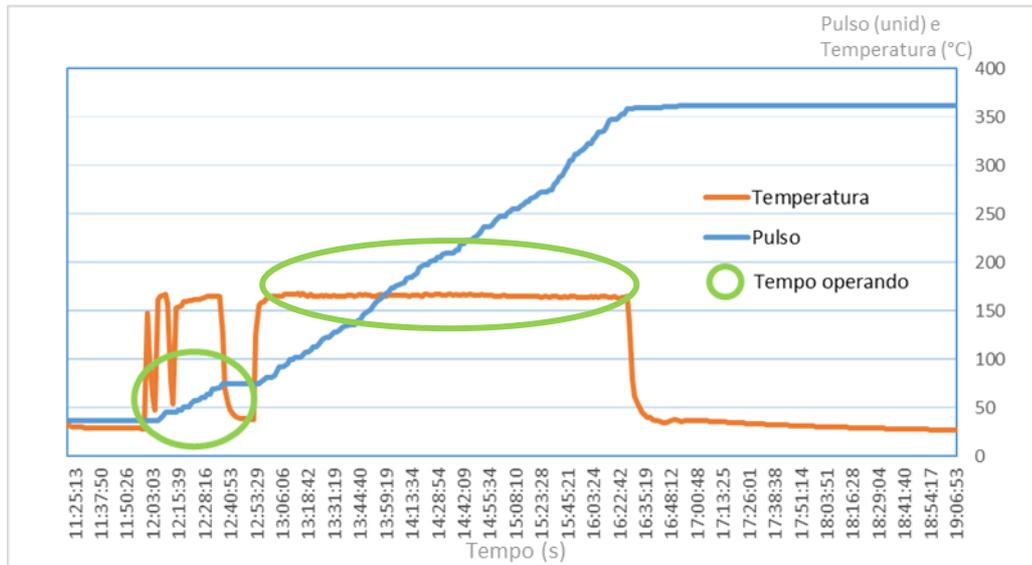
## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 EXPERIMENTO

Para se encontrar os resultados ótimos das variáveis foram desenvolvidos três experimentos para que fosse possível verificar o comportamento de todas as variáveis durante a impressão. Foram impressas três caixas e três tampas com o mesmo tipo de filamento, porém simulando um experimento na qual a impressão ocorre normalmente, sem nenhuma parada, outro experimento simulando uma parada inesperada, onde se forçou uma parada para se conseguir o comportamento das variáveis, e outro experimento simulando duas paradas inesperadas. Com isso gerou-se três tabelas no Excel com todos os dados das variáveis, sendo a primeira para o experimento sem paradas, a segunda para o experimento com uma parada e a terceira para o experimento simulando duas paradas inesperadas. A primeira tabela (Tabela 1) que está localizada no Apêndice A mostra os resultados do primeiro experimento sem paradas. A coluna consumo exibe a contagem de pulso que o sensor está contabilizando, e assim consegue-se chegar no cálculo da velocidade que se está imprimindo. A Tabela 2 do segundo experimento está localizada no Apêndice B, e pode-se observar quando que está ocorrendo uma falha pela diminuição da temperatura, pois não está existindo impressão, mas o equipamento está funcionando. A Tabela 3 localizada no Apêndice C demonstra o comportamento das variáveis quando foram simuladas duas falhas inesperadas.

O primeiro experimento foi realizado coletando os dados da impressão de uma caixa. Já o segundo e o terceiro experimento foram gerados, executando defeitos para assim encontrar o comportamento das variáveis conforme paradas simuladas. Essas paradas foram feitas digitalmente, trabalhando os dados obtidos. Com o processo já executado no *SmartCampus* (o processo sem paradas), os dados foram paralisados simulando assim uma parada. Esta parada simula as falhas do processo de impressão, uma vez que, conforme discutido com operadores do *FabLab*, existe falhas na impressão conforme alteração de tipos de filamentos na máquina. Com os dados coletados consegue-se observar o tempo (em horas), e o consumo do filamento no momento em que estava ocorrendo a impressão. Além disso, com o medidor da temperatura é possível detectar qual o valor da temperatura daquele momento da impressão. Na Figura 14 é possível observar o experimento sem paradas

Figura 14 – Pulso e temperatura pelo tempo do experimento sem paradas



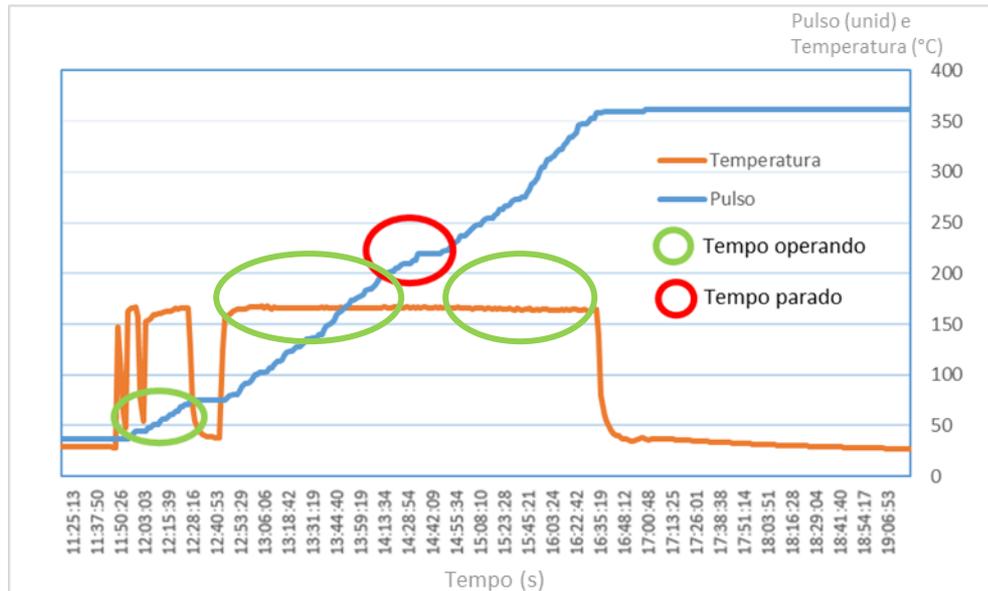
Fonte: Experimento realizado

A linha azul do gráfico representa a contagem de pulsos do experimento, sendo ele acumulado com o tempo. Foi realizado a impressão de uma caixa e depois de uma tampa, por isso que em torno do tempo 12:53:29 existe essa parada de contagem de pulso. Já a linha laranja do gráfico representa a temperatura que se está operando. Existe uma queda de temperatura quando para a impressão da caixa e começa a impressão da tampa. Em verde consegue-se observar a região em que está imprimindo a tampa, pois a inclinação da linha azul do gráfico existe, ou seja, está havendo contagem de pulso. Quando a inclinação é nula é possível observar que não existe contagem do pulso.

Com isso, consegue-se ver se está ocorrendo um *Job* ou não, utilizando as fórmulas do Excel e analisando os dados coletados. Pela temperatura elevada (considerado um valor de 150°C para o início da impressão) verifica-se que está havendo um *Job*. Caso a temperatura esteja menor do 150°C, não está havendo um *Job*.

Após isso, para calcular se a impressora está injetando material para a impressão, levou em consideração se houve um aumento de consumo, e caso negativo significa que ainda não injetou material, ou seja, não está havendo impressão. Somente contabilizará que houve uma impressão quando possuir um aumento de consumo. Com isso, consegue-se detectar se está havendo algum problema no funcionamento (ocorrendo alguma parada inesperada) ou se a impressão está normal. Isso ocorre, porque caso tenha *Job*, porém não haja injeção de material, está ocorrendo uma parada inesperada, caso contrário, está funcionando normalmente. Essa parada inesperada pode ser observada na Figura 15.

Figura 15 - Pulso e temperature pelo tempo do experimento com uma parada



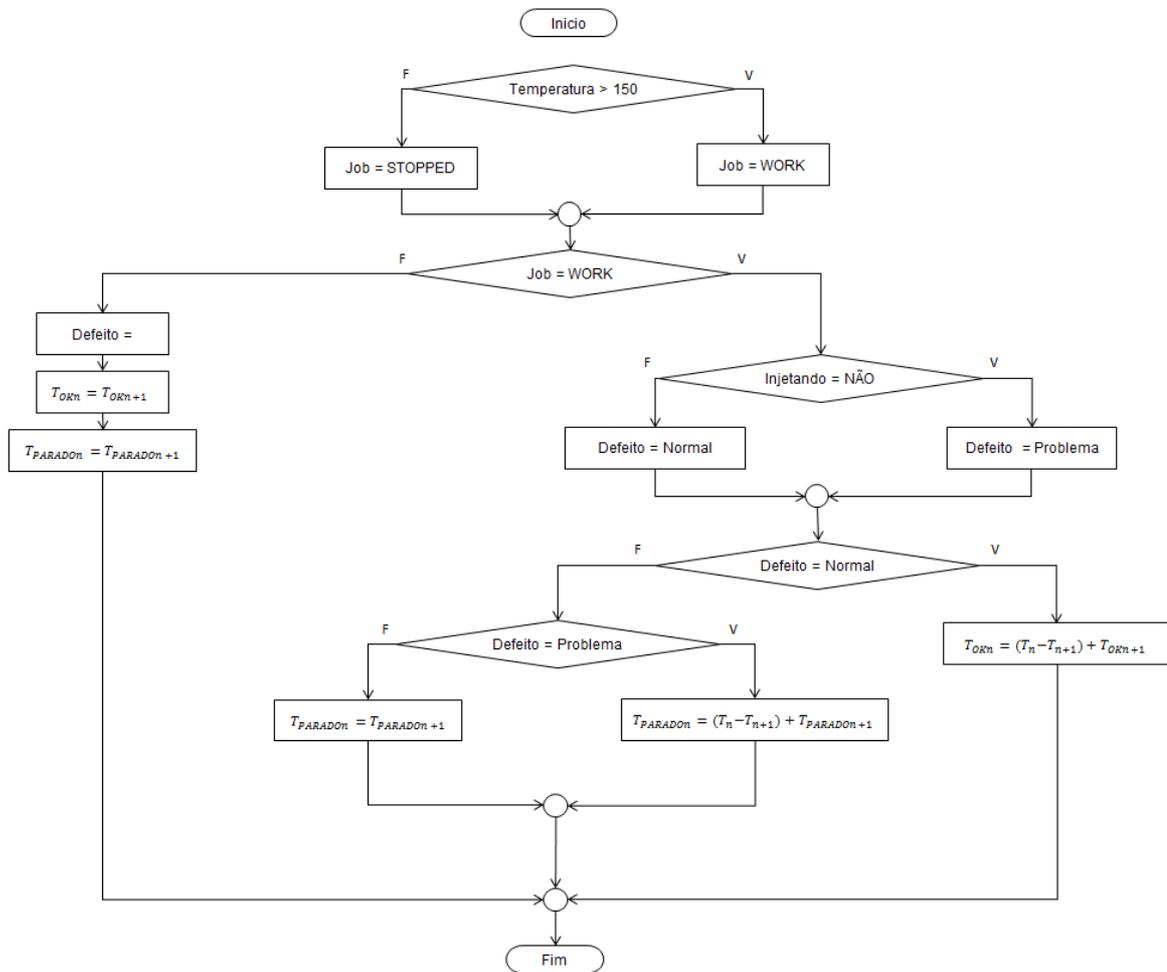
Fonte: Experimento realizado

Esta figura representam os dados coletados a partir do experimento que houve uma parada. Da mesma forma que na Figura 14 anteriormente, consegue-se observar o tempo que estava imprimindo normalmente, em verde. Em vermelho é possível verificar que houve uma falha, porque a contagem de pulso ficou nula, porém ainda existe uma temperatura elevada (em torno de 150°C), percebida pela linha laranja do gráfico.

Assim, para calcular o tempo em que a impressão não houve paradas observou-se que se estiver havendo *Job*, e a impressora estiver injetando, ou seja, não estiver havendo defeito (parada inesperada), o tempo de *ok* (tempo sem paradas) será calculado, sendo ele acumulado a cada medição da impressora. Com isso, calculou-se também o tempo total de parada da mesma forma que o tempo de *ok*, porém somente quando a for detectado que está havendo um problema. Como os dois tempos (de *ok* e de parada) são acumulativos linha a linha, ao final da impressão tem-se o tempo total de *ok* e o tempo total de parada. Com isso, ao somar-se os dois tempos, tem-se o tempo total da operação.

Na Figura 16 foi desenhado um fluxograma para melhor entendimento das lógicas que foram realizadas para se encontrar o resultado das variáveis.

Figura 16 – Fluxograma para encontrar *Job*, tempo de *ok* e tempo de parada



Fonte: Planilha de dados gerados através de medições no experimento

Com isso, na Figura 17 consegue-se ver o tempo de *ok*, o tempo de defeito e o tempo total da primeira simulação, da segunda simulação e da terceira simulação, respectivamente.

Figura 17 – Tempo de *ok* e tempo de parada

T TOTAL OK	03:56:58	T TOTAL OK	03:58:12	T TOTAL OK	04:01:59
T TOTAL PARADO/DEFEITO	00:05:02	T TOTAL PARADO/DEFEITO	00:13:54	T TOTAL PARADO/DEFEITO	00:21:28
TEMPO TOTAL	04:02:00	TEMPO TOTAL	04:12:06	TEMPO TOTAL	04:23:27

Dados dos experimentos sem parada, com uma parada e com duas paradas, respectivamente

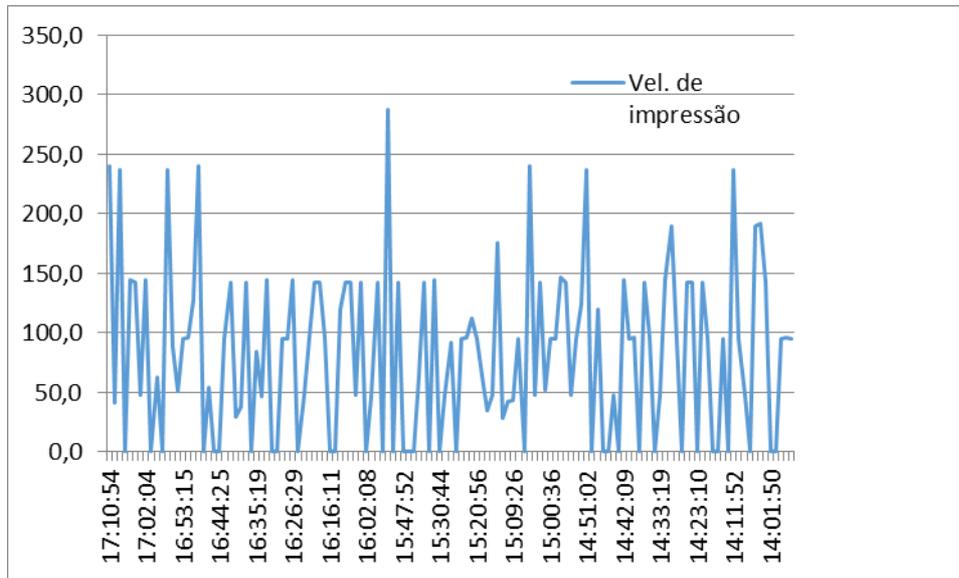
Fonte: Planilha de dados coletados

Para encontrar o gráfico que determina o desempenho das variáveis, criou-se uma coluna chamada pulso/hora, que calcula a quantidade de pulsos por hora do experimento. Ela foi calculada pela diferença do consumo de uma medição para a outra dividida pela diferença do tempo das medições. Em seguida encontrou-se o índice de velocidade média de cada um dos experimentos realizados, utilizando apenas as velocidades em que o equipamento estava operando.

Dessa forma, utilizando o experimento sem nenhuma parada inesperada como referência, pode-se afirmar que este é o que possui 100% de eficiência. Com isso, descobriu-se a eficiência de cada um dos experimentos. O resultado de velocidade média do primeiro experimento foi de 81,40 pulso/h, do segundo 79,22 pulso/h e do terceiro experimento foi de 74,71 pulso/h. Com essas informações, encontrou-se a eficiência de cada um, que foi de 97% no segundo experimento e de 91% no terceiro experimento. Nestes dois últimos foi simulado um aumento de 5% e 10% na velocidade, respectivamente, e por isso se obteve as paradas inesperadas. Esse aumento na velocidade causou uma redução na velocidade média (de acordo com o tempo), por conta das falhas na produção. Portanto, pode-se afirmar que com o aumento de 5% na velocidade de impressão, houve uma redução de 3% no rendimento do equipamento, e com o aumento de 10% na velocidade instantânea, houve uma redução de 9% em sua eficiência.

Esses dados serão utilizados para se encontrar o comportamento da velocidade de impressão em função do tempo de produção, que será utilizada no algoritmo que encontra o ponto ótimo de utilização da máquina. O gráfico de velocidade do experimento sem falhas está localizado na Figura 18. A linha de tendência mostra o comportamento da velocidade conforme o tempo.

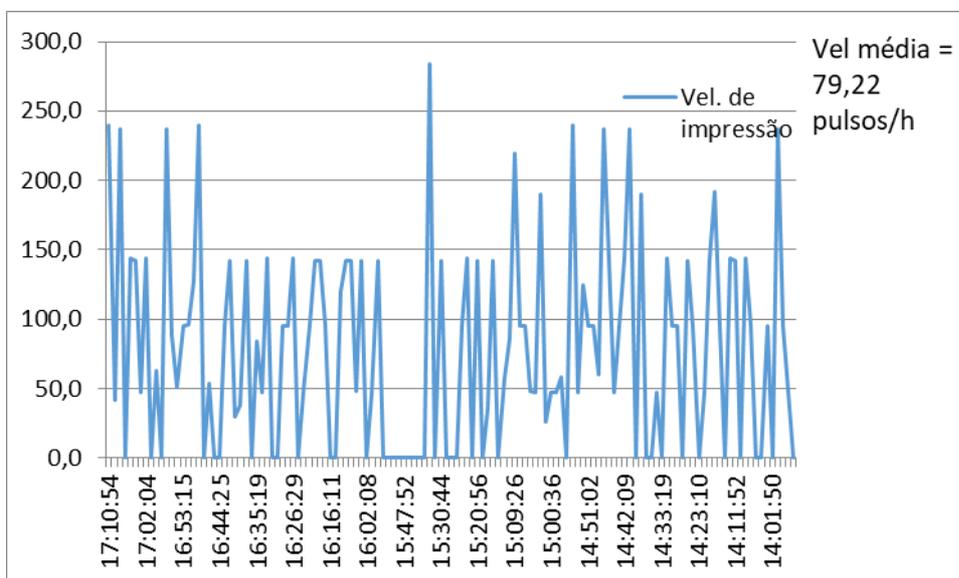
Figura 18 – Velocidade de impressão sem parada



Fonte: Planilha de dados gerados através de medições no experimento

Já a gráfico do segundo experimento está localizado na Figura 19.

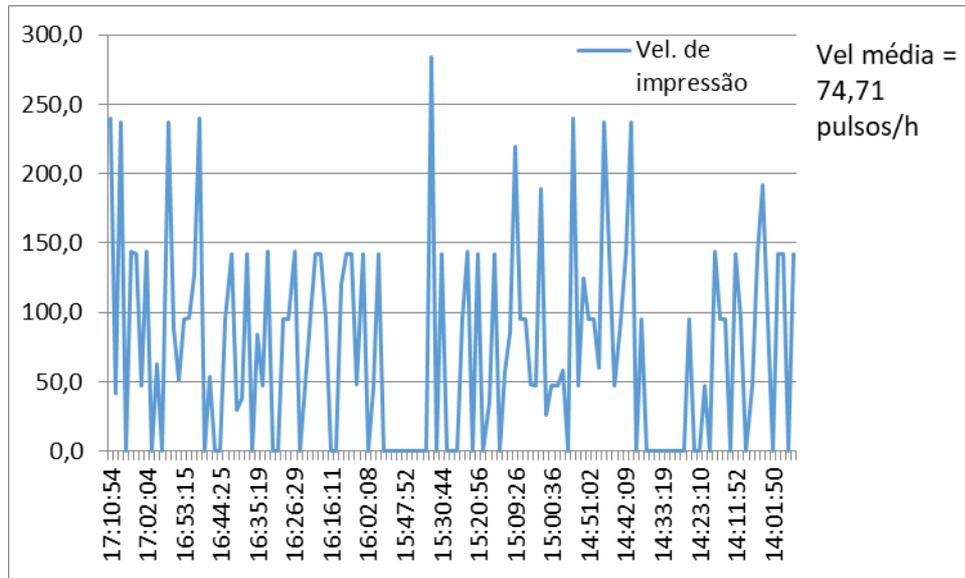
Figura 19 – Velocidade de impressão com uma parada



FRONTE: Planilha de dados gerados através de medições no experimento

E o gráfico do terceiro experimento está localizado na Figura 20.

Figura 20 – Velocidade de impressão com duas paradas



Fonte: Planilha de dados gerados através de medições no experimento

Estes três gráficos mostram a velocidade instantânea de cada pulso contabilizado pelo sensor. Com ele consegue-se ver a variação da velocidade por hora. Observando estas três figuras é possível verificar que conforme acontece alguma parada inesperada, a velocidade média de impressão diminui.

#### 4.2 TAKT TIME

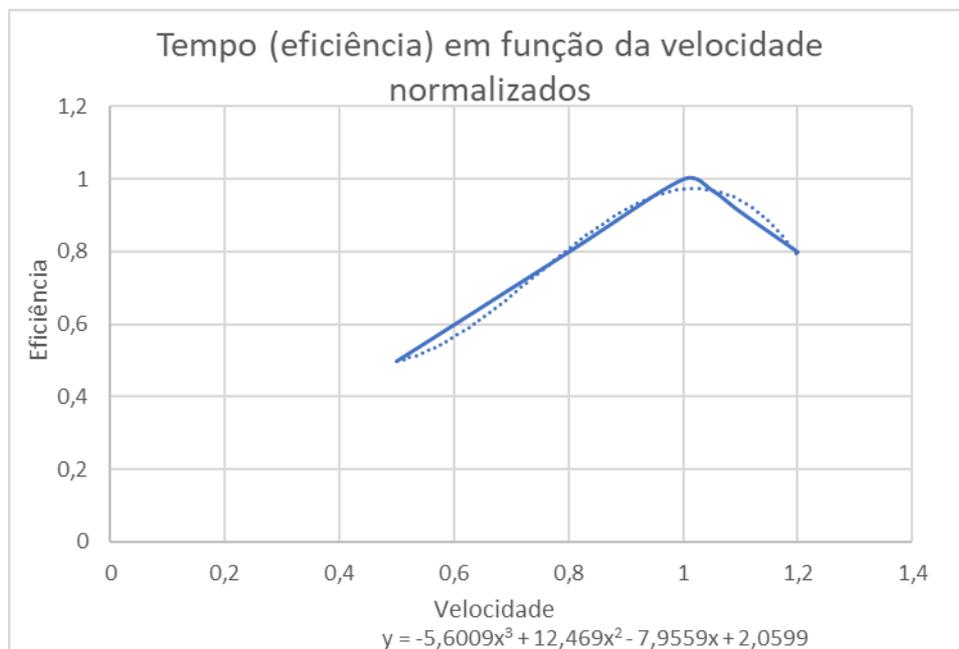
Com as simulações geradas e os dados coletados, consegue-se calcular qual o tempo de produção da primeira peça da Impressora 3D do IMT. Este, chamado *Takt Time*, é o tempo total da primeira peça, que é calculado pelo tempo total de produção mostrado anteriormente, sendo este o ritmo da sua produção (ROTHER, M. e SHOOK, J, 1998). O motivo interessante de se calcular esse tempo é que quanto menor o tempo parada, menor será o *Takt Time*, aumentando assim a confiabilidade e a produtividade do equipamento em questão. O *Takt Time* desse estudo foi de: 03:56:58, sendo este o mesmo tempo de *ok* (sem paradas). Pode-se observar que o tempo de produção das simulações onde se obteve falhas é maior, sendo o com uma parada de 03:58:12 e o com duas paradas de 04:01:59. O cálculo foi feito através dos gráficos do Item 3.6.3 que mostram o tempo de produção do experimento sem paradas e do experimento com uma para. Pode-se calcular, então, o tempo que levou para se produzir uma peça no experimento sem parada, e observar que o tempo com uma parada é maior. Esses valores de tempo de produção

para cada experimento estão representados na Figura 17 demonstrada anteriormente. O cálculo do tempo de produção foi feito através do fluxograma apresentado na Figura 6.

### 4.3 FUNÇÃO VELOCIDADE DE IMPRESSÃO

Para se encontrar o gráfico da variação da velocidade conforme o tempo de produção utilizou-se das velocidades médias calculadas anteriormente para cada experimento e de suas eficiências. Normalizando a velocidade do experimento que obteve eficiência de 100% como 1, pode-se fazer uma relação entre os experimentos. Com o aumento de 5% na velocidade (sendo ela considerada o número de 1,05), sabe-se que sua eficiência é de 0,97. Já com o aumento de 10% na velocidade (considerada o número de 1,10), sabe-se que possui uma eficiência de 0,91. Assumindo que quando a velocidade é menor do que a velocidade ideal (sem paradas) a eficiência é proporcionalmente menor também, e que quando se aumenta 20% da velocidade, a eficiência desta volta a ser proporcionalmente menor, se traçou o gráfico no Excel para encontrar o comportamento da variável em função do tempo de produção. O gráfico está localizado na Figura 21.

Figura 21 – Função velocidade por gramas



Fonte: Planilha de dados gerados

A fórmula encontrada é:

$$y = -5,6009*x^3 + 12,469*x^2 - 7,9559*x + 2,0599 \quad (4)$$

Analisando os resultados, consegue-se verificar que se aumenta o tempo de parada mesmo aumentando a velocidade da impressora 3D. Isso acontece pela deficiência da cabeça de impressão que não consegue aquecer o filamento adequadamente. O algoritmo, que será explicado no item 4.5, consegue detectar que estamos saindo da região ótima.

Para se encontrar o ponto ótimo de utilização é necessário encontrar o menor custo de produção conforme a melhor velocidade de impressão. Para otimização da velocidade de impressão é necessário utilizar conceitos de cálculo diferencial, encontrando a reta tangente do ponto máximo que possui inclinação igual à zero, ou seja, o ponto em que a derivada da função possui valor nulo, também conhecido como mínimo global. O *MatLab* possui uma função em sua biblioteca que realiza o cálculo dos mínimos e máximos globais de uma equação, essa função será tratada no algoritmo que estará no item 4.5.

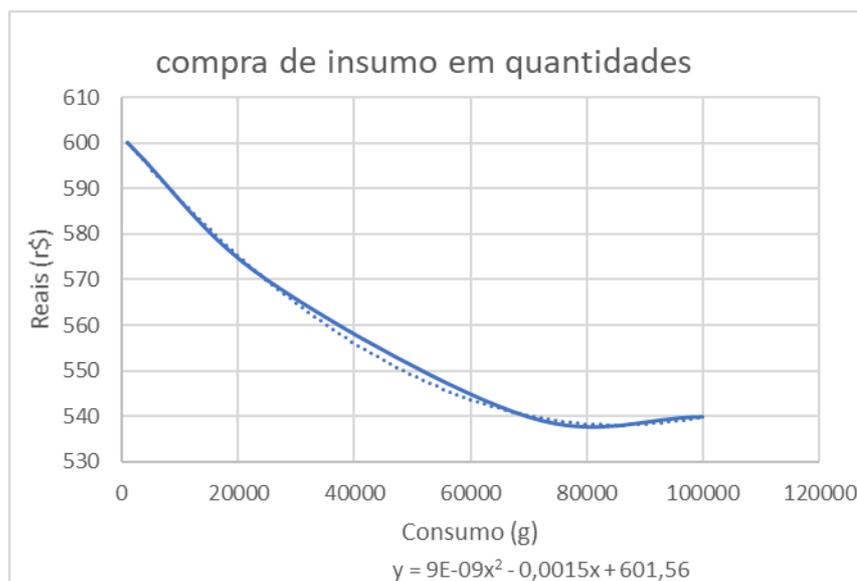
#### 4.4 FUNÇÃO CUSTO DE PRODUÇÃO

A função custo de produção leva em consideração diversas variáveis que são necessárias para se encontrar qual o custo de se operar uma Impressora 3D e imprimir a peça que utilizamos como experimento para o estudo em questão.

##### 4.4.1 Custo de compra do insumo

O primeiro custo a ser estudado é o de compra do insumo em quantidades. Utilizou como base pesquisas feitas na internet sobre preços de cada rolo de filamento, que contem 1kg. Por isso, utilizou-se um orçamento de R\$600,00/rolo para compra de apenas um rolo, R\$570,00/rolo para compra 25 rolos (25kg), R\$540,00/rolo para compra 70 rolos (70kg) e os mesmos R\$540,00/rolo para compra 100 rolos (100kg), assumindo que acima de 70 rolos o preço da grama é o mesmo. Com isso, encontrou-se o gráfico da Figura 22:

Figura 22 – Custo de compra de insumo por quantidade de gramas do pedido de compras



Fonte: Planilha de dados gerados

Este gráfico mostra o comportamento do preço de compra de material pela quantidade em gramas de filamento. Essa diferença de preço conforme a quantidade de gramas compradas é relacionada com as vendas em atacado, pois quanto mais gramas são compradas de uma só vez, o preço por grama cai. Encontrou-se a linha de tendência do gráfico, de comportamento polinomial de segundo grau, que mostrou a função:

$$y = 9E-09*x^2 - 0,0015*x + 601,56 \quad (5)$$

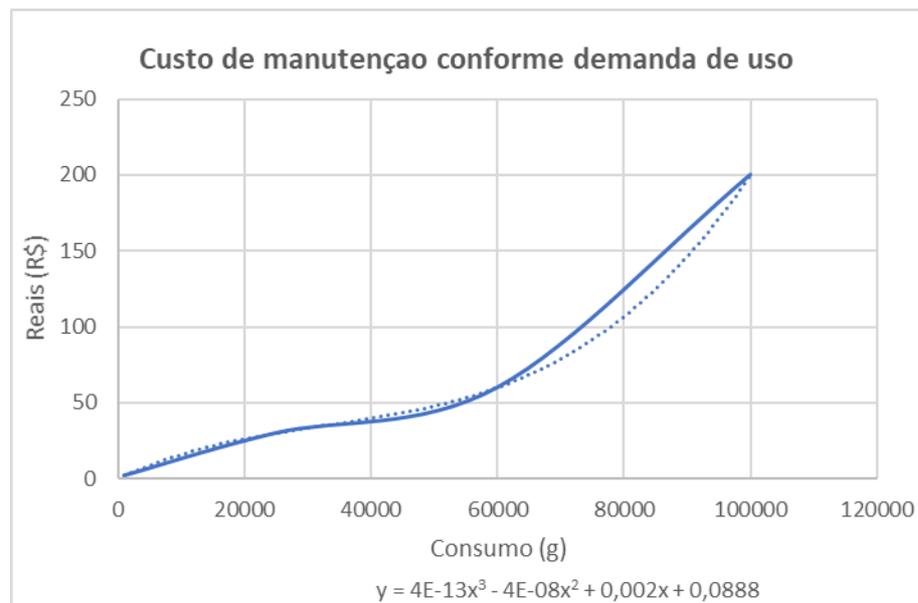
#### 4.4.2 Custo de manutenção conforme demanda

A segunda parte que compõe o custo é o custo de manutenção conforme demanda de uso. Para encontrar o gráfico do comportamento dessa variável utilizou da mesma pesquisa que o custo de compra anterior, e encontrou-se que para um rolo de 1kg o custo de manutenção é de R\$2,00. Caso fosse considerado que o preço por manutenção não variasse de acordo com a quantidade de rolos, o valor para 25 rolos seria R\$50,00, para 60 rolos seria R\$120,00 e para 100 rolos será R\$200,00. Entretanto, quando se tem maior quantidade de rolos para se realizar a manutenção, o custo por grama fica mais barato. Por isso, para 25 rolos (que possuem 25kg no total) o custo de manutenção é de R\$30,00 total, para 60 rolos (60kg), o custo é de R\$60,00 total e para 100 rolos (100kg) o custo de manutenção é de R\$200,00 total, ou seja, não há mais desconto conforme quantidade. Assim, encontrou-se o gráfico que está localizado na Figura 23, com a

linha de tendência do comportamento das variáveis, polinomial de grau 2, que mostrou a fórmula:

$$y = 4E-13*x^3 - 4E-08*x^2 + 0,002*x + 0,0888 \quad (6)$$

Figura 23 – Custo de manutenção conforme quantidade em gramas



Fonte: Planilha de dados gerados

Este gráfico mostra o comportamento do custo de manutenção variando de acordo com a quantidade de gramas que serão realizadas as manutenções. Seguindo a mesma lógica do custo de compra de insumo, o custo de manutenção também varia de acordo com a quantidade de insumos que serão utilizados na manutenção.

#### 4.4.3 Custo em função da demanda

Com isso, para calcular qual o custo em função da quantidade de gramas que se utiliza para a impressão, se multiplicou o custo de compra de insumo por 0,1, pois se assumiu que se utilizou 10% da quantidade de gramas que foi comprada.

#### 4.4.4 Custo fixo em função do tempo

A função custo de produção fixo leva em consideração diversas variáveis que não se alteram conforme o consumo em gramas, mas sim conforme o tempo de produção. Elas são necessárias para se encontrar qual o custo de se operar uma Impressora 3D e imprimir a peça que utilizou como experimento para o estudo em questão. Com isso, encontrou-se qual o valor de compra

de uma Impressora 3D Cube, e o valor encontrado foi de R\$5.000,00 aproximadamente. Considerou-se que a Impressora 3D possui uma vida útil de 5 anos, por isso encontrou o valor que ela representa em hora, sendo este R\$0,1736/hora. Dessa forma, foi adotado o valor de R\$1.500,00 para o salário mensal do operador da máquina, e considerou-se apenas um operador por máquina. Sabe-se que o mês tem 480 horas, por isso o salário por hora do operador é de R\$3,125/hora. Além disso, levou em consideração um valor de R\$2.500,00 mensais para os custos fixos (incluindo água, luz e aluguel). Esse valor representa um custo de aproximadamente R\$5,21 por hora. Com isso, encontrou-se a função genérica:

$$F_{\text{fixo}} = (\text{valor impressora 3d}/(\text{vida útil} * 5760) + (\text{salário operador}/480 * \text{qnt operadores}) + (\text{CF}/480) \quad (7)$$

Sendo o valor da impressora 3D como o preço de mercado dela, a vida útil da máquina, o salário do operador da impressora, a quantidade de operadores e o custo fixo, sendo considerado água, aluguel, luz e etc.

Ao adicionar os valores encontrados a partir de pesquisas no mercado atual encontrou-se a função:

$$F_{\text{fixo}}(t) = 0.57 * t \quad (8)$$

Todos os dados para o cálculo do custo de produção da Impressora 3D Cube foram encontrados realizando pesquisas no mercado atual.

#### 4.5 ENCONTRAR PONTO ÓTIMO

Para se encontrar os valores ótimos de consumo, velocidade de impressão e custo foi necessário criar um algoritmo de ponto ótimo. A ferramenta utilizada para criar o algoritmo foi o *MatLab*, para onde os dados da impressão foram exportados via sensores. Após a criação dos gráficos citados acima e da linha de tendência e encontrar as funções que serão maximizadas e minimizadas foi necessário escrever o algoritmo. O algoritmo está representado no Apêndice D.

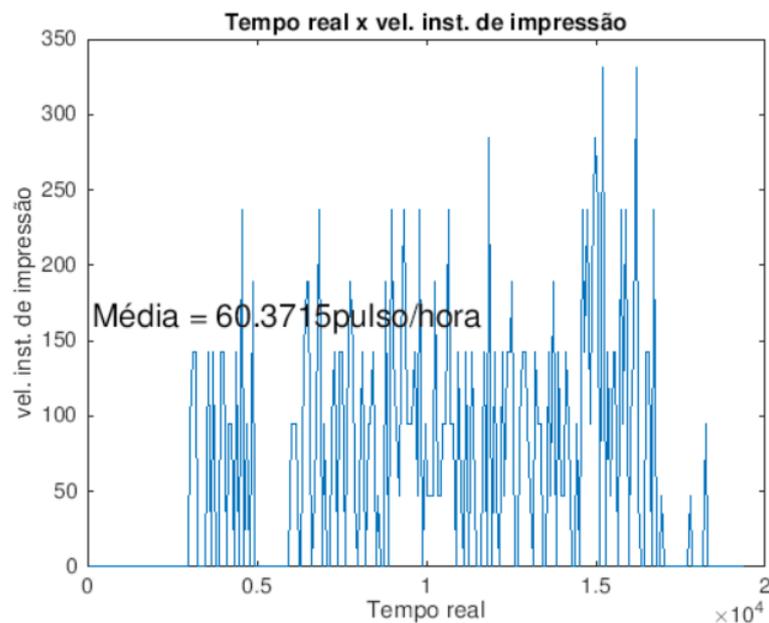
No algoritmo, em 'data', contém os pulsos captados do *SmartCampus*, porém no caso do estudo atual, para melhor entendimento do problema, inicialmente as funções foram determinadas em planilhas de Excel. Em uma próxima etapa do estudo essa conversão pode ser feita *online*. Apenas a função  $ft(t)$  deve ser modificada, caso a máquina apresente paradas inesperadas modificando assim seu rendimento.

Por facilidade de trabalhar *offline*, os dados *online* reais foram capturados e armazenados em variáveis, tais como número de pulso que foram captados ( $n$ ) e tempo decorrido acumulativo ( $t$ ). Por esse motivo, utilizou as matrizes que estão descritas no algoritmo.

A função fator de produção ( $ft(t)$ ), que representa a velocidade dinâmica da máquina, foi encontrada a partir dos experimentos realizados, no qual os dados de número de pulsos foram encontrados. No caso do estudo em questão, para poder rodar o algoritmo e simular, foi utilizada a função com os valores do experimento. Para se utilizar o algoritmo em modo *online*, deve-se utilizar a função genérica mencionada no algoritmo, sendo ela atualizada dinamicamente, encontrando os coeficientes da função.

O algoritmo encontra o mínimo do custo conforme demanda utilizada e o mínimo do custo conforme velocidade de impressão. Após encontrar as funções custo total, custo fixo e velocidade por hora, e utilizando os dados gerados e enviados via *LoRa* da impressão em tempo real, encontrou o valor da velocidade por hora de acordo com cada tempo da matriz medida no experimento. A seção do algoritmo iniciada por *figure (7)* será a representação gráfica da Figura 24, plotando essa velocidade por hora encontrada em função do tempo de produção (matriz  $t$ ), sendo o tempo real em função da velocidade instantânea de impressão.

Figura 24 – Velocidade instantânea de impressão



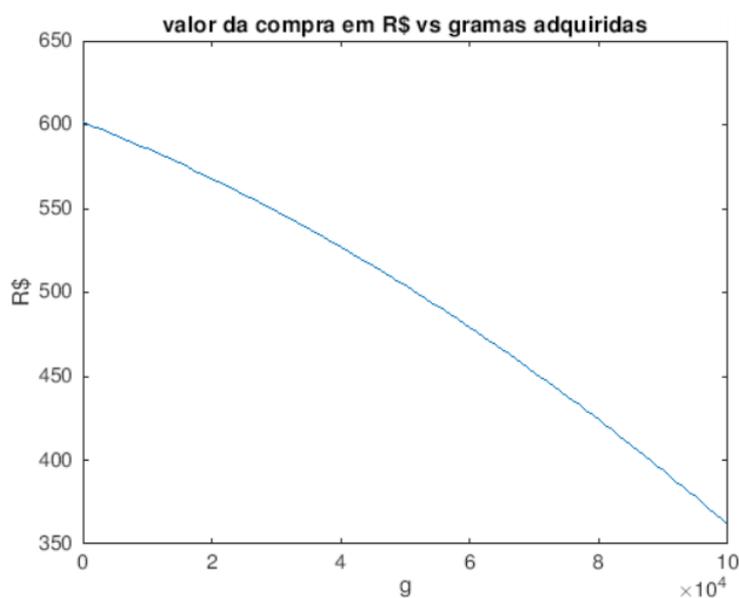
Fonte: Resultado do algoritmo no *MatLab*

Essa figura representa o número de pulsos por hora (velocidade por hora) de toda impressão do experimento que foi gerado na produção.

Para encontrar dinamicamente conforme os dados reais sejam enviados ao *MatLab*, encontrou-se a linha de tendência da captura desses dados de número de pulso e tempo de produção. Após isso, conforme mencionado anteriormente, utilizou a função já encontrada no Excel, porém em comentário está a função que será utilizada no modo *online*.

A seção iniciada por *figure (1)* do algoritmo plota o gráfico da função custo de insumo conforme tem seu consumo em gramas modificado. O algoritmo vai recebendo os dados do equipamento de tempos em tempos e alterando a função. Essa figura está representada pela Figura 25.

Figura 25 – Custo de compra de insumo conforme quantidade em gramas



Fonte: Resultado do algoritmo no *MatLab*

Este gráfico representa o comportamento do custo de compra de insumo conforme a quantidade de gramas que foram adquiridas. Esse gráfico mostra o mesmo comportamento da Figura 22, pois o algoritmo foi utilizado em modo *offline*. Quando for utilizado em modo *online* esse gráfico irá mostrar o comportamento do custo dependendo dos dados que forem imputados no algoritmo, que varia conforme a produção.

A seção instituída por *figure (2)* do algoritmo plota a função de custo de manutenção pelo consumo em grama, que substitui os valores de consumo da impressora na função custo de manutenção. Essa figura está representada pela Figura 26.

Figura 26 – Custo de manutenção conforme quantidade em gramas

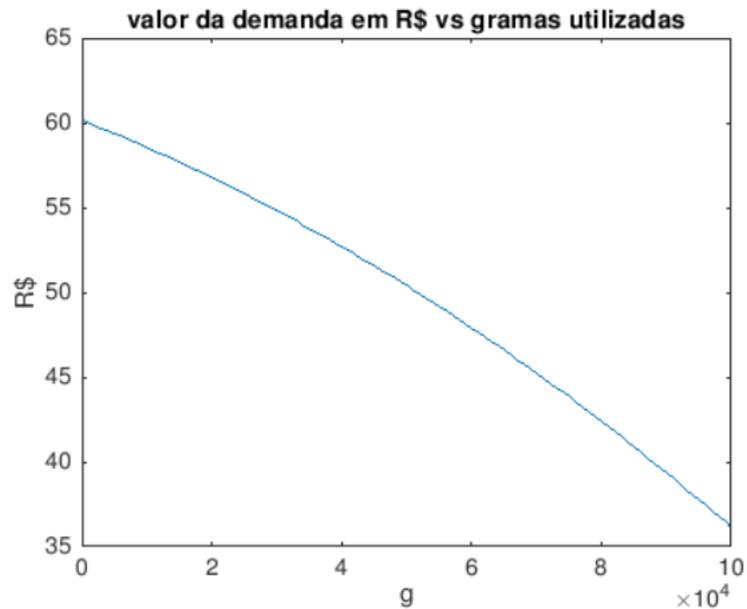


Fonte: Resultado do algoritmo no *MatLab*

Esta figura representa o custo de manutenção pela quantidade em gramas que serão utilizadas. Este gráfico também foi gerado em modo *offline* no algoritmo, por isso que dependendo da produção em que o algoritmo for utilizado esta figura terá um comportamento diferente.

O gráfico do custo por demanda que varia de acordo com quantidade de insumo comprada que se irá utilizar está instituído na seção *figure (3)* do algoritmo. O valor de 0,1 multiplicado pelo custo de insumo é um valor assumido arbitrariamente, porém a função mostra que o custo da demanda será modificado conforme o custo de insumo, pois a demanda de produção depende do quanto de material que foi comprado. Esse valor foi multiplicado, pois assumiu que se utilizou 10% desse custo da compra. Esse valor será variado conforme a utilização de insumos da fábrica. Essa figura está representada pela Figura 27.

Figura 27 – Custo da demanda

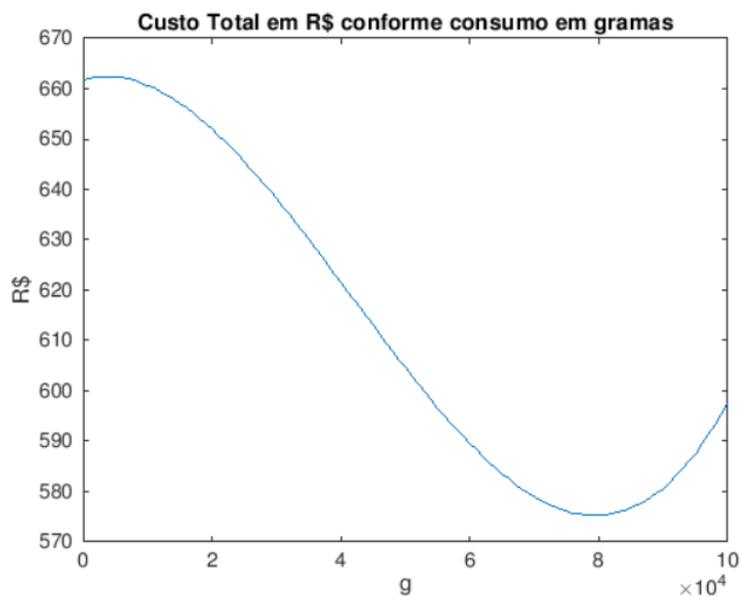


Fonte: Resultado do algoritmo no *MatLab*

Esta figura representa a quantidade de insumos que foram utilizados na produção, e terá um comportamento diferente dependendo da quantidade que for consumida na fábrica em que o algoritmo estiver sendo utilizado.

A seção iniciada por *figure (4)* do algoritmo, representada pela Figura 28, somou-se esses três custos, resultando no custo total por grama.

Figura 28 – Custo total

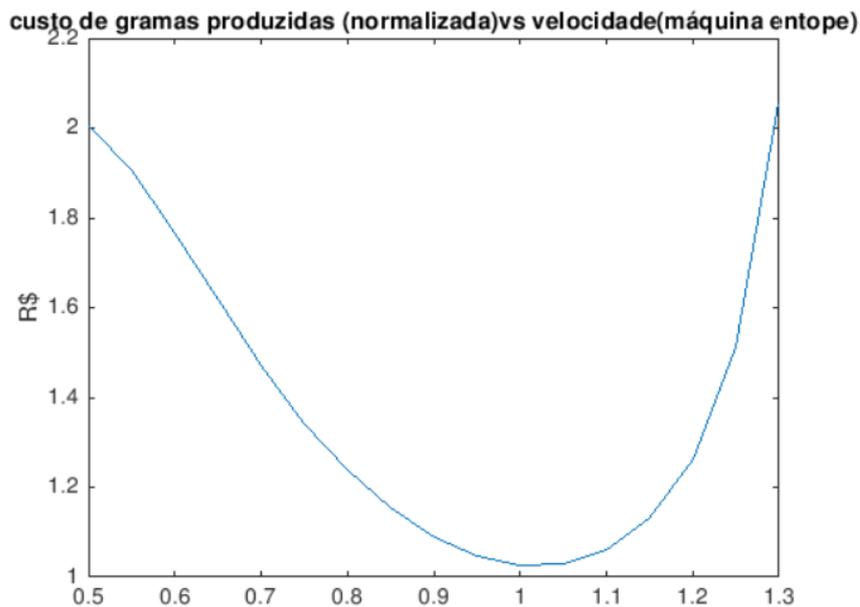


Fonte: Resultado do algoritmo no *MatLab*

Esse gráfico representa a quantidade total utilizada na produção variando conforme a utilização em gramas para a impressão. Esse pode variar de acordo com o comportamento das outras funções, que se altera de acordo com a produção.

Após isso, a seção iniciada por *figure (5)* do algoritmo que representa o custo de produção em gramas pela velocidade normalizada. A velocidade gerada no experimento foi normalizada para o valor 1 apenas para ajustar o valor para uma escala comum. Esse gráfico está evidenciado pela Figura 29.

Figura 29 – Custo de produção pela velocidade



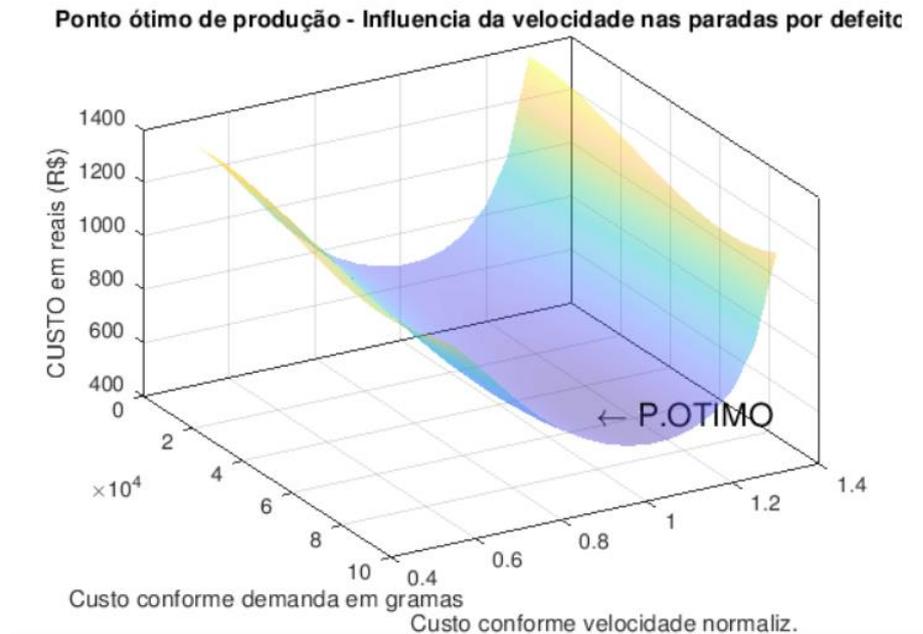
Fonte: Resultado do algoritmo no *MatLab*

No gráfico pode-se observar que quanto maior ou menor a velocidade de acordo com a velocidade ideal (que tem o valor de 1 quando normalizada), maior o custo de produção. Pode-se ver que o aumento de 5% e 10% na velocidade gera um aumento no custo de produção, por conta da parada inesperada que se obteve com este aumento.

Dessa forma, codificou-se a seção iniciada por *figure (6)* do algoritmo, representada pela Figura 30, utilizando os vetores de  $n$  (número de pulso) e  $vph$  (velocidade por hora), a função custo total e o custo em função da velocidade da máquina (fator de produção). Para se encontrar este custo foi utilizado o inverso da função velocidade pelo custo. Com isso, criou-se a superfície

com as três variáveis (custo total hora, custo conforme a demanda e custo conforme a velocidade).

Figura 30 – Ponto ótimo de produção



Fonte: Resultado do algoritmo no *MatLab*

Essa superfície é utilizada para encontrar o ponto ótimo de utilização do equipamento. Esse ponto é o mínimo da função custo conforme velocidade e o mínimo do custo conforme a demanda utilizada. Assim é possível encontrar o valor mínimo do custo em reais. Por este ponto é possível verificar qual a velocidade ideal que se deve trabalhar na produção. No caso do estudo a velocidade ideal é o valor 1 normalizado, que é o experimento que foi gerado no qual não há paradas inesperadas. Conforme os dados do algoritmo alterarem, a velocidade ideal pode mudar, sendo ela a velocidade que gera menor custo para a empresa. O algoritmo consegue detectar que não se está mais na região ótima conforme a velocidade for aumentada, com uma eficiência menor do que a ideal.

Todos os resultados do algoritmo foram encontrados a partir dos dados da impressora 3D, porque o algoritmo foi rodado em modo *offline* para se encontrar os resultados. Utilizando em modo *online* será possível imputar os dados de qualquer equipamento que utilizará do algoritmo e assim o resultado será variado.

O resultado do algoritmo está abaixo, sendo ele modificado conforme alteração de qualquer coeficiente encontrado anteriormente. Ele foi encontrado pela extrapolação das funções de

custo e de velocidade citadas anteriormente, e assumindo os valores que foram encontrados com as pesquisas feitas.

Menor Custo = 591,21, com Velocidade = 1 (normalizada) e um Custo de demanda = 79000.

#### 4.6 SMARTCAMPUS

O *SmartCampus* foi o ambiente escolhido para o acompanhamento em tempo real dos dados coletados pelos sensores. Ele, como já mencionado no Item 2, é um ambiente que tem como objetivo o projeto de um campus inteligente. Isso se dá pelo fato de o *SmartCampus* ser uma plataforma *online* onde consegue-se visualizar as variáveis encontradas em tempo real. Nele é possível criar painéis que exibem os dados coletados pelas placas de captura *LoRa* de acordo com a necessidade do respectivo problema. Os sensores se conectam com uma antena inteligente central (*Gateway*) e transmitem os dados coletados em tempo real, criptografados, tendo um baixo consumo de energia e alto alcance de sinal. Esta antena, por sua vez, envia os dados para uma nuvem onde todas as informações são armazenadas e compiladas, podendo até executar alguns comandos específicos. Neste caso, foram exibidos os resultados do algoritmo, dados de temperatura e consumo em tempo real, bateria dos sensores e taxa de atualização dos dados, conforme Figura 31.

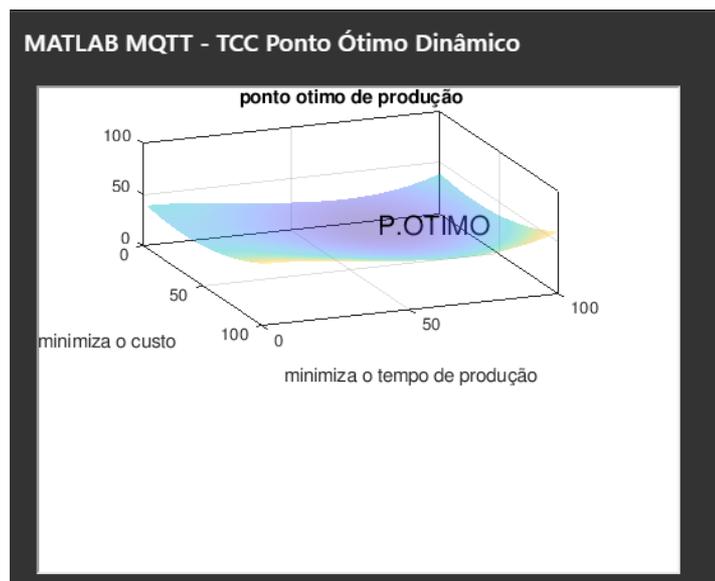
Figura 31 – Painel de dados do *SmartCampus*



Fonte: *SmartCampus* (2018)

Além disso, é possível visualizar neste ambiente os gráficos das funções para assim monitorar as variáveis necessárias para se realizar o estudo. Um exemplo está na Figura 32, que mostra o gráfico do comportamento de uma função de tempo de produção e uma função custo. Essa figura é apenas um exemplo de como poderá ser visualizado os dados dentro do ambiente *SmartCampus*, porém o gráfico que mostra exatamente o ponto ótimo considerando todas as variações do estudo de caso em questão está localizada na Figura 30 mencionada anteriormente. Este ambiente consegue mostrar qualquer variação do que for programado no *MatLab*, e por isso caso o custo do material, por exemplo, se altere, automaticamente será atualizado no *SmartCampus* o novo comportamento das variáveis e será possível verificar com qual velocidade se deve trabalhar para gerar o menor custo para a fábrica.

Figura 32 – Exemplo painel *SmartCampus*



Fonte: *SmartCampus* (2018)

O monitoramento em tempo real é uma das principais características da Indústria 4.0, permitindo um acompanhamento da produção à longa distância e a criação de uma grande base de dados, algo importantíssimo para aumentar a assertividade do algoritmo uma vez que, por se tratar de um algoritmo dinâmico, ele mudará conforme a quantidade de dados coletados se altera.

#### 4.7 MONITORAMENTO DO FUNCIONAMENTO DA MÁQUINA

A impressora 3D é uma máquina que possui uma característica peculiar, porque ela não necessita de um operador constante, isto é, a partir do momento que ela é programada para imprimir uma determinada peça (que fora projetada em um *software* compatível com a máquina, *SolidWorks* por exemplo) ela fica horas operando sem a necessidade de um operador acompanhar de perto o processo produtivo. É muito comum a máquina ser programada para imprimir no final do expediente para que a peça esteja pronta para sua finalidade no início do próximo expediente. Nestes casos, uma eventual falha no processo produtivo, como por exemplo o entupimento do bico extrusor, atrapalharia todo processo. Com os sensores instalados na máquina e o acompanhamento em tempo real do consumo e temperatura do bico, é possível determinar se houve ou não alguma interrupção no processo, pois o consumo é exibido de forma acumulativa no painel do *SmartCampus*, e uma vez que o consumo pare de aumentar e a temperatura permaneça elevada (acima de 150 graus Celsius) é possível identificar que o material não está mais sendo consumido, caracterizando alguma falha e consecutivamente uma parada inesperada.

## 5. CONCLUSÃO

O desenvolvimento deste estudo evidenciou, primeiramente, a importância da obtenção do ponto ótimo de utilização de um equipamento, utilizando a Impressora 3D do Instituto Mauá de Tecnologia como exemplo. As sucessivas paradas de máquinas durante a produção geram custos indesejados, além de diminuir significativamente a produtividade do equipamento.

Com a possibilidade de colher às informações da Impressora 3D em tempo real, conseguiu-se avaliar estes dados e assim formular a função do custo para se encontrar o menor custo de produção.

Com a redução do custo, a empresa conseguirá obter maior lucro com a produção. Tratando as funções de custo e de velocidade de impressão encontrada a partir dos valores coletados no experimento, encontrou-se o ponto ótimo de utilização dinâmico da máquina através do algoritmo realizado no *MatLab*, evidenciando sua melhor produtividade.

Para que se tenha a melhor produtividade, o equipamento deve realizar a impressão com o menor custo e menos paradas. Esse valor de custo ótimo foi encontrado minimizando a função custo conforme velocidade e a função custo conforme demanda. Para isso, consegue-se encontrar o menor custo e a velocidade otimizada para que se tenha a melhor produtividade e a melhor utilização da máquina, sem que tenha qualquer tipo de parada inesperada que prejudique o funcionamento do equipamento. A melhor produtividade atingida pode, quando extrapolada para o setor industrial privado, elevar a competitividade das empresas, diminuindo seus custos diretos e indiretos de manutenção e elevando seus lucros.

Como o algoritmo criado pode ser utilizado em qualquer equipamento, e pode ser utilizado para monitorar a situação e corrigi-la ao longo do tempo, pode-se dizer que se está caminhando para integração com a Indústria 4.0. O estudo promoveu a sensorização, medição e a criação da solução para o problema.

## REFERÊNCIAS

AMBLER, Scott. **Quality in an agile world**. Software Quality Professional, v. 7, n. 4, p. 34, 2005.

ANDERSON, Chris. **Makers: a nova revolução industrial**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

ANDRADE, Maria Margarida. **A pesquisa científica. Como preparar trabalhos para cursos de pós-graduação: noções práticas**. São Paulo, 1997.

BARROS, A. J. S.; LEHFELD, N. A. S. **A Pesquisa Científica: a coleta de dados. Fundamentos de metodologia científica: um guia para iniciação científica**, v. 2, p. 89-100, 2000.

BADÍA, F.G. et al. **Optimal inspection and preventive maintenance of units with revealed and unrevealed failures**. ReliabilityEngineering System Safety, London, 78, pp. 157-163, 2002.

BERTO, R. M.V. S., NAKANO, D. N. **A Produção Científica nos Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção: Um Levantamento de Métodos e Tipos de Pesquisa**. Produção vol.9 n°.2 São Paulo 1999.

BERTOLOTTI, T. **Troca Rápida - Aumento de eficácia através da melhoria da etapa de preparação de máquinas**. 2000.

BLACK, J. T. **O projeto da fábrica com futuro**. Porto Alegre: Bookman, 1998

BOUCHARA, Jacques C.; ZANETIC, VERA LUCIA CARRARA; HELLMEISTER, Ana Catarina Pontone. **Cálculo integral avançado**. Edusp, 1996.

BRUYNE, P. et al. **Dinâmica da pesquisa em ciências sociais**. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1977.

CABRITA, G. **A manutenção na indústria automotiva**. São Paulo, pp. 20-26. 2002

CADGuru. **Como criar recursos em faces cilíndricas**. 2013

EVANS, Brian. **Practical 3D printers: The science and art of 3D printing**. Apress, 2012.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

LEAN INSTITUTE BRASIL. **Léxico Lean: glossário ilustrado para praticantes do pensamento lean**. 2003.

LEON3D. **Pasos para construir tu legio e imprimir con calidad professional**. 2018

LEONE, George S. Guerra. **Curso de Contabilidade de Custos**. 1.ed. São Paulo: Atlas, 1997.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia do trabalho científico: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório, publicações e trabalhos científicos**. 7. ed. São Paulo. 2011.

MARTINS, Eliseu. **Contabilidade de custos**. 10. ed. São Paulo: atlas, 2010.

MATH TECNICO. **Pontos de Sela**. 2017

MATTAR, F. N. **Pesquisa de marketing: edição compacta**. São Paulo: Atlas, 1996.

NEGÓCIOS DISRRUPTIVOS. **Como funciona uma impressora 3D**. 2018

ROMEIRO, A., TRIBOLI, E., MATTASOGLIO, O. **Identificação de categorias de trabalhos de graduação em um curso de engenharia**. In: Anais, do COBENGE. 2010. Fortaleza, CE.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 1. Ed., 1998.

SLACK, Nigel. CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON Robert. **Administração da Produção**. Tradução: Henrique Luiz Corrêa. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SOURIS, J.P. **Manutenção Industrial – custo ou benefício.** Trad. Elizabete Batista. Lisboa: Lidel, 1992

STEWART, James. **Cálculo**, volume I. 2006.

VOLLMANN, Thomas E., BERRY, William L. e WHYBARK, D. Clay. **Manufacturing planning and control systems.** 2. ed. Illinois: Irwin, 1988.

THOMAS, George B. et al. **Cálculo**, vol. 1. 10ª Editora: Prentice-Hall, 2002.

UPCRAFT, Steve; FLETCHER, Richard. **The rapid prototyping technologies.** Assembly Automation, v. 23, n. 4, p. 318-330, 2003.

3D Systems. **User guide Original Instructions.** 2015

## APÊNDICE

### APÊNDICE A – Experimento sem parada com valores adquiridos em tempo real

TIME	CONSUMO	TEMP	JOB?	INJETANDO?	DEFEITO?	TEMPO OK	T PARADO/DEF.	pulso/hora
19:43:27	362	26,5	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
19:42:12	362	26,5	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
19:40:56	362	26,6	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
19:39:40	362	26,6	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
19:38:25	362	26,6	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
19:37:09	362	26,6	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
19:35:53	362	26,6	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
19:34:38	362	26,6	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
19:33:22	362	26,6	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
19:32:06	362	26,6	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
19:30:51	362	26,6	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
19:29:35	362	26,6	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
19:28:20	362	26,6	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
19:27:04	362	26,6	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
19:25:48	362	26,6	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
19:24:33	362	26,6	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
19:23:17	362	26,7	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
19:22:01	362	26,7	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
19:20:46	362	26,7	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
19:19:30	362	26,7	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
19:18:14	362	26,7	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
19:16:59	362	26,7	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
19:15:43	362	26,7	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
19:14:27	362	26,8	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
19:13:12	362	26,8	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
19:11:56	362	26,8	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
19:10:40	362	26,8	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
19:09:25	362	26,9	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
19:08:09	362	26,9	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
19:06:53	362	27	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
19:05:38	362	27	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
19:04:22	362	27,1	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
19:03:07	362	27,1	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
19:01:51	362	27,2	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
19:00:35	362	27,2	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
18:59:20	362	27,3	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
18:58:04	362	27,3	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
18:56:48	362	27,4	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
18:55:33	362	27,4	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
18:54:17	362	27,5	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
18:53:01	362	27,6	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000

18:51:46	362	27,6	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
18:50:30	362	27,7	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
18:49:14	362	27,7	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
18:47:59	362	27,8	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
18:46:43	362	27,9	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
18:45:27	362	27,9	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
18:44:12	362	28	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
18:42:56	362	28,1	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
18:41:40	362	28,1	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
18:40:25	362	28,2	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
18:39:09	362	28,3	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
18:37:54	362	28,3	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
18:36:38	362	28,4	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
18:35:22	362	28,5	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
18:34:07	362	28,6	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
18:32:51	362	28,6	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
18:31:35	362	28,7	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
18:30:20	362	28,7	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
18:29:04	362	28,8	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
18:27:48	362	28,9	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
18:26:33	362	29	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
18:25:17	362	29	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
18:24:01	362	29,1	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
18:22:46	362	29,2	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
18:21:30	362	29,3	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
18:20:14	362	29,4	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
18:18:59	362	29,4	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
18:17:43	362	29,5	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
18:16:28	362	29,6	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
18:15:12	362	29,6	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
18:13:56	362	29,8	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
18:12:41	362	29,9	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
18:11:25	362	29,9	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
18:10:09	362	30	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
18:08:54	362	30,1	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
18:07:38	362	30,2	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
18:06:22	362	30,3	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
18:05:07	362	30,3	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
18:03:51	362	30,4	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
18:02:35	362	30,5	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
18:01:20	362	30,6	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
18:00:04	362	30,7	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
17:58:48	362	30,8	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
17:57:33	362	30,9	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
17:56:17	362	31	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
17:55:01	362	31,1	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000

17:53:46	362	31,2	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
17:52:30	362	31,3	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
17:51:14	362	31,4	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
17:49:59	362	31,5	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
17:48:43	362	31,6	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
17:47:28	362	31,8	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
17:46:12	362	31,9	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
17:44:56	362	32	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
17:43:41	362	32,1	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
17:42:25	362	32,3	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
17:41:09	362	32,4	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
17:39:54	362	32,5	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
17:38:38	362	32,6	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
17:37:22	362	32,7	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
17:36:07	362	32,8	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
17:34:51	362	33	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
17:33:35	362	33,1	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
17:32:20	362	33,3	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
17:31:04	362	33,4	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
17:29:48	362	33,5	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
17:28:33	362	33,6	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
17:27:17	362	33,8	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
17:26:01	362	33,9	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
17:24:46	362	34	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
17:23:30	362	34,2	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
17:22:15	362	34,3	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
17:20:59	362	34,5	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
17:19:43	362	34,6	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
17:18:28	362	34,8	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
17:17:12	362	35	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
17:15:56	362	35,1	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
17:14:41	362	35,2	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
17:13:25	362	35,4	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
17:12:09	362	35,5	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
17:10:54	362	35,7	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
17:09:38	362	35,9	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
17:08:22	362	36	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
17:07:07	362	36,2	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
17:05:51	362	36,3	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
17:04:35	362	36,5	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
17:03:20	362	36,6	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
17:02:04	362	36,8	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
17:00:48	362	36,9	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
16:59:33	362	37	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
16:58:17	362	37	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
16:57:01	362	37	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000

16:55:46	362	36,9	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
16:54:30	362	36,6	STOPED	SIM	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
16:53:15	362	36,2	STOPED	SIM	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
16:51:59	362	36,9	STOPED	SIM	NORMAL	03:56:58	00:05:02	94,73684211
16:50:43	360	37,7	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
16:49:28	360	37,4	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
16:48:12	360	36,8	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
16:46:56	360	36,2	STOPED	SIM	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
16:45:41	360	35,1	STOPED	SIM	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
16:44:25	360	35	STOPED	SIM	NORMAL	03:56:58	00:05:02	39,13043478
16:42:53	359	35,6	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
16:41:38	359	36,3	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
16:40:22	359	36,8	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
16:39:06	359	38,4	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
16:37:51	359	40,1	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
16:36:35	359	40,6	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
16:35:19	359	42,1	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
16:34:04	359	45,7	STOPED	NÃO	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
16:32:48	359	50	STOPED	SIM	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
16:31:32	359	54,5	STOPED	SIM	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
16:30:17	359	62,1	STOPED	SIM	NORMAL	03:56:58	00:05:02	46,75324675
16:29:00	358	79,1	STOPED	SIM	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
16:27:44	358	139	STOPED	SIM	NORMAL	03:56:58	00:05:02	0,00000000
16:26:29	358	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	03:56:58	00:05:02	236,84210526
16:25:13	353	163,7	WORKING	SIM	NORMAL	03:55:42	00:05:02	0,00000000
16:23:57	353	163,7	WORKING	SIM	NORMAL	03:54:26	00:05:02	144,00000000
16:22:42	350	162,9	WORKING	SIM	NORMAL	03:53:11	00:05:02	65,85365854
16:19:58	347	163,7	WORKING	SIM	NORMAL	03:50:27	00:05:02	0,00000000
16:18:42	347	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	03:49:11	00:05:02	0,00000000
16:17:26	347	163,7	WORKING	SIM	NORMAL	03:47:55	00:05:02	48,00000000
16:16:11	346	163,7	WORKING	SIM	NORMAL	03:46:40	00:05:02	181,29496403
16:13:52	339	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	03:44:21	00:05:02	47,57709251
16:10:05	336	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	03:40:34	00:05:02	94,73684211
16:08:49	334	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	03:39:18	00:05:02	0,00000000
16:07:33	334	163,7	WORKING	SIM	NORMAL	03:38:02	00:05:02	240,00000000
16:06:18	329	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	03:36:47	00:05:02	41,37931034
16:03:24	327	163,7	WORKING	SIM	NORMAL	03:33:53	00:05:02	236,84210526
16:02:08	322	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	03:32:37	00:05:02	0,00000000
16:00:52	322	163,7	WORKING	SIM	NORMAL	03:31:21	00:05:02	144,00000000
15:59:37	319	163,7	WORKING	SIM	NORMAL	03:30:06	00:05:02	142,10526316
15:58:21	316	163,7	WORKING	SIM	NORMAL	03:28:50	00:05:02	47,36842105
15:57:05	315	163,7	WORKING	SIM	NORMAL	03:27:34	00:05:02	144,00000000
15:55:50	312	163,7	WORKING	SIM	NORMAL	03:26:19	00:05:02	0,00000000
15:54:34	312	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	03:25:03	00:05:02	62,68656716
15:47:52	305	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	03:18:21	00:05:02	0,00000000
15:46:37	305	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	03:17:06	00:05:02	236,84210526

15:45:21	300	163,7	WORKING	SIM	NORMAL	03:15:50	00:05:02	88,52459016
15:41:17	294	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	03:11:46	00:05:02	50,52631579
15:36:32	290	163,7	WORKING	SIM	NORMAL	03:07:01	00:05:02	94,73684211
15:35:16	288	163,7	WORKING	SIM	NORMAL	03:05:45	00:05:02	96,25668449
15:32:09	283	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	03:02:38	00:05:02	127,05882353
15:30:44	280	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	03:01:13	00:05:02	240,00000000
15:29:29	275	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	02:59:58	00:05:02	0,00000000
15:28:13	275	163,7	WORKING	SIM	NORMAL	02:58:42	00:05:02	53,73134328
15:25:59	273	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	02:56:28	00:05:02	0,00000000
15:24:43	273	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	02:55:12	00:05:02	0,00000000
15:23:28	273	163,7	WORKING	SIM	NORMAL	02:53:57	00:05:02	94,73684211
15:22:12	271	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	02:52:41	00:05:02	142,10526316
15:20:56	268	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	02:51:25	00:05:02	29,75206612
15:18:55	267	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	02:49:24	00:05:02	38,29787234
15:17:21	266	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	02:47:50	00:05:02	142,10526316
15:16:05	263	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	02:46:34	00:05:02	0,00000000
15:14:49	263	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	02:45:18	00:05:02	84,21052632
15:11:58	259	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	02:42:27	00:05:02	46,75324675
15:10:41	258	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	02:41:10	00:05:02	144,00000000
15:09:26	255	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	02:39:55	00:05:02	0,00000000
15:08:10	255	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	02:38:39	00:05:02	0,00000000
15:06:55	255	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	02:37:24	00:05:02	94,73684211
15:05:39	253	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	02:36:08	00:05:02	94,73684211
15:04:23	251	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	02:34:52	00:05:02	144,00000000
15:03:08	248	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	02:33:37	00:05:02	0,00000000
15:01:52	248	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	02:32:21	00:05:02	47,36842105
15:00:36	247	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	02:31:05	00:05:02	96,00000000
14:59:21	245	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	02:29:50	00:05:02	142,10526316
14:58:05	242	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	02:28:34	00:05:02	142,10526316
14:56:49	239	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	02:27:18	00:05:02	96,00000000
14:55:34	237	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	02:26:03	00:05:02	0,00000000
14:54:18	237	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	02:24:47	00:05:02	0,00000000
14:53:02	237	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	02:23:31	00:05:02	120,00000000
14:51:02	233	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	02:21:31	00:05:02	142,10526316
14:49:46	230	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	02:20:15	00:05:02	142,10526316
14:48:30	227	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	02:18:59	00:05:02	48,00000000
14:47:15	226	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	02:17:44	00:05:02	142,10526316
14:45:59	223	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	02:16:28	00:05:02	0,00000000
14:44:43	223	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	02:15:12	00:05:02	46,15384615
14:43:25	222	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	02:13:54	00:05:02	142,10526316
14:42:09	219	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	02:12:38	00:05:02	0,00000000
14:40:53	219	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	02:11:22	00:05:02	288,00000000
14:39:38	213	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	02:10:07	00:05:02	0,00000000
14:38:22	213	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	02:08:51	00:05:02	142,10526316
14:37:06	210	166,2	WORKING	NÃO	PROBLEMA	02:07:35	00:05:02	0,00000000
14:35:51	210	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	02:07:35	00:03:47	0,00000000

14:34:35	210	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	02:06:19	00:03:47	0,00000000
14:33:19	210	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	02:05:03	00:03:47	63,71681416
14:31:26	208	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	02:03:10	00:03:47	142,10526316
14:30:10	205	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	02:01:54	00:03:47	0,00000000
14:28:54	205	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	02:00:38	00:03:47	144,00000000
14:27:39	202	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	01:59:23	00:03:47	0,00000000
14:26:23	202	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:58:07	00:03:47	47,36842105
14:25:07	201	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:56:51	00:03:47	92,30769231
14:23:10	198	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	01:54:54	00:03:47	0,00000000
14:21:54	198	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	01:53:38	00:03:47	94,73684211
14:20:38	196	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	01:52:22	00:03:47	96,00000000
14:19:23	194	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:51:07	00:03:47	112,50000000
14:16:43	189	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:48:27	00:03:47	94,73684211
14:15:27	187	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:47:11	00:03:47	63,71681416
14:13:34	185	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:45:18	00:03:47	35,29411765
14:11:52	184	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	01:43:36	00:03:47	47,36842105
14:10:36	183	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:42:20	00:03:47	175,60975610
14:09:14	179	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:40:58	00:03:47	28,57142857
14:07:08	178	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:38:52	00:03:47	42,85714286
14:05:44	177	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:37:28	00:03:47	43,90243902
14:04:22	176	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:36:06	00:03:47	94,73684211
14:03:06	174	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:34:50	00:03:47	0,00000000
14:01:50	174	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:33:34	00:03:47	240,00000000
14:00:35	169	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:32:19	00:03:47	47,36842105
13:59:19	168	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	01:31:03	00:03:47	142,10526316
13:58:03	165	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:29:47	00:03:47	52,17391304
13:55:45	163	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	01:27:29	00:03:47	94,73684211
13:54:29	161	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:26:13	00:03:47	94,73684211
13:53:13	159	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	01:24:57	00:03:47	146,34146341
13:51:10	154	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	01:22:54	00:03:47	142,10526316
13:49:54	151	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:21:38	00:03:47	48,00000000
13:48:39	150	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:20:23	00:03:47	94,73684211
13:47:23	148	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	01:19:07	00:03:47	124,13793103
13:45:56	145	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:17:40	00:03:47	236,84210526
13:44:40	140	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	01:16:24	00:03:47	0,00000000
13:43:24	140	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:15:08	00:03:47	120,00000000
13:41:24	136	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	01:13:08	00:03:47	0,00000000
13:40:08	136	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:11:52	00:03:47	0,00000000
13:38:53	136	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:10:37	00:03:47	47,36842105
13:37:37	135	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:09:21	00:03:47	0,00000000
13:36:21	135	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	01:08:05	00:03:47	144,00000000
13:35:06	132	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	01:06:50	00:03:47	94,73684211
13:33:50	130	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	01:05:34	00:03:47	96,00000000
13:32:35	128	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	01:04:19	00:03:47	0,00000000
13:31:19	128	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:03:03	00:03:47	142,10526316
13:30:03	125	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	01:01:47	00:03:47	96,00000000

13:28:48	123	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	01:00:32	00:03:47	0,00000000
13:27:32	123	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	00:59:16	00:03:47	47,36842105
13:26:16	122	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	00:58:00	00:03:47	144,00000000
13:25:01	119	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	00:56:45	00:03:47	189,47368421
13:23:45	115	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	00:55:29	00:03:47	94,73684211
13:22:29	113	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	00:54:13	00:03:47	0,00000000
13:21:14	113	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	00:52:58	00:03:47	142,10526316
13:19:58	110	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	00:51:42	00:03:47	142,10526316
13:18:42	107	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	00:50:26	00:03:47	0,00000000
13:17:27	107	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	00:49:11	00:03:47	142,10526316
13:16:11	104	168	WORKING	SIM	NORMAL	00:47:55	00:03:47	94,73684211
13:14:55	102	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	00:46:39	00:03:47	0,00000000
13:13:40	102	168	WORKING	SIM	NORMAL	00:45:24	00:03:47	0,00000000
13:12:24	102	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	00:44:08	00:03:47	94,73684211
13:11:08	100	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	00:42:52	00:03:47	0,00000000
13:09:53	100	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	00:41:37	00:03:47	236,84210526
13:08:37	95	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	00:40:21	00:03:47	94,73684211
13:07:21	93	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	00:39:05	00:03:47	48,00000000
13:06:06	92	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	00:37:50	00:03:47	0,00000000
13:04:50	92	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	00:36:34	00:03:47	189,47368421
13:03:34	88	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	00:35:18	00:03:47	192,00000000
13:02:19	84	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	00:34:03	00:03:47	142,10526316
13:01:03	81	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	00:32:47	00:03:47	0,00000000
12:59:48	81	163,7	WORKING	SIM	NORMAL	00:31:32	00:03:47	0,00000000
12:58:32	81	162,9	WORKING	SIM	NORMAL	00:30:16	00:03:47	94,73684211
12:57:16	79	159,1	WORKING	SIM	NORMAL	00:29:00	00:03:47	96,00000000
12:56:01	77	158,4	WORKING	SIM	NORMAL	00:27:45	00:03:47	94,73684211
12:54:45	75	155,6	WORKING	NÃO	PROBLEMA	00:26:29	00:03:47	0,00000000
12:53:29	75	125,5	STOPED	NÃO	NORMAL	00:26:29	00:02:31	0,00000000
12:52:14	75	38,2	STOPED	NÃO	NORMAL	00:26:29	00:02:31	0,00000000
12:50:58	75	38,2	STOPED	NÃO	NORMAL	00:26:29	00:02:31	0,00000000
12:49:42	75	38,4	STOPED	NÃO	NORMAL	00:26:29	00:02:31	0,00000000
12:48:27	75	38,5	STOPED	NÃO	NORMAL	00:26:29	00:02:31	0,00000000
12:47:11	75	38,7	STOPED	NÃO	NORMAL	00:26:29	00:02:31	0,00000000
12:45:55	75	39	STOPED	NÃO	NORMAL	00:26:29	00:02:31	0,00000000
12:44:40	75	39,7	STOPED	NÃO	NORMAL	00:26:29	00:02:31	0,00000000
12:43:24	75	40,9	STOPED	NÃO	NORMAL	00:26:29	00:02:31	0,00000000
12:42:08	75	43	STOPED	NÃO	NORMAL	00:26:29	00:02:31	0,00000000
12:40:53	75	47,2	STOPED	NÃO	NORMAL	00:26:29	00:02:31	0,00000000
12:39:37	75	54,5	STOPED	SIM	NORMAL	00:26:29	00:02:31	0,00000000
12:38:21	75	69,7	STOPED	SIM	NORMAL	00:26:29	00:02:31	0,00000000
12:37:06	75	127	STOPED	SIM	NORMAL	00:26:29	00:02:31	189,47368421
12:35:50	71	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	00:26:29	00:02:31	0,00000000
12:34:34	71	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	00:25:13	00:02:31	96,00000000
12:33:19	69	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	00:23:58	00:02:31	0,00000000
12:32:03	69	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	00:22:42	00:02:31	236,84210526

12:30:47	64	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	00:21:26	00:02:31	0,00000000
12:29:32	64	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	00:20:11	00:02:31	142,10526316
12:28:16	61	163,7	WORKING	SIM	NORMAL	00:18:55	00:02:31	0,00000000
12:27:00	61	162,9	WORKING	SIM	NORMAL	00:17:39	00:02:31	96,00000000
12:25:45	59	162,1	WORKING	SIM	NORMAL	00:16:24	00:02:31	94,73684211
12:24:29	57	162,1	WORKING	SIM	NORMAL	00:15:08	00:02:31	0,00000000
12:23:13	57	161,3	WORKING	SIM	NORMAL	00:13:52	00:02:31	144,00000000
12:21:58	54	160,6	WORKING	SIM	NORMAL	00:12:37	00:02:31	142,10526316
12:20:42	51	160,6	WORKING	SIM	NORMAL	00:11:21	00:02:31	0,00000000
12:19:26	51	159,8	WORKING	SIM	NORMAL	00:10:05	00:02:31	0,00000000
12:18:11	51	159,1	WORKING	SIM	NORMAL	00:08:50	00:02:31	142,10526316
12:16:55	48	154,9	WORKING	SIM	NORMAL	00:07:34	00:02:31	0,00000000
12:15:39	48	153,6	WORKING	SIM	NORMAL	00:06:18	00:02:31	144,00000000
12:14:24	45	153	WORKING	NÃO	PROBLEMA	00:05:03	00:02:31	0,00000000
12:13:08	45	54,4	STOPED	NÃO	NORMAL	00:05:03	00:01:15	0,00000000
12:11:53	45	77,7	STOPED	SIM	NORMAL	00:05:03	00:01:15	0,00000000
12:10:37	45	157,6	WORKING	SIM	NORMAL	00:05:03	00:01:15	0,00000000
12:09:21	45	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	00:03:47	00:01:15	144,00000000
12:08:06	42	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	00:02:32	00:01:15	142,10526316
12:06:50	39	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	00:01:16	00:01:15	94,73684211
12:05:34	37	162,1	WORKING	NÃO	PROBLEMA	00:00:00	00:01:15	0,00000000
12:04:19	37	48	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,00000000
12:03:03	37	61,5	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,00000000
12:01:47	37	99,6	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,00000000
12:00:32	37	147,8	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,00000000
11:59:16	37	28,6	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,00000000
11:58:00	37	28,6	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,00000000
11:56:45	37	28,7	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,00000000
11:55:29	37	28,7	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,00000000
11:54:13	37	28,7	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,00000000
11:52:58	37	28,7	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,00000000
11:51:42	37	28,8	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,00000000
11:50:26	37	28,8	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,00000000
11:49:11	37	28,9	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,00000000
11:47:55	37	28,9	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,00000000
11:46:39	37	28,9	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,00000000
11:45:24	37	29	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,00000000
11:44:08	37	29	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,00000000
11:42:52	37	29	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,00000000
11:41:37	37	29,1	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,00000000
11:40:21	37	29,2	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,00000000
11:39:05	37	29,2	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,00000000
11:37:50	37	29,3	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,00000000
11:36:34	37	29,3	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,00000000
11:35:18	37	29,4	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,00000000
11:34:03	37	29,4	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,00000000

11:32:47	37	29,5	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,00000000
11:31:31	37	29,6	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,00000000
11:30:16	37	29,7	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,00000000
11:29:00	37	29,8	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,00000000
11:27:45	37	30	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,00000000
11:26:29	37	30,1	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,00000000
11:25:13	37	30,4	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,00000000
11:23:57	37	30,7	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,00000000
11:22:42	37	31,2	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,00000000
11:21:26	37	32,3	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,00000000
11:20:10	37	34,1	STOPED	SIM	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,00000000
11:18:55	37	37,5	STOPED	SIM	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,00000000
11:17:39	37	44,3	STOPED	SIM	NORMAL	00:00:00	00:00:00	#VALOR!

FONTE: Experimento com sensores

## APÊNDICE B – Geração de uma parada forçada sobre o experimento original

TIME	CONSUMO	TEMP	JOB?	INJETANDO?	DEFEITO?	TEMPO OK	T PARADO/DEF.	pulso/hora
19:43:27	362	26,5	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
19:42:12	362	26,5	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
19:40:56	362	26,6	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
19:39:40	362	26,6	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
19:38:25	362	26,6	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
19:37:09	362	26,6	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
19:35:53	362	26,6	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
19:34:38	362	26,6	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
19:33:22	362	26,6	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
19:32:06	362	26,6	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
19:30:51	362	26,6	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
19:29:35	362	26,6	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
19:28:20	362	26,6	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
19:27:04	362	26,6	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
19:25:48	362	26,6	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
19:24:33	362	26,6	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
19:23:17	362	26,7	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
19:22:01	362	26,7	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
19:20:46	362	26,7	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
19:19:30	362	26,7	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
19:18:14	362	26,7	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
19:16:59	362	26,7	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
19:15:43	362	26,7	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
19:14:27	362	26,8	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
19:13:12	362	26,8	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
19:11:56	362	26,8	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
19:10:40	362	26,8	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
19:09:25	362	26,9	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
19:08:09	362	26,9	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
19:06:53	362	27	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
19:05:38	362	27	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
19:04:22	362	27,1	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
19:03:07	362	27,1	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
19:01:51	362	27,2	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
19:00:35	362	27,2	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
18:59:20	362	27,3	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
18:58:04	362	27,3	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
18:56:48	362	27,4	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
18:55:33	362	27,4	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
18:54:17	362	27,5	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
18:53:01	362	27,6	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
18:51:46	362	27,6	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
18:50:30	362	27,7	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
18:49:14	362	27,7	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0

18:47:59	362	27,8	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
18:46:43	362	27,9	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
18:45:27	362	27,9	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
18:44:12	362	28	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
18:42:56	362	28,1	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
18:41:40	362	28,1	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
18:40:25	362	28,2	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
18:39:09	362	28,3	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
18:37:54	362	28,3	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
18:36:38	362	28,4	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
18:35:22	362	28,5	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
18:34:07	362	28,6	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
18:32:51	362	28,6	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
18:31:35	362	28,7	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
18:30:20	362	28,7	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
18:29:04	362	28,8	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
18:27:48	362	28,9	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
18:26:33	362	29	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
18:25:17	362	29	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
18:24:01	362	29,1	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
18:22:46	362	29,2	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
18:21:30	362	29,3	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
18:20:14	362	29,4	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
18:18:59	362	29,4	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
18:17:43	362	29,5	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
18:16:28	362	29,6	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
18:15:12	362	29,6	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
18:13:56	362	29,8	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
18:12:41	362	29,9	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
18:11:25	362	29,9	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
18:10:09	362	30	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
18:08:54	362	30,1	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
18:07:38	362	30,2	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
18:06:22	362	30,3	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
18:05:07	362	30,3	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
18:03:51	362	30,4	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
18:02:35	362	30,5	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
18:01:20	362	30,6	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
18:00:04	362	30,7	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
17:58:48	362	30,8	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
17:57:33	362	30,9	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
17:56:17	362	31	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
17:55:01	362	31,1	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
17:53:46	362	31,2	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
17:52:30	362	31,3	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
17:51:14	362	31,4	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0

17:49:59	362	31,5	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
17:48:43	362	31,6	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
17:47:28	362	31,8	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
17:46:12	362	31,9	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
17:44:56	362	32	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
17:43:41	362	32,1	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
17:42:25	362	32,3	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
17:41:09	362	32,4	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
17:39:54	362	32,5	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
17:38:38	362	32,6	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
17:37:22	362	32,7	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
17:36:07	362	32,8	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
17:34:51	362	33	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
17:33:35	362	33,1	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
17:32:20	362	33,3	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
17:31:04	362	33,4	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
17:29:48	362	33,5	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
17:28:33	362	33,6	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
17:27:17	362	33,8	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
17:26:01	362	33,9	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
17:24:46	362	34	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
17:23:30	362	34,2	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
17:22:15	362	34,3	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
17:20:59	362	34,5	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
17:19:43	362	34,6	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
17:18:28	362	34,8	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
17:17:12	362	35	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
17:15:56	362	35,1	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
17:14:41	362	35,2	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
17:13:25	362	35,4	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
17:12:09	362	35,5	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
17:10:54	362	35,7	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
17:09:38	362	35,9	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
17:08:22	362	36	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
17:07:07	362	36,2	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
17:05:51	362	36,3	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
17:04:35	362	36,5	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
17:03:20	362	36,6	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
17:02:04	362	36,8	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
17:00:48	362	36,9	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
16:59:33	362	37	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
16:58:17	362	37	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
16:57:01	362	37	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
16:55:46	362	36,9	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
16:54:30	362	36,6	STOPED	SIM	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
16:53:15	362	36,2	STOPED	SIM	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0

16:51:59	362	36,9	STOPED	SIM	NORMAL	03:58:12	00:13:54	94,7
16:50:43	360	37,7	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
16:49:28	360	37,4	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
16:48:12	360	36,8	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
16:46:56	360	36,2	STOPED	SIM	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
16:45:41	360	35,1	STOPED	SIM	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
16:44:25	360	35	STOPED	SIM	NORMAL	03:58:12	00:13:54	39,1
16:42:53	359	35,6	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
16:41:38	359	36,3	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
16:40:22	359	36,8	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
16:39:06	359	38,4	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
16:37:51	359	40,1	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
16:36:35	359	40,6	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
16:35:19	359	42,1	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
16:34:04	359	45,7	STOPED	NÃO	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
16:32:48	359	50	STOPED	SIM	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
16:31:32	359	54,5	STOPED	SIM	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
16:30:17	359	62,1	STOPED	SIM	NORMAL	03:58:12	00:13:54	46,8
16:29:00	358	79,1	STOPED	SIM	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
16:27:44	358	139	STOPED	SIM	NORMAL	03:58:12	00:13:54	0,0
16:26:29	358	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	03:58:12	00:13:54	236,8
16:25:13	353	163,7	WORKING	SIM	NORMAL	03:56:56	00:13:54	0,0
16:23:57	353	163,7	WORKING	SIM	NORMAL	03:55:40	00:13:54	144,0
16:22:42	350	162,9	WORKING	SIM	NORMAL	03:54:25	00:13:54	65,9
16:19:58	347	163,7	WORKING	SIM	NORMAL	03:51:41	00:13:54	0,0
16:18:42	347	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	03:50:25	00:13:54	0,0
16:17:26	347	163,7	WORKING	SIM	NORMAL	03:49:09	00:13:54	48,0
16:16:11	346	163,7	WORKING	SIM	NORMAL	03:47:54	00:13:54	181,3
16:13:52	339	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	03:45:35	00:13:54	47,6
16:10:05	336	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	03:41:48	00:13:54	94,7
16:08:49	334	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	03:40:32	00:13:54	0,0
16:07:33	334	163,7	WORKING	SIM	NORMAL	03:39:16	00:13:54	240,0
16:06:18	329	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	03:38:01	00:13:54	41,4
16:03:24	327	163,7	WORKING	SIM	NORMAL	03:35:07	00:13:54	236,8
16:02:08	322	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	03:33:51	00:13:54	0,0
16:00:52	322	163,7	WORKING	SIM	NORMAL	03:32:35	00:13:54	144,0
15:59:37	319	163,7	WORKING	SIM	NORMAL	03:31:20	00:13:54	142,1
15:58:21	316	163,7	WORKING	SIM	NORMAL	03:30:04	00:13:54	47,4
15:57:05	315	163,7	WORKING	SIM	NORMAL	03:28:48	00:13:54	144,0
15:55:50	312	163,7	WORKING	SIM	NORMAL	03:27:33	00:13:54	0,0
15:54:34	312	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	03:26:17	00:13:54	62,7
15:47:52	305	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	03:19:35	00:13:54	0,0
15:46:37	305	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	03:18:20	00:13:54	236,8
15:45:21	300	163,7	WORKING	SIM	NORMAL	03:17:04	00:13:54	88,5
15:41:17	294	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	03:13:00	00:13:54	50,5
15:36:32	290	163,7	WORKING	SIM	NORMAL	03:08:15	00:13:54	94,7

15:35:16	288	163,7	WORKING	SIM	NORMAL	03:06:59	00:13:54	96,3
15:32:09	283	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	03:03:52	00:13:54	127,1
15:30:44	280	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	03:02:27	00:13:54	240,0
15:29:29	275	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	03:01:12	00:13:54	0,0
15:28:13	275	163,7	WORKING	SIM	NORMAL	02:59:56	00:13:54	53,7
15:25:59	273	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	02:57:42	00:13:54	0,0
15:24:43	273	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	02:56:26	00:13:54	0,0
15:23:28	273	163,7	WORKING	SIM	NORMAL	02:55:11	00:13:54	94,7
15:22:12	271	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	02:53:55	00:13:54	142,1
15:20:56	268	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	02:52:39	00:13:54	29,8
15:18:55	267	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	02:50:38	00:13:54	38,3
15:17:21	266	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	02:49:04	00:13:54	142,1
15:16:05	263	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	02:47:48	00:13:54	0,0
15:14:49	263	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	02:46:32	00:13:54	84,2
15:11:58	259	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	02:43:41	00:13:54	46,8
15:10:41	258	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	02:42:24	00:13:54	144,0
15:09:26	255	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	02:41:09	00:13:54	0,0
15:08:10	255	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	02:39:53	00:13:54	0,0
15:06:55	255	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	02:38:38	00:13:54	94,7
15:05:39	253	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	02:37:22	00:13:54	94,7
15:04:23	251	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	02:36:06	00:13:54	144,0
15:03:08	248	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	02:34:51	00:13:54	0,0
15:01:52	248	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	02:33:35	00:13:54	47,4
15:00:36	247	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	02:32:19	00:13:54	96,0
14:59:21	245	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	02:31:04	00:13:54	142,1
14:58:05	242	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	02:29:48	00:13:54	142,1
14:56:49	239	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	02:28:32	00:13:54	96,0
14:55:34	237	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	02:27:17	00:13:54	0,0
14:54:18	237	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	02:26:01	00:13:54	0,0
14:53:02	237	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	02:24:45	00:13:54	120,0
14:51:02	233	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	02:22:45	00:13:54	142,1
14:49:46	230	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	02:21:29	00:13:54	142,1
14:48:30	227	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	02:20:13	00:13:54	48,0
14:47:15	226	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	02:18:58	00:13:54	142,1
14:45:59	223	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	02:17:42	00:13:54	0,0
14:44:43	223	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	02:16:26	00:13:54	46,2
14:43:25	222	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	02:15:08	00:13:54	142,1
14:42:09	219	167,1	WORKING	NÃO	PROBLEMA	02:13:52	00:13:54	0,0
14:40:53	219	166,2	WORKING	NÃO	PROBLEMA	02:13:52	00:12:38	0,0
14:39:38	219	167,1	WORKING	NÃO	PROBLEMA	02:13:52	00:11:23	0,0
14:38:22	219	166,2	WORKING	NÃO	PROBLEMA	02:13:52	00:10:07	0,0
14:37:06	219	166,2	WORKING	NÃO	PROBLEMA	02:13:52	00:08:51	0,0
14:35:51	219	166,2	WORKING	NÃO	PROBLEMA	02:13:52	00:07:36	0,0
14:34:35	219	167,1	WORKING	NÃO	PROBLEMA	02:13:52	00:06:20	0,0
14:33:19	219	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	02:13:52	00:05:04	0,0
14:31:26	219	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	02:11:59	00:05:04	0,0

14:30:10	219	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	02:10:43	00:05:04	284,2
14:28:54	213	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	02:09:27	00:05:04	0,0
14:27:39	213	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	02:08:12	00:05:04	142,1
14:26:23	210	166,2	WORKING	NÃO	PROBLEMA	02:06:56	00:05:04	0,0
14:25:07	210	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	02:06:56	00:03:48	0,0
14:23:10	210	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	02:04:59	00:03:48	0,0
14:21:54	210	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	02:03:43	00:03:48	94,7
14:20:38	208	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	02:02:27	00:03:48	144,0
14:19:23	205	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	02:01:12	00:03:48	0,0
14:16:43	205	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	01:58:32	00:03:48	142,1
14:15:27	202	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	01:57:16	00:03:48	0,0
14:13:34	202	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:55:23	00:03:48	35,3
14:11:52	201	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:53:41	00:03:48	142,1
14:10:36	198	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	01:52:25	00:03:48	0,0
14:09:14	198	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	01:51:03	00:03:48	57,1
14:07:08	196	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	01:48:57	00:03:48	85,7
14:05:44	194	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:47:33	00:03:48	219,5
14:04:22	189	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:46:11	00:03:48	94,7
14:03:06	187	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:44:55	00:03:48	94,7
14:01:50	185	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:43:39	00:03:48	48,0
14:00:35	184	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	01:42:24	00:03:48	47,4
13:59:19	183	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:41:08	00:03:48	189,5
13:58:03	179	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:39:52	00:03:48	26,1
13:55:45	178	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:37:34	00:03:48	47,4
13:54:29	177	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:36:18	00:03:48	47,4
13:53:13	176	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:35:02	00:03:48	58,5
13:51:10	174	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:32:59	00:03:48	0,0
13:49:54	174	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:31:43	00:03:48	240,0
13:48:39	169	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:30:28	00:03:48	47,4
13:47:23	168	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	01:29:12	00:03:48	124,1
13:45:56	165	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:27:45	00:03:48	94,7
13:44:40	163	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	01:26:29	00:03:48	94,7
13:43:24	161	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:25:13	00:03:48	60,0
13:41:24	159	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	01:23:13	00:03:48	236,8
13:40:08	154	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	01:21:57	00:03:48	144,0
13:38:53	151	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:20:42	00:03:48	47,4
13:37:37	150	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:19:26	00:03:48	94,7
13:36:21	148	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	01:18:10	00:03:48	144,0
13:35:06	145	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:16:55	00:03:48	236,8
13:33:50	140	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	01:15:39	00:03:48	0,0
13:32:35	140	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:14:24	00:03:48	189,5
13:31:19	136	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	01:13:08	00:03:48	0,0
13:30:03	136	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:11:52	00:03:48	0,0
13:28:48	136	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:10:37	00:03:48	47,4
13:27:32	135	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:09:21	00:03:48	0,0
13:26:16	135	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	01:08:05	00:03:48	144,0

13:25:01	132	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	01:06:50	00:03:48	94,7
13:23:45	130	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	01:05:34	00:03:48	94,7
13:22:29	128	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	01:04:18	00:03:48	0,0
13:21:14	128	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:03:03	00:03:48	142,1
13:19:58	125	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	01:01:47	00:03:48	94,7
13:18:42	123	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	01:00:31	00:03:48	0,0
13:17:27	123	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	00:59:16	00:03:48	47,4
13:16:11	122	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	00:58:00	00:03:48	142,1
13:14:55	119	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	00:56:44	00:03:48	192,0
13:13:40	115	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	00:55:29	00:03:48	94,7
13:12:24	113	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	00:54:13	00:03:48	0,0
13:11:08	113	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	00:52:57	00:03:48	144,0
13:09:53	110	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	00:51:42	00:03:48	142,1
13:08:37	107	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	00:50:26	00:03:48	0,0
13:07:21	107	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	00:49:10	00:03:48	144,0
13:06:06	104	168	WORKING	SIM	NORMAL	00:47:55	00:03:48	94,7
13:04:50	102	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	00:46:39	00:03:48	0,0
13:03:34	102	168	WORKING	SIM	NORMAL	00:45:23	00:03:48	0,0
13:02:19	102	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	00:44:08	00:03:48	94,7
13:01:03	100	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	00:42:52	00:03:48	0,0
12:59:48	100	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	00:41:37	00:03:48	236,8
12:58:32	95	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	00:40:21	00:03:48	94,7
12:57:16	93	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	00:39:05	00:03:48	48,0
12:56:01	92	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	00:37:50	00:03:48	0,0
12:54:45	92	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	00:36:34	00:03:48	189,5
12:53:29	88	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	00:35:18	00:03:48	192,0
12:52:14	84	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	00:34:03	00:03:48	142,1
12:50:58	81	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	00:32:47	00:03:48	0,0
12:49:42	81	163,7	WORKING	SIM	NORMAL	00:31:31	00:03:48	0,0
12:48:27	81	162,9	WORKING	SIM	NORMAL	00:30:16	00:03:48	94,7
12:47:11	79	159,1	WORKING	SIM	NORMAL	00:29:00	00:03:48	94,7
12:45:55	77	158,4	WORKING	SIM	NORMAL	00:27:44	00:03:48	96,0
12:44:40	75	155,6	WORKING	NÃO	PROBLEMA	00:26:29	00:03:48	0,0
12:43:24	75	125,5	STOPED	NÃO	NORMAL	00:26:29	00:02:32	0,0
12:42:08	75	38,2	STOPED	NÃO	NORMAL	00:26:29	00:02:32	0,0
12:40:53	75	38,2	STOPED	NÃO	NORMAL	00:26:29	00:02:32	0,0
12:39:37	75	38,4	STOPED	NÃO	NORMAL	00:26:29	00:02:32	0,0
12:38:21	75	38,5	STOPED	NÃO	NORMAL	00:26:29	00:02:32	0,0
12:37:06	75	38,7	STOPED	NÃO	NORMAL	00:26:29	00:02:32	0,0
12:35:50	75	39	STOPED	NÃO	NORMAL	00:26:29	00:02:32	0,0
12:34:34	75	39,7	STOPED	NÃO	NORMAL	00:26:29	00:02:32	0,0
12:33:19	75	40,9	STOPED	NÃO	NORMAL	00:26:29	00:02:32	0,0
12:32:03	75	43	STOPED	NÃO	NORMAL	00:26:29	00:02:32	0,0
12:30:47	75	47,2	STOPED	NÃO	NORMAL	00:26:29	00:02:32	0,0
12:29:32	75	54,5	STOPED	SIM	NORMAL	00:26:29	00:02:32	0,0
12:28:16	75	69,7	STOPED	SIM	NORMAL	00:26:29	00:02:32	0,0

12:27:00	75	127	STOPED	SIM	NORMAL	00:26:29	00:02:32	192,0
12:25:45	71	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	00:26:29	00:02:32	0,0
12:24:29	71	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	00:25:13	00:02:32	94,7
12:23:13	69	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	00:23:57	00:02:32	0,0
12:21:58	69	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	00:22:42	00:02:32	236,8
12:20:42	64	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	00:21:26	00:02:32	0,0
12:19:26	64	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	00:20:10	00:02:32	144,0
12:18:11	61	163,7	WORKING	SIM	NORMAL	00:18:55	00:02:32	0,0
12:16:55	61	162,9	WORKING	SIM	NORMAL	00:17:39	00:02:32	94,7
12:15:39	59	162,1	WORKING	SIM	NORMAL	00:16:23	00:02:32	96,0
12:14:24	57	162,1	WORKING	SIM	NORMAL	00:15:08	00:02:32	0,0
12:13:08	57	161,3	WORKING	SIM	NORMAL	00:13:52	00:02:32	144,0
12:11:53	54	160,6	WORKING	SIM	NORMAL	00:12:37	00:02:32	142,1
12:10:37	51	160,6	WORKING	SIM	NORMAL	00:11:21	00:02:32	0,0
12:09:21	51	159,8	WORKING	SIM	NORMAL	00:10:05	00:02:32	0,0
12:08:06	51	159,1	WORKING	SIM	NORMAL	00:08:50	00:02:32	142,1
12:06:50	48	154,9	WORKING	SIM	NORMAL	00:07:34	00:02:32	0,0
12:05:34	48	153,6	WORKING	SIM	NORMAL	00:06:18	00:02:32	144,0
12:04:19	45	153	WORKING	NÃO	PROBLEMA	00:05:03	00:02:32	0,0
12:03:03	45	54,4	STOPED	NÃO	NORMAL	00:05:03	00:01:16	0,0
12:01:47	45	77,7	STOPED	SIM	NORMAL	00:05:03	00:01:16	0,0
12:00:32	45	157,6	WORKING	SIM	NORMAL	00:05:03	00:01:16	0,0
11:59:16	45	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	00:03:47	00:01:16	142,1
11:58:00	42	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	00:02:31	00:01:16	144,0
11:56:45	39	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	00:01:16	00:01:16	94,7
11:55:29	37	162,1	WORKING	NÃO	PROBLEMA	00:00:00	00:01:16	0,0
11:54:13	37	48	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,0
11:52:58	37	61,5	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,0
11:51:42	37	99,6	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,0
11:50:26	37	147,8	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,0
11:49:11	37	28,6	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,0
11:47:55	37	28,6	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,0
11:46:39	37	28,7	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,0
11:45:24	37	28,7	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,0
11:44:08	37	28,7	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,0
11:42:52	37	28,7	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,0
11:41:37	37	28,8	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,0
11:40:21	37	28,8	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,0
11:39:05	37	28,9	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,0
11:37:50	37	28,9	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,0
11:36:34	37	28,9	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,0
11:35:18	37	29	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,0
11:34:03	37	29	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,0
11:32:47	37	29	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,0
11:31:31	37	29,1	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,0
11:30:16	37	29,2	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,0

11:29:00	37	29,2	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,0
11:27:45	37	29,3	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,0
11:26:29	37	29,3	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,0
11:25:13	37	29,4	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,0
11:23:57	37	29,4	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,0
11:22:42	37	29,5	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,0
11:21:26	37	29,6	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,0
11:20:10	37	29,7	STOPED	SIM	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,0
11:18:55	37	29,8	STOPED	SIM	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,0
11:17:39	37	30	STOPED	SIM	NORMAL	00:00:00	00:00:00	#VALOR!

FONTE: Experimento com sensores

### APÊNDICE C –Geração de duas paradas forçadas sobre o experimento original

TIME	CONSUMO	TEMP	JOB?	INJETANDO?	DEFEITO?	TEMPO OK	T PARADO/DEF.	pulso/hora
19:43:27	362	26,5	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
19:42:12	362	26,5	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
19:40:56	362	26,6	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
19:39:40	362	26,6	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
19:38:25	362	26,6	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
19:37:09	362	26,6	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
19:35:53	362	26,6	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
19:34:38	362	26,6	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
19:33:22	362	26,6	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
19:32:06	362	26,6	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
19:30:51	362	26,6	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
19:29:35	362	26,6	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
19:28:20	362	26,6	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
19:27:04	362	26,6	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
19:25:48	362	26,6	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
19:24:33	362	26,6	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
19:23:17	362	26,7	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
19:22:01	362	26,7	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
19:20:46	362	26,7	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
19:19:30	362	26,7	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
19:18:14	362	26,7	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
19:16:59	362	26,7	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
19:15:43	362	26,7	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
19:14:27	362	26,8	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
19:13:12	362	26,8	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
19:11:56	362	26,8	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
19:10:40	362	26,8	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
19:09:25	362	26,9	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
19:08:09	362	26,9	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
19:06:53	362	27	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
19:05:38	362	27	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
19:04:22	362	27,1	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
19:03:07	362	27,1	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
19:01:51	362	27,2	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
19:00:35	362	27,2	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
18:59:20	362	27,3	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
18:58:04	362	27,3	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
18:56:48	362	27,4	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
18:55:33	362	27,4	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
18:54:17	362	27,5	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
18:53:01	362	27,6	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
18:51:46	362	27,6	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
18:50:30	362	27,7	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
18:49:14	362	27,7	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0

18:47:59	362	27,8	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
18:46:43	362	27,9	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
18:45:27	362	27,9	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
18:44:12	362	28	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
18:42:56	362	28,1	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
18:41:40	362	28,1	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
18:40:25	362	28,2	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
18:39:09	362	28,3	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
18:37:54	362	28,3	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
18:36:38	362	28,4	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
18:35:22	362	28,5	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
18:34:07	362	28,6	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
18:32:51	362	28,6	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
18:31:35	362	28,7	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
18:30:20	362	28,7	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
18:29:04	362	28,8	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
18:27:48	362	28,9	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
18:26:33	362	29	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
18:25:17	362	29	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
18:24:01	362	29,1	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
18:22:46	362	29,2	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
18:21:30	362	29,3	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
18:20:14	362	29,4	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
18:18:59	362	29,4	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
18:17:43	362	29,5	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
18:16:28	362	29,6	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
18:15:12	362	29,6	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
18:13:56	362	29,8	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
18:12:41	362	29,9	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
18:11:25	362	29,9	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
18:10:09	362	30	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
18:08:54	362	30,1	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
18:07:38	362	30,2	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
18:06:22	362	30,3	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
18:05:07	362	30,3	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
18:03:51	362	30,4	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
18:02:35	362	30,5	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
18:01:20	362	30,6	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
18:00:04	362	30,7	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
17:58:48	362	30,8	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
17:57:33	362	30,9	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
17:56:17	362	31	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
17:55:01	362	31,1	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
17:53:46	362	31,2	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
17:52:30	362	31,3	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
17:51:14	362	31,4	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0

17:49:59	362	31,5	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
17:48:43	362	31,6	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
17:47:28	362	31,8	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
17:46:12	362	31,9	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
17:44:56	362	32	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
17:43:41	362	32,1	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
17:42:25	362	32,3	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
17:41:09	362	32,4	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
17:39:54	362	32,5	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
17:38:38	362	32,6	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
17:37:22	362	32,7	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
17:36:07	362	32,8	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
17:34:51	362	33	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
17:33:35	362	33,1	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
17:32:20	362	33,3	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
17:31:04	362	33,4	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
17:29:48	362	33,5	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
17:28:33	362	33,6	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
17:27:17	362	33,8	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
17:26:01	362	33,9	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
17:24:46	362	34	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
17:23:30	362	34,2	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
17:22:15	362	34,3	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
17:20:59	362	34,5	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
17:19:43	362	34,6	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
17:18:28	362	34,8	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
17:17:12	362	35	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
17:15:56	362	35,1	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
17:14:41	362	35,2	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
17:13:25	362	35,4	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
17:12:09	362	35,5	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
17:10:54	362	35,7	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
17:09:38	362	35,9	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
17:08:22	362	36	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
17:07:07	362	36,2	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
17:05:51	362	36,3	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
17:04:35	362	36,5	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
17:03:20	362	36,6	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
17:02:04	362	36,8	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
17:00:48	362	36,9	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
16:59:33	362	37	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
16:58:17	362	37	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
16:57:01	362	37	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
16:55:46	362	36,9	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
16:54:30	362	36,6	STOPED	SIM	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
16:53:15	362	36,2	STOPED	SIM	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0

16:51:59	362	36,9	STOPED	SIM	NORMAL	04:01:59	00:21:28	94,7
16:50:43	360	37,7	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
16:49:28	360	37,4	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
16:48:12	360	36,8	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
16:46:56	360	36,2	STOPED	SIM	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
16:45:41	360	35,1	STOPED	SIM	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
16:44:25	360	35	STOPED	SIM	NORMAL	04:01:59	00:21:28	39,1
16:42:53	359	35,6	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
16:41:38	359	36,3	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
16:40:22	359	36,8	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
16:39:06	359	38,4	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
16:37:51	359	40,1	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
16:36:35	359	40,6	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
16:35:19	359	42,1	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
16:34:04	359	45,7	STOPED	NÃO	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
16:32:48	359	50	STOPED	SIM	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
16:31:32	359	54,5	STOPED	SIM	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
16:30:17	359	62,1	STOPED	SIM	NORMAL	04:01:59	00:21:28	46,8
16:29:00	358	79,1	STOPED	SIM	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
16:27:44	358	139	STOPED	SIM	NORMAL	04:01:59	00:21:28	0,0
16:26:29	358	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	04:01:59	00:21:28	236,8
16:25:13	353	163,7	WORKING	SIM	NORMAL	04:00:43	00:21:28	0,0
16:23:57	353	163,7	WORKING	SIM	NORMAL	03:59:27	00:21:28	144,0
16:22:42	350	162,9	WORKING	SIM	NORMAL	03:58:12	00:21:28	65,9
16:19:58	347	163,7	WORKING	SIM	NORMAL	03:55:28	00:21:28	0,0
16:18:42	347	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	03:54:12	00:21:28	0,0
16:17:26	347	163,7	WORKING	SIM	NORMAL	03:52:56	00:21:28	48,0
16:16:11	346	163,7	WORKING	SIM	NORMAL	03:51:41	00:21:28	181,3
16:13:52	339	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	03:49:22	00:21:28	47,6
16:10:05	336	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	03:45:35	00:21:28	94,7
16:08:49	334	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	03:44:19	00:21:28	0,0
16:07:33	334	163,7	WORKING	SIM	NORMAL	03:43:03	00:21:28	240,0
16:06:18	329	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	03:41:48	00:21:28	41,4
16:03:24	327	163,7	WORKING	SIM	NORMAL	03:38:54	00:21:28	236,8
16:02:08	322	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	03:37:38	00:21:28	0,0
16:00:52	322	163,7	WORKING	SIM	NORMAL	03:36:22	00:21:28	144,0
15:59:37	319	163,7	WORKING	SIM	NORMAL	03:35:07	00:21:28	142,1
15:58:21	316	163,7	WORKING	SIM	NORMAL	03:33:51	00:21:28	47,4
15:57:05	315	163,7	WORKING	SIM	NORMAL	03:32:35	00:21:28	144,0
15:55:50	312	163,7	WORKING	SIM	NORMAL	03:31:20	00:21:28	0,0
15:54:34	312	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	03:30:04	00:21:28	62,7
15:47:52	305	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	03:23:22	00:21:28	0,0
15:46:37	305	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	03:22:07	00:21:28	236,8
15:45:21	300	163,7	WORKING	SIM	NORMAL	03:20:51	00:21:28	88,5
15:41:17	294	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	03:16:47	00:21:28	50,5
15:36:32	290	163,7	WORKING	SIM	NORMAL	03:12:02	00:21:28	94,7

15:35:16	288	163,7	WORKING	SIM	NORMAL	03:10:46	00:21:28	96,3
15:32:09	283	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	03:07:39	00:21:28	127,1
15:30:44	280	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	03:06:14	00:21:28	240,0
15:29:29	275	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	03:04:59	00:21:28	0,0
15:28:13	275	163,7	WORKING	SIM	NORMAL	03:03:43	00:21:28	53,7
15:25:59	273	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	03:01:29	00:21:28	0,0
15:24:43	273	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	03:00:13	00:21:28	0,0
15:23:28	273	163,7	WORKING	SIM	NORMAL	02:58:58	00:21:28	94,7
15:22:12	271	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	02:57:42	00:21:28	142,1
15:20:56	268	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	02:56:26	00:21:28	29,8
15:18:55	267	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	02:54:25	00:21:28	38,3
15:17:21	266	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	02:52:51	00:21:28	142,1
15:16:05	263	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	02:51:35	00:21:28	0,0
15:14:49	263	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	02:50:19	00:21:28	84,2
15:11:58	259	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	02:47:28	00:21:28	46,8
15:10:41	258	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	02:46:11	00:21:28	144,0
15:09:26	255	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	02:44:56	00:21:28	0,0
15:08:10	255	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	02:43:40	00:21:28	0,0
15:06:55	255	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	02:42:25	00:21:28	94,7
15:05:39	253	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	02:41:09	00:21:28	94,7
15:04:23	251	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	02:39:53	00:21:28	144,0
15:03:08	248	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	02:38:38	00:21:28	0,0
15:01:52	248	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	02:37:22	00:21:28	47,4
15:00:36	247	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	02:36:06	00:21:28	96,0
14:59:21	245	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	02:34:51	00:21:28	142,1
14:58:05	242	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	02:33:35	00:21:28	142,1
14:56:49	239	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	02:32:19	00:21:28	96,0
14:55:34	237	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	02:31:04	00:21:28	0,0
14:54:18	237	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	02:29:48	00:21:28	0,0
14:53:02	237	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	02:28:32	00:21:28	120,0
14:51:02	233	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	02:26:32	00:21:28	142,1
14:49:46	230	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	02:25:16	00:21:28	142,1
14:48:30	227	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	02:24:00	00:21:28	48,0
14:47:15	226	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	02:22:45	00:21:28	142,1
14:45:59	223	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	02:21:29	00:21:28	0,0
14:44:43	223	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	02:20:13	00:21:28	46,2
14:43:25	222	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	02:18:55	00:21:28	142,1
14:42:09	219	167,1	WORKING	NÃO	PROBLEMA	02:17:39	00:21:28	0,0
14:40:53	219	166,2	WORKING	NÃO	PROBLEMA	02:17:39	00:20:12	0,0
14:39:38	219	167,1	WORKING	NÃO	PROBLEMA	02:17:39	00:18:57	0,0
14:38:22	219	166,2	WORKING	NÃO	PROBLEMA	02:17:39	00:17:41	0,0
14:37:06	219	166,2	WORKING	NÃO	PROBLEMA	02:17:39	00:16:25	0,0
14:35:51	219	166,2	WORKING	NÃO	PROBLEMA	02:17:39	00:15:10	0,0
14:34:35	219	167,1	WORKING	NÃO	PROBLEMA	02:17:39	00:13:54	0,0
14:33:19	219	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	02:17:39	00:12:38	0,0
14:31:26	219	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	02:15:46	00:12:38	0,0

14:30:10	219	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	02:14:30	00:12:38	284,2
14:28:54	213	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	02:13:14	00:12:38	0,0
14:27:39	213	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	02:11:59	00:12:38	142,1
14:26:23	210	166,2	WORKING	NÃO	PROBLEMA	02:10:43	00:12:38	0,0
14:25:07	210	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	02:10:43	00:11:22	0,0
14:23:10	210	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	02:08:46	00:11:22	0,0
14:21:54	210	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	02:07:30	00:11:22	94,7
14:20:38	208	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	02:06:14	00:11:22	144,0
14:19:23	205	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	02:04:59	00:11:22	0,0
14:16:43	205	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	02:02:19	00:11:22	142,1
14:15:27	202	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	02:01:03	00:11:22	0,0
14:13:34	202	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:59:10	00:11:22	35,3
14:11:52	201	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:57:28	00:11:22	142,1
14:10:36	198	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	01:56:12	00:11:22	0,0
14:09:14	198	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	01:54:50	00:11:22	57,1
14:07:08	196	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	01:52:44	00:11:22	85,7
14:05:44	194	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:51:20	00:11:22	219,5
14:04:22	189	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:49:58	00:11:22	94,7
14:03:06	187	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:48:42	00:11:22	94,7
14:01:50	185	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:47:26	00:11:22	48,0
14:00:35	184	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	01:46:11	00:11:22	47,4
13:59:19	183	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:44:55	00:11:22	189,5
13:58:03	179	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:43:39	00:11:22	26,1
13:55:45	178	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:41:21	00:11:22	47,4
13:54:29	177	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:40:05	00:11:22	47,4
13:53:13	176	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:38:49	00:11:22	58,5
13:51:10	174	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:36:46	00:11:22	0,0
13:49:54	174	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:35:30	00:11:22	240,0
13:48:39	169	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:34:15	00:11:22	47,4
13:47:23	168	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	01:32:59	00:11:22	124,1
13:45:56	165	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:31:32	00:11:22	94,7
13:44:40	163	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	01:30:16	00:11:22	94,7
13:43:24	161	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:29:00	00:11:22	60,0
13:41:24	159	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	01:27:00	00:11:22	236,8
13:40:08	154	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	01:25:44	00:11:22	144,0
13:38:53	151	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:24:29	00:11:22	47,4
13:37:37	150	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:23:13	00:11:22	94,7
13:36:21	148	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	01:21:57	00:11:22	144,0
13:35:06	145	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:20:42	00:11:22	236,8
13:33:50	140	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	01:19:26	00:11:22	0,0
13:32:35	140	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:18:11	00:11:22	94,7
13:31:19	138	165,4	WORKING	NÃO	PROBLEMA	01:16:55	00:11:22	0,0
13:30:03	138	166,2	WORKING	NÃO	PROBLEMA	01:16:55	00:10:06	0,0
13:28:48	138	166,2	WORKING	NÃO	PROBLEMA	01:16:55	00:08:51	0,0
13:27:32	138	167,1	WORKING	NÃO	PROBLEMA	01:16:55	00:07:35	0,0
13:26:16	138	166,2	WORKING	NÃO	PROBLEMA	01:16:55	00:06:19	0,0

13:25:01	138	165,4	WORKING	NÃO	PROBLEMA	01:16:55	00:05:04	0,0
13:23:45	138	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:16:55	00:03:48	0,0
13:22:29	138	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:15:39	00:03:48	0,0
13:21:14	138	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	01:14:24	00:03:48	94,7
13:19:58	136	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:13:08	00:03:48	0,0
13:18:42	136	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	01:11:52	00:03:48	0,0
13:17:27	136	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:10:37	00:03:48	47,4
13:16:11	135	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:09:21	00:03:48	0,0
13:14:55	135	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	01:08:05	00:03:48	144,0
13:13:40	132	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	01:06:50	00:03:48	94,7
13:12:24	130	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	01:05:34	00:03:48	94,7
13:11:08	128	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	01:04:18	00:03:48	0,0
13:09:53	128	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	01:03:03	00:03:48	142,1
13:08:37	125	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	01:01:47	00:03:48	94,7
13:07:21	123	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	01:00:31	00:03:48	0,0
13:06:06	123	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	00:59:16	00:03:48	47,4
13:04:50	122	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	00:58:00	00:03:48	142,1
13:03:34	119	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	00:56:44	00:03:48	192,0
13:02:19	115	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	00:55:29	00:03:48	94,7
13:01:03	113	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	00:54:13	00:03:48	0,0
12:59:48	113	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	00:52:58	00:03:48	142,1
12:58:32	110	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	00:51:42	00:03:48	142,1
12:57:16	107	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	00:50:26	00:03:48	0,0
12:56:01	107	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	00:49:11	00:03:48	142,1
12:54:45	104	168	WORKING	SIM	NORMAL	00:47:55	00:03:48	94,7
12:53:29	102	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	00:46:39	00:03:48	0,0
12:52:14	102	168	WORKING	SIM	NORMAL	00:45:24	00:03:48	0,0
12:50:58	102	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	00:44:08	00:03:48	94,7
12:49:42	100	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	00:42:52	00:03:48	0,0
12:48:27	100	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	00:41:37	00:03:48	236,8
12:47:11	95	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	00:40:21	00:03:48	94,7
12:45:55	93	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	00:39:05	00:03:48	48,0
12:44:40	92	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	00:37:50	00:03:48	0,0
12:43:24	92	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	00:36:34	00:03:48	189,5
12:42:08	88	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	00:35:18	00:03:48	192,0
12:40:53	84	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	00:34:03	00:03:48	142,1
12:39:37	81	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	00:32:47	00:03:48	0,0
12:38:21	81	163,7	WORKING	SIM	NORMAL	00:31:31	00:03:48	0,0
12:37:06	81	162,9	WORKING	SIM	NORMAL	00:30:16	00:03:48	94,7
12:35:50	79	159,1	WORKING	SIM	NORMAL	00:29:00	00:03:48	94,7
12:34:34	77	158,4	WORKING	SIM	NORMAL	00:27:44	00:03:48	96,0
12:33:19	75	155,6	WORKING	NÃO	PROBLEMA	00:26:29	00:03:48	0,0
12:32:03	75	125,5	STOPED	NÃO	NORMAL	00:26:29	00:02:32	0,0
12:30:47	75	38,2	STOPED	NÃO	NORMAL	00:26:29	00:02:32	0,0
12:29:32	75	38,2	STOPED	NÃO	NORMAL	00:26:29	00:02:32	0,0
12:28:16	75	38,4	STOPED	NÃO	NORMAL	00:26:29	00:02:32	0,0

12:27:00	75	38,5	STOPED	NÃO	NORMAL	00:26:29	00:02:32	0,0
12:25:45	75	38,7	STOPED	NÃO	NORMAL	00:26:29	00:02:32	0,0
12:24:29	75	39	STOPED	NÃO	NORMAL	00:26:29	00:02:32	0,0
12:23:13	75	39,7	STOPED	NÃO	NORMAL	00:26:29	00:02:32	0,0
12:21:58	75	40,9	STOPED	NÃO	NORMAL	00:26:29	00:02:32	0,0
12:20:42	75	43	STOPED	NÃO	NORMAL	00:26:29	00:02:32	0,0
12:19:26	75	47,2	STOPED	NÃO	NORMAL	00:26:29	00:02:32	0,0
12:18:11	75	54,5	STOPED	SIM	NORMAL	00:26:29	00:02:32	0,0
12:16:55	75	69,7	STOPED	SIM	NORMAL	00:26:29	00:02:32	0,0
12:15:39	75	127	STOPED	SIM	NORMAL	00:26:29	00:02:32	192,0
12:14:24	71	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	00:26:29	00:02:32	0,0
12:13:08	71	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	00:25:13	00:02:32	96,0
12:11:53	69	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	00:23:58	00:02:32	0,0
12:10:37	69	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	00:22:42	00:02:32	236,8
12:09:21	64	164,5	WORKING	SIM	NORMAL	00:21:26	00:02:32	0,0
12:08:06	64	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	00:20:11	00:02:32	142,1
12:06:50	61	163,7	WORKING	SIM	NORMAL	00:18:55	00:02:32	0,0
12:05:34	61	162,9	WORKING	SIM	NORMAL	00:17:39	00:02:32	96,0
12:04:19	59	162,1	WORKING	SIM	NORMAL	00:16:24	00:02:32	94,7
12:03:03	57	162,1	WORKING	SIM	NORMAL	00:15:08	00:02:32	0,0
12:01:47	57	161,3	WORKING	SIM	NORMAL	00:13:52	00:02:32	144,0
12:00:32	54	160,6	WORKING	SIM	NORMAL	00:12:37	00:02:32	142,1
11:59:16	51	160,6	WORKING	SIM	NORMAL	00:11:21	00:02:32	0,0
11:58:00	51	159,8	WORKING	SIM	NORMAL	00:10:05	00:02:32	0,0
11:56:45	51	159,1	WORKING	SIM	NORMAL	00:08:50	00:02:32	142,1
11:55:29	48	154,9	WORKING	SIM	NORMAL	00:07:34	00:02:32	0,0
11:54:13	48	153,6	WORKING	SIM	NORMAL	00:06:18	00:02:32	144,0
11:52:58	45	153	WORKING	NÃO	PROBLEMA	00:05:03	00:02:32	0,0
11:51:42	45	54,4	STOPED	NÃO	NORMAL	00:05:03	00:01:16	0,0
11:50:26	45	77,7	STOPED	SIM	NORMAL	00:05:03	00:01:16	0,0
11:49:11	45	157,6	WORKING	SIM	NORMAL	00:05:03	00:01:16	0,0
11:47:55	45	167,1	WORKING	SIM	NORMAL	00:03:47	00:01:16	142,1
11:46:39	42	166,2	WORKING	SIM	NORMAL	00:02:31	00:01:16	144,0
11:45:24	39	165,4	WORKING	SIM	NORMAL	00:01:16	00:01:16	94,7
11:44:08	37	162,1	WORKING	NÃO	PROBLEMA	00:00:00	00:01:16	0,0
11:42:52	37	48	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,0
11:41:37	37	61,5	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,0
11:40:21	37	99,6	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,0
11:39:05	37	147,8	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,0
11:37:50	37	28,6	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,0
11:36:34	37	28,6	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,0
11:35:18	37	28,7	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,0
11:34:03	37	28,7	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,0
11:32:47	37	28,7	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,0
11:31:31	37	28,7	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,0
11:30:16	37	28,8	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,0

11:29:00	37	28,8	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,0
11:27:45	37	28,9	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,0
11:26:29	37	28,9	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,0
11:25:13	37	28,9	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,0
11:23:57	37	29	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,0
11:22:42	37	29	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,0
11:21:26	37	29	STOPED	NÃO	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,0
11:20:10	37	29,1	STOPED	SIM	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,0
11:18:55	37	29,2	STOPED	SIM	NORMAL	00:00:00	00:00:00	0,0
11:17:39	37	29,2	STOPED	SIM	NORMAL	00:00:00	00:00:00	#VALOR!

FONTE: Experimento com sensores

## APÊNDICE D – Algoritmo

```

% configuração do thingspeak matlab
readChannelID = 475226;
readAPIKey = '610FXLTZWLBADPD';
% comentado para rodar offline *
% * data = thingSpeakRead(readChannelID, 'Field', [1 2 ], 'NumPoints', 300, 'ReadKey',
readAPIKey, 'outputFormat', 'timetable');
% * TT = synchronize(data(:,1),data(:,2),'union','linear');

%em 'data' contém os pulsos captados do SmartCampus
%para entendimento do problema, inicialmente as funções abaixo
%foram determinadas em planilhas eletrônicas, excel
%em uma proxima etapa, tal conversão pode ser feita online.
%apenas a função ft(t) deve ser modificada, caso a maquina apresente
%paradas inesperadas modificando assim seu rendimento.

%por facilidade de trabalhar offline capturamos os dados online reais e
%armazenamos em variáveis, n e t. Sendo que n é o número de pulsos que
%foram captados e t é o tempo decorrido acumulativo
n=[362 362 362 362 362 362 362 362 362 362 362 362 362 362 362 360 360 360 360 360 360 359
359 359 359 359 359 359 359 359 359 359 358 358 358 353 353 350 347 347 347 346 339 336 334 334
329 327 322 322 319 316 315 312 312 305 305 300 294 290 288 283 280 275 275 273 273 273 271 268
267 266 263 263 259 258 255 255 255 253 251 248 248 247 245 242 239 237 237 237 233 230 227 226
223 223 222 219 219 213 213 210 210 210 210 208 205 205 202 202 201 198 198 196 194 189 187 185
184 183 179 178 177 176 174 174 169 168 165 163 161 159 154 151 150 148 145 140 140 136 136 136
135 135 132 130 128 128 125 123 123 122 119 115 113 113 110 107 107 104 102 102 102 100 100 95
93 92 92 88 84 81 81 81 79 77 75 75 75 75 75 75 75 75 75 75 75 71 71 69 69 64 64 61
61 59 57 57 54 51 51 51 48 48 45 45 45 45 45 42 39 37 37 37 37 37 37 37 37 37 37 37 37 37 37
37 37 37 37 37 37 37 37 37 37 37 37 37 37 37 37 37 37 37 37 37 37 37 37];
n = fliplr(n);
t=[76 152 228 304 380 456 532 608 684 760 836 912 988 1064 1140 1216 1292 1368 1444 1520 1596
1672 1748 1824 1900 1976 2052 2128 2204 2280 2356 2432 2508 2584 2660 2736 2812 2888 2964 3040
3116 3192 3268 3344 3420 3496 3572 3648 3724 3800 3876 3952 4028 4104 4180 4256 4332 4408 4484
4560 4636 4712 4788 4864 4940 5016 5092 5168 5244 5320 5396 5472 5548 5624 5700 5776 5852 5928
6004 6080 6156 6232 6308 6384 6460 6536 6612 6688 6764 6840 6916 6992 7068 7144 7220 7296 7372
7448 7524 7600 7676 7752 7828 7904 7980 8056 8132 8208 8284 8360 8436 8512 8588 8664 8740 8816
8892 8968 9044 9120 9196 9272 9348 9424 9500 9576 9652 9728 9804 9880 9956 10032 10108 10184
10260 10336 10412 10488 10564 10640 10716 10792 10868 10944 11020 11096 11172 11248 11324 11400
11476 11552 11628 11704 11780 11856 11932 12008 12084 12160 12236 12312 12388 12464 12540 12616
12692 12768 12844 12920 12996 13072 13148 13224 13300 13376 13452 13528 13604 13680 13756 13832
13908 13984 14060 14136 14212 14288 14364 14440 14516 14592 14668 14744 14820 14896 14972 15048
15124 15200 15276 15352 15428 15504 15580 15656 15732 15808 15884 15960 16036 16112 16188 16264
16340 16416 16492 16568 16644 16720 16796 16872 16948 17024 17100 17176 17252 17328 17404 17480
17556 17632 17708 17784 17860 17936 18012 18088 18164 18240 18316 18392 18468 18544 18620 18696
18772 18848 18924 19000 19076 19152 19228 19304 19380];
for i = 2:255
    vph(i) = 3600* (n(i-1) - n(i))/(t(i-1) - t(i)); %1/( pulsos por hora)
end
vph(1) = 0;

```

```

velmedia = mean(vph);

figure(7);
plot(t,vph);
title('Tempo real x vel. inst. de impressão');
ylabel('vel. inst. de impressão');
xlabel('Tempo real');
txt = ['Média = ',num2str(velmedia), 'pulso/hora'];
[a b] = size(vph); %posição da media texto
text(b/2,max(vph)/2,txt,'fontsize',15);

% para gerar esse função precisamos rodar em tempo real, por isso fizemos
% alguns testes sumulanda paradas para assim termos diversos dados em n e
% assim conseguirmos ver como aumenta o tempo de parada mesmo aumentando a
% velocidade da impressora 3D. Isso acontece pela deficiencia da cabeça de
% impressão que não consegue aquecer o filamento adequadamente. O algoritmo
% consegue detectar que estamos saindo da região otima.

p=polyfit(n,t,3); % linha de tendencia da captura de dados
c3 = p(1);
c2 = p(2);
c1 = p(3);
c0 = p(4); %coeficientes

syms t ft(t) g fcinsumo(g) fcmanut(g) fcfixo(g) fctotal(g) c3 c2 c1 c0
fcinsumo(g) = +0.0000000000000 * g.^3 -0.0000000009 * g.^2 - 0.0015 * g + 601.56; %referente
a negociações de compra
fcmanut(g) = +0.0000000000004 * g.^3 -0.000000040 * g.^2 + 0.0020 * g + 0.0888; %referente
a necociações em contratos de manut.
fcdemanda(g)= +0.0000000000000 * g.^3 -0.000000000 * g.^2 + 0.1000 * fcinsumo(g) + 0.00;
% depende do quanto eu consumir
fctotal(g)= fcinsumo(g)+fcmanut(g)+ fcdemanda(g); % somatório dos custos

% para poder rodar e simular usamos essa função
ft(t) = -5.6000000000000 * t.^3 + 12.46900000 * t.^2 - 7.9559 * t + 2.0599; %fator de
produção (velocidade dinamica da maquina)

% comentado para poder rodar off line
% essa função é atualizada dinamicamente
%ft(t) = c3 * t.^3 + c2 * t.^2 + c1 * t + c0; %fator de produção (velocidade dinamica da
maquina)

MAXGRAMAS = 100000;
g = 0:1000:MAXGRAMAS ;%numero de gramas (100kg de 1000 em 1000gramas)
t = 0.5:0.05:1.3;%tempo que será percebido conforme calculo de velocidades g/hora (t = (1 /
vel(g/h ) / consumo(g))

figure(1);
plot(g,double(subs(fcinsumo(g))));
% xlim([0 100])
% ylim([0 100])

```

```

title('valor da compra em R$ vs gramas adquiridas')

figure(2);
plot(g,double(subs(fcmanut(g))));
% xlim([0 100])
% ylim([0 100])
title('valor da manut em R$ vs gramas utilizadas');

figure(3);
plot(g,double(subs(fcdemanda(g))));
% xlim([0 100])
% ylim([0 100])
title('valor da demanda em R$ vs gramas utilizadas');

figure(4);
plot(g,double(subs(fcttotal(g))));
% xlim([0 100])
% ylim([0 100])
title('Custo Total em R$ conforme consumo em gramas');

figure(5);
plot(t,double(subs(1 ./ ft(t))));
% xlim([0 100])
% ylim([0 100])
title('custo de gramas produzidas (normalizada) vs velocidade(máquina entope)');

figure(6);
[X,Y] = meshgrid(g,t);
z = double(subs( fcttotal(X) .* (1 ./ ft(Y)) )); %multiplicado pelo inverso da vel, já que se
for devagar o custo aumenta
s = surf(X,Y,z,'FaceAlpha',0.4,'FaceColor','interp',...
'EdgeColor','none',...
'FaceLighting','phong');
% xlim([0 100])
% ylim([0 100])
% zlim([0 100])

title('Ponto ótimo de produção - Influencia da velocidade nas paradas por defeito');
grid on;
box on;
view(60,35) %perspectiva

xlabel('Custo conforme demanda em gramas');
ylabel('Custo conforme velocidade normaliz. ');
zlabel('CUSTO em reais');

% function indices = saddle(z)
% Definition of a test matrix z:

[ rows,cols ] = size(z);

```

```
[valR,posR] = min(z,[],2); %acha o minimo do eixo X
[valC,posC] = min(z,[],1); %acha o minimo do inverso da velocidade normalizada

saddles = (kron(valR,ones(1,cols))== z).*(kron(ones(rows,1),valC)== z );
[menorCustoDemanda,menorCustovelocidade] = find(saddles);
MelhorCusto = z(menorCustoDemanda, menorCustovelocidade)
%mostra os valores de ponto sela!
Y(menorCustoDemanda,1)
X(1,menorCustovelocidade)
texto_h=text(X(1,menorCustovelocidade),Y(menorCustoDemanda,1),MelhorCusto,'\leftarrow
P.OTIMO','fontsize',15);

% após a detecção do ponto ótimo que varia conforme a função ft(t) é
% modificada, basta plotar online o ponto da medida atual para sabermos
% dinamicamente em que região de operação a máquina está
```

Fonte: Autor próprio