

**FACULDADE PATOS DE MINAS  
CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

**CLEVER JOSÉ LINHARES JUNIOR  
MATHEUS RIBEIRO SANTOS**

**ANALISE SOBRE A IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA  
DE AQUISIÇÃO DE DADOS E CONTROLE DE  
PROCESSO DE REFRIGERAÇÃO EM UMA  
INDUSTRIA DE LATICÍNIOS**

**PATOS DE MINAS  
2017**

**CLEVER JOSÉ LINHARES JUNIOR  
MATHEUS RIBEIRO SANTOS**

**ANALISE SOBRE A IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA  
DE AQUISIÇÃO DE DADOS E CONTROLE DE  
PROCESSO DE REFRIGERAÇÃO EM UMA  
INDUSTRIA DE LATICÍNIOS**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Faculdade Patos de Minas  
como requisito para obtenção do grau de  
Bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof.º Ms. Guilherme  
Fernandes de Souza Miguel

Candidatos:  
MATHEUS RIBEIRO SANTOS  
CLEVER JOSE LINHARES

Título: ANALISE SOBRE A IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS E CONTROLE DE PROCESSO DE REFRIGERAÇÃO EM UMA INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade Patos de Minas como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Elétrica – FACULDADE PATOS DE MINAS

Data: 08 de novembro de 2017.

---

Prof.º.  
Orientador

---

Prof.º.  
Examinador

---

Prof.º.  
Examinador

Aprovado ( )

Reprovado ( )

SANTOS, Matheus Ribeiro; LINHARES JUNIOR, Clever José. **ANALISE SOBRE A IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS E CONTROLE DE PROCESSO DE REFRIGERAÇÃO EM UMA INDUSTRIA DE LATICINIOS**. 2017. 31 f. TCC (Graduação) - Curso de Graduação em Engenharia Elétrica, Faculdade Patos de Minas, Patos de Minas, 2017.

ESTÁ AUTORIZADA INTEGRAL OU PARCIALMENTE A REPRODUÇÃO DESTE TRABALHO, PARA FINS DE ESTUDO E/OU PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

## RESUMO

Visando melhorar a qualidade e segurança de seus produtos para atender as obrigações legais brasileiras e mundiais e também para garantir a credibilidade junto aos seus consumidores, as indústrias alimentícias buscam na tecnologia uma forma de assegurar os padrões de temperatura em seus pontos de controle, facilitando o monitoramento desses pontos e gerando relatórios confiáveis dos mesmos. Diante disto foi desenvolvido um projeto de aquisição de dados que atendesse as necessidades de uma indústria de produtos lácteos. O projeto é composto por 1 módulos de aquisição de dados Fieldlogger conectados via rede ModBus a 20 sensores térmicos do tipo pt-100, distribuídos em 20 câmaras frigoríficas e 3 pasteurizadores.

**Palavras-chave:** Segurança. Qualidade. Aquisição de dados.

## **ABSTRACT**

In order to improve the quality and safety of its products to meet Brazilian and world legal obligations and also to ensure credibility with its consumers, the food industries seek in technology a form of ensuring temperature standards at their control points, facilitating the monitoring of these points and generating reliable reports thereof. A data acquisition project was developed to meet the needs of a dairy industry. The project consists of 1 Fieldlogger data acquisition modules connected via ModBus network to 20 pt-100 thermal sensors, distributed in 20 cold rooms and 3 pasteurizers.

**Keywords:** Safety. Quality. Data acquisition.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Transmissão de calor por condução .....	12
Figura 2 Transferência de calor por convecção .....	13
Figura 3 Transferência de Calor por Radiação em diferentes superfícies.....	14
Figura 4 Evaporador Instalado em câmara frigorífica.....	16
Figura 5 Unidades Compressoras.....	17
Figura 6 Condensador Evaporativo.....	19
Figura 7 Válvula de Expansão com Bobina solenoide .....	20
Figura 8 Diagrama de um sistema de refrigeração por compressão de vapor .....	21
Figura 9 pt100 .....	22
Figura 10 Fluxograma de Controle de Temperatura .....	23
Figura 11 - controle de temperatura ON/OFF.....	24
Figura 12 Novus Fieldlogger .....	25
Figura 13 : Controlador universal de processo N1200 .....	26
Figura 14 Dispositivo de Medição de Temperatura PT-100 .....	27
Figura 16 diagrama da rede de comunicação .....	29
Figura 17 Tela de Diagnósticos.....	30
Figura 18 Diagnostico de Alarmes .....	31
Figura 19 Gráfico de Registros.....	33

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1: Custo dos Materiais.....	34
------------------------------------	----

## Sumário

<b>1.Introdução</b> .....	9
<b>1.1. Objetivos</b> .....	10
1.1.1. Objetivos Gerais .....	10
1.1.2. Objetivos específicos .....	11
<b>1.2. Justificativa</b> .....	11
<b>2. Fundamentação Teórica</b> .....	11
<b>2.1. Calor</b> .....	11
<b>2.2. Transmissão de calor</b> .....	12
2.2.1. Condução .....	12
2.2.2. Convecção.....	13
2.2.3. Radiação .....	13
<b>2.3. Temperatura</b> .....	14
<b>2.4. Sistemas de Refrigeração</b> .....	15
2.4.1. Evaporador .....	16
2.4.2. Compressor .....	16
2.4.3. Condensador .....	17
2.4.4. Válvula de expansão .....	19
2.4.5. Diagrama basico de um sistema de refrigeração.....	20
<b>2.5. Sistema de Controle de temperatura</b> .....	21
2.5.1 Detectores de temperatura à resistência .....	21
2.5.2. Controlador de processos .....	23
2.5.3. Controle tipo On/Off .....	23
<b>3. Materiais e métodos</b> .....	25
<b>3.1. Materiais</b> .....	25
3.1.1. Hardware .....	25
3.1.2 Software.....	27
<b>3.2. Método</b> .....	28
<b>4. Resultados e discussões</b> .....	29
<b>5. Conclusões</b> .....	34
Referencias .....	35



## 1.Introdução

Desde os tempos pré-históricos, o homem descobriu que sua caça duraria mais se os mantivesse em baixas temperaturas. Com isso, ele passou a armazenar seus mantimentos em cavernas frias ou enterrado na neve. Com a evolução do conhecimento humano, foi descoberto que a adição de determinados produtos químicos como nitrato de sódio ou nitrato de potássio na água, ocasiona queda de temperatura. A revolução industrial possibilitou a invenção de sistemas de refrigeração mecânica, compostos por compressores, unidades evaporadoras e gás refrigerante (1).

A história da refrigeração artificial começou no ano de 1755, quando o professor escocês William Cullen fez a primeira máquina de refrigeração (2), produzindo uma pequena quantidade de gelo em seu laboratório.

Nos dias atuais, sistemas de refrigeração mecânica são responsáveis pelo conforto térmico ambiental, utilizando condicionadores de ar, pela conservação de bens perecíveis, como medicamentos e alimentos, utilizando freezers e refrigeradores, e no controle de processos produtivos através de máquinas frigoríficas e bombas de calor, sendo amplamente utilizados para fornecer resfriamento essencial para vários processos industriais como: camaras frigoríficas de maturação, de congelamento, de estocagem, *chillers* (3) (4).

A refrigeração pode ser utilizada para retardar o crescimento bacteriano. As bactérias se encontram em todos os lugares da natureza como solo, ar, água e também nos alimentos que comemos. Em condições favoráveis para sua proliferação elas se multiplicam de maneira exponencial e dependendo de seu grau patogênico pode, em casos extremos, levar a óbito o indivíduo infectado.<sup>[08]</sup>

Fatores como utilização de matérias primas cruas ou grande quantidade de bactérias são fatores que tornam um alimento impróprio para consumo, por ser oferecer de riscos ao consumidor (5). Uma forma de desinfecção de alimentos é a utilização de uma técnica chamada Pasteurização. Neste processo, o alimento deve ser aquecido de 4 ° C a 72 ° C, sendo mantido a essa temperatura por alguns

segundos e depois é arrefecido de volta a 4 ° C (2). O processo de pasteurização é utilizado por diversas indústrias, inclusive na indústria de laticínios. Por conta do processo de pasteurização e armazenagem de laticínios, a matéria prima tem sua temperatura controlada em cada passo do processo.

O controle de temperatura nos processos de indústrias de laticínios é regulado por agências no âmbito federal e estadual. Segundo as normas vigentes, a medição da temperatura e sua correção devem ser realizados pelo menos três vezes ao dia (6). No processo de medição da temperatura utilizam-se termostatos, termômetros de vidro e/ou termômetro de máxima e mínima, analógicos ou digitais.

O processo de controle e verificação, na maioria das indústrias ainda são feitos manualmente, o que a alocação de profissionais para esta função e seu deslocamento até cada um dos pontos de leitura dos sensores. Em sendo um processo manual, podem haver atrasos no processo de leitura dos sensores, bem como uma demora na percepção de variações de temperatura, podendo levar a perdas no processo produtivo.

A fim de mitigar as falhas introduzidas pela leitura e controle de temperatura manuais, as indústrias têm investido em sistemas automáticos de aquisição de dados e controle dos processos. Assim, nesse trabalho, é apresentada a implementação de um sistema automático de leitura e controle de temperatura em uma indústria de laticínios e são discutidos os resultados obtidos por esta implementação. Assim, no próximo capítulo são apresentados os objetivos e justificativa do projeto. Em seguida é feita uma contextualização teórica sobre o tema, seguida pela apresentação da metodologia utilizada neste projeto. Após a apresentação da metodologia, é feita uma breve discussão sobre os resultados obtidos. Este trabalho é concluído, demonstrando as melhorias obtidas pela automatização deste processo produtivo.

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1. Objetivos Gerais**

Este trabalho visa a elaboração e montagem de um sistema de controle em malha fechada, monitoramento e aquisição de dados, em alternativa ao processo atual

em uma indústria de laticínios. Com o desenvolvimento desse sistema será possível determinar o comportamento dos diferentes tipos de ambientes e processos verificando os picos de cargas térmicas e possíveis desvios no controle, monitorando em tempo real e gerando relatórios das variações durante intervalos de tempo pré-definidos.

### 1.1.2. Objetivos específicos

Os objetivos específicos consistem em 4 principais pontos:

Especificação dos sensores e atuadores que farão parte do sistema de controle de temperatura.

Especificação e implantação de um sistema de acionamento e controle de temperatura para as câmaras de resfriamento

Especificação e implantação de uma rede de comunicação de dados para possibilitar a troca de sinais de controle entre os controladores e o sistema supervisor.

Configuração do software de supervisão para permitir a coleta de informações dos sensores e atuadores.

## 1.2. Justificativa

O desenvolvimento deste sistema possibilitará o monitoramento e controle de temperatura em tempo real dos diferentes pontos de produção na indústria de laticínios. Esse controle de temperatura, possibilitará uma redução de desperdícios de produção e deslocamento de técnicos especializados em refrigeração.

## 2. Fundamentação Teórica

### 2.1. Calor

O calor é uma forma de energia que pode transmitir-se de um corpo a outro, em virtude da diferença de temperatura existente entre eles (6), se transmitindo do corpo de temperatura mais alta para o de temperatura mais baixa. Quando dois corpos de temperaturas diferentes estão em contato, as temperaturas dos dois tendem a se igualar.

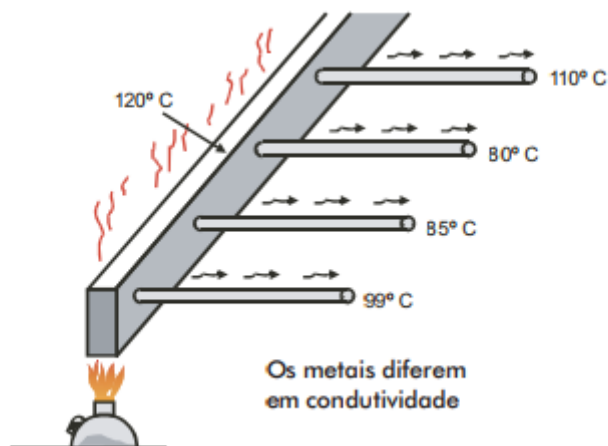
## 2.2. Transmissão de calor

### 2.2.1. Condução

O processo de condução se dá quando o calor é transferido pelo contato direto entre as moléculas de um corpo ou entre as moléculas de dois ou mais corpos (6). A transmissão por condução acontece, por exemplo, quando aquecemos uma barra metálica a partir de um determinado ponto, assim o calor é transmitido por condução aos demais pontos.

Na figura 1, por exemplo, tem-se uma barra metálica, em formato retangular, com quatro barras tubulares engastadas, compostas por diferentes metais. Nesse caso, a barra retangular recebe calor e o mesmo é transmitido por condução a toda a barra, mas para as quatro restantes a transmissão é feita de forma distinta, haja visto que os metais diferem em condutividade.

Figura 1 Transmissão de calor por condução

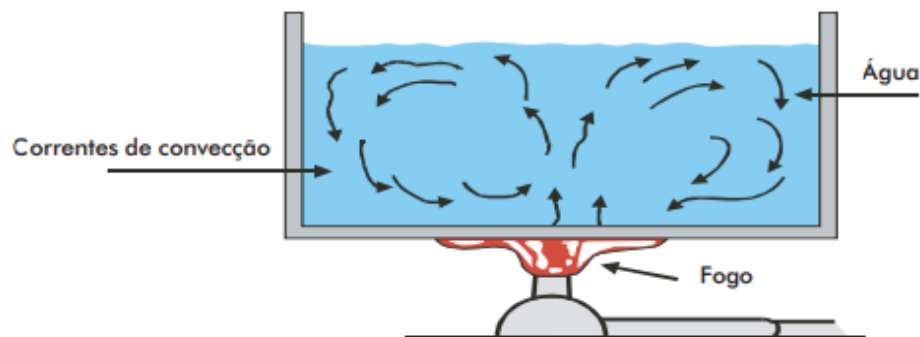


Fonte: (6)

### 2.2.2. Convecção

O processo de convecção se dá quando o calor é transferido de um local para outro através de correntes existentes nos meios fluidos (6). Por exemplo, em uma panela com água, sendo aquecida na parte inferior da mesma, teremos como resultado um fluxo de água aquecida que sobe para a superfície, permitindo que outra porção seja aquecida, formando um ciclo contínuo de aquecimento (correntes de convecção) de todo o fluido existente no recipiente.

Figura 2 Transferência de calor por convecção

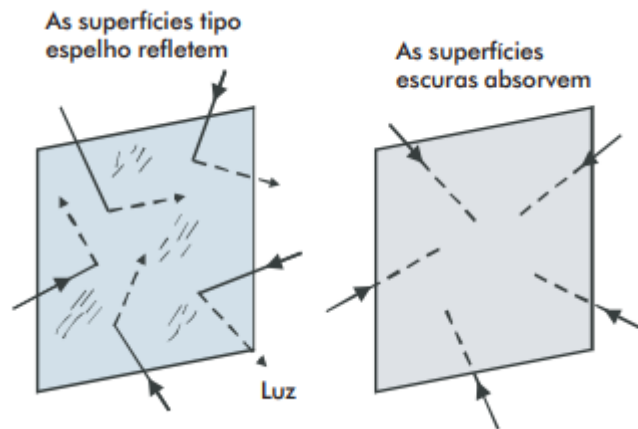


Fonte: (6)

### 2.2.3. Radiação

A radiação é um processo pelo qual o calor é transmitido de um corpo a alta temperatura para um de temperatura mais baixa, quando tais corpos estão separados no espaço, ainda que exista vácuo entre eles (Keith, 1997). Por exemplo, o calor do sol é transmitido por radiação até os corpos ao seu redor, e essa energia é absorvida e refletida por um corpo dependendo da natureza do material, da textura e cor.

Figura 3 Transferência de Calor por Radiação em diferentes superfícies



Fonte: (6)

### 2.3. Temperatura

O calor é uma forma de energia e sua intensidade é medida através de termômetros, que registra a temperatura de um corpo (6). Os termômetros registram a temperatura em graus utilizando-se de várias escalas para representá-la. Existem várias escalas para medição de temperatura, sendo as mais utilizadas a Fahrenheit (°F), Celsius (°C) e Kelvin.

A escala Fahrenheit de temperatura foi proposta por Daniel Gabriel Fahrenheit em 1724, sendo utilizada na Inglaterra e por algumas das suas ex-colônias.

A escala Celsius teve origem a partir do modelo proposto pelo astrônomo sueco Anders Celsius (1701-1744), inicialmente denominado escala centígrada (Grau centígrado). Esta escala é baseada nos pontos de fusão e , em , aos quais são atribuídos os valores de 0 °C e 100 °C, respectivamente. Devido a esta divisão centesimal, se deu a antiga nomenclatura grau centígrado (cem partes/graus) que, em 1948, durante a 9ª Conferência Geral de Pesos e Medidas (CR 64), teve seu nome oficialmente modificado para grau Celsius, em reconhecimento ao trabalho de Anders Celsius e para fim de desambiguação com o prefixo *centi* do sistema Internacional (SI) (7).

O Kelvin é o nome da unidade de base do SI para medição de temperatura termodinâmica. O kelvin é a fração  $1/273,16$  da temperatura termodinâmica do ponto triplo da água. A escala kelvin recebeu este nome em homenagem ao físico e engenheiro irlandês William Thomson (1824–1907), 1º barão Kelvin, que escreveu sobre a necessidade de uma "escala termométrica absoluta".

## 2.4. Sistemas de Refrigeração

A refrigeração pode ser definida como o processo de alcançar e manter a temperatura em um determinado ambiente e conseqüentemente de algum produto que esteja neste espaço (2).

A base da refrigeração moderna é a capacidade dos líquidos de absorver calor à medida que se condensam ou evaporam. Este processo foi demonstrado em 1755 pelo Professor William Cullen da Universidade de Edimburgo em 1755 quando colocou uma quantidade de água em contato térmico com éter sob um receptor de uma bomba de vácuo. A taxa de evaporação do éter aumentou devido à pressão negativa e a água passou do estado líquido para o estado sólido (2).

O processo de refrigeração se dá na relação entre a pressão e o calor latente. A pressão de saturação determina um ponto de equilíbrio entre a quantidade do fluido que está em estado líquido e estado gasoso a uma determinada temperatura. Alterações na pressão tem relação direta com a temperatura de solidificação ou ebulição de um fluido. Por exemplo em uma panela de pressão, conforme ocorre um incremento da pressão, há um incremento proporcional na temperatura de ebulição da água (2).

Calor latente, também chamado de calor de transformação, é a grandeza física relacionada à quantidade de calor que uma unidade de massa de determinada substância deve receber ou ceder para mudar de fase, ou seja, passar do estado sólido para o estado líquido, do estado líquido para o estado gasoso e vice-versa. Assim, através da variação da pressão, um determinado fluido poder absorver ou fornecer calor do meio onde se encontra.

Em um sistema de refrigeração, a temperatura do gás refrigerante permanecerá constante, desde que a bomba de vácuo mantenha uma pressão igual à pressão de saturação da temperatura desejada (2). Este processo requer que o sistema possua ciclos de compressão e descompressão do fluido refrigerante para realizar a transferência de calor entre o local que se deseja refrigerar e o meio ambiente (2). Os componentes do sistema de refrigeração moderno que são responsáveis pela evaporação, retirada dos vapores e condensação do fluido refrigerante, são respectivamente: Evaporador, compressor e condensador.

#### 2.4.1. Evaporador

No Evaporador, o fluido refrigerante se expande, absorve calor e passa para o estado gasoso, transformando-se em vapor refrigerante (6). Os evaporadores consistem em uma série de tubos (serpentinhas) alocados dentro dos ambientes onde se deseja controlar a temperatura.

Figura 4 Evaporador Instalado em câmara frigorífica



Fonte: Fornecido por Laticínios Tirolez.

#### 2.4.2. Compressor



O compressor possui uma dupla função no sistema de refrigeração. Ele pode agir no sistema descomprimindo o gás refrigerante ou o comprimindo. Quando atua como descompressor, ele é responsável por introduzir uma pressão negativa na linha da unidade evaporadora, fazendo com que o flúido refrigerante passe do estado líquido para o gasoso.

Quanto menor a temperatura desejada no ambiente, menor será a pressão de saturação que deverá ser mantida pelo compressor. Por outro lado, o compressor deve aumentar a pressão do refrigerante para um nível no qual ele pode condensar rejeitando o calor no meio de resfriamento no condensador (2).

Figura 5 Unidades Compressoras



Fonte: (8)

### 2.4.3. Condensador

O processo de condensação requer rejeição de calor. O processo de condensação foi aprendido na segunda metade do século XVIII, quando U.F. Clouet e G. Monge licuaram o  $\text{SO}_2$  (dióxido de enxofre) em 1780. Em 1787, Van Marum e Van Troostwijk liquefizeram  $\text{NH}_3$  (amônia) (2).

O condensador é formado por uma série de tubos de diâmetros diversos, sendo normalmente resfriado por correntes de água que passam entre seus tubos. Por exemplo, quando a amônia gasosa circula nestes tubos, ela diminui sua temperatura, dissipando parte do seu calor para a corrente de água, e se liquefaz (8).

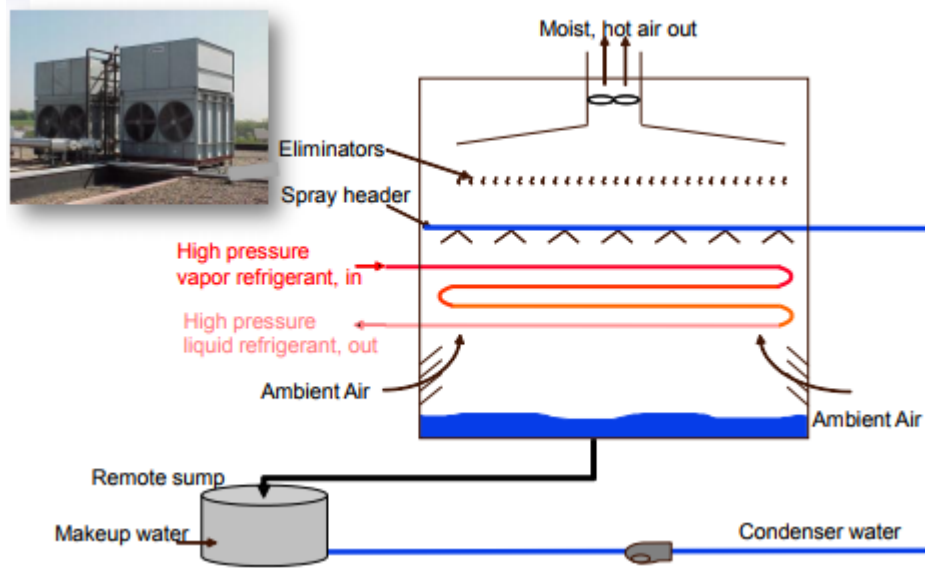
A figura 6 apresenta o processo de condensação onde, o vapor do refrigerante vindo do compressor à alta pressão e temperatura, é introduzida no evaporador por meio de uma serpentina ( entrada indicada pela cor vermelha e saída indicada pela cor alaranjada ).

A parte superior do condensador possui um ventilador, responsável pela criação de um fluxo de ar ambiente em seu interior, das extremidades inferiores até a saída, no topo do condensador. Logo abaixo existe a presença de um filtro, chamado filtro eliminador, responsável pela retenção de parte das partículas de água e poeira, diminuindo o consumo de água e também evitando danos ao ventilador e ao meio ambiente.

Abaixo do filtro de eliminação, existe tubulação com bicos dispersores de água. Neste processo a água é utilizada para resfriar o ar ambiente, aquecido após a passagem pela serpentina de gás refrigerante, bem como auxiliar, em parte, no resfriamento do gás refrigerante.

Por conta do calor que é dissipado pela serpentina para o ar ambiente e para parte do fluxo de água dispersado, uma parte deste fluxo de água em estado líquido passa para o estado gasoso. Esta água em estado gasoso é retirada do condensador junto com o ar ambiente na parte superior do condensador. A parte do fluxo de água que não foi evaporada, é retida na parte inferior do condensador e bombeada novamente para os bicos dispersores.

Figura 6 Condensador Evaporativo

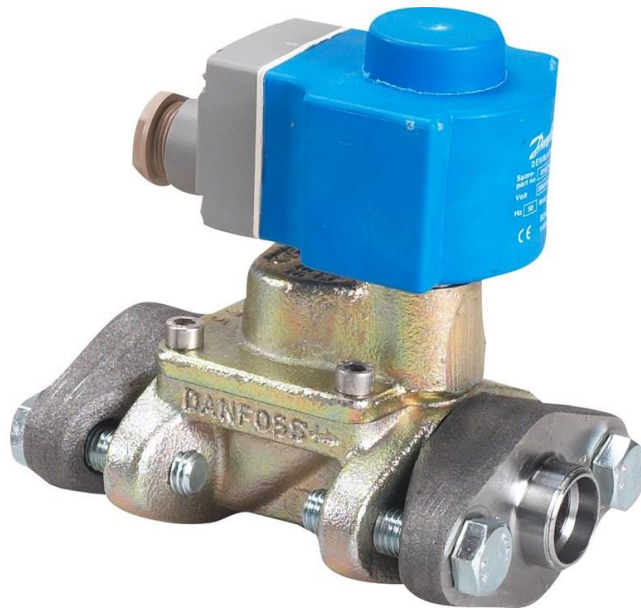


Fonte: (8)

#### 2.4.4. Válvula de expansão

Para manter a diferença de pressão entre o condensador e o evaporador, há um dispositivo de aceleração conectado entre eles chamado válvula de expansão (2). A finalidade deste dispositivo é regular a vazão de líquido refrigerante que ingressa no evaporador (6). A restrição na passagem do líquido refrigerante pela válvula, faz com que apareça uma diferença de pressão entre sua entrada e saída. Essa diferença de pressão faz com que parte do líquido refrigerante vaporize, absorvendo calor do restante da massa líquida. Assim, na saída do dispositivo temos uma mistura de líquido e vapor sob temperatura e pressão inferiores àquelas da entrada (9).

Figura 7 Válvula de Expansão com Bobina solenoide

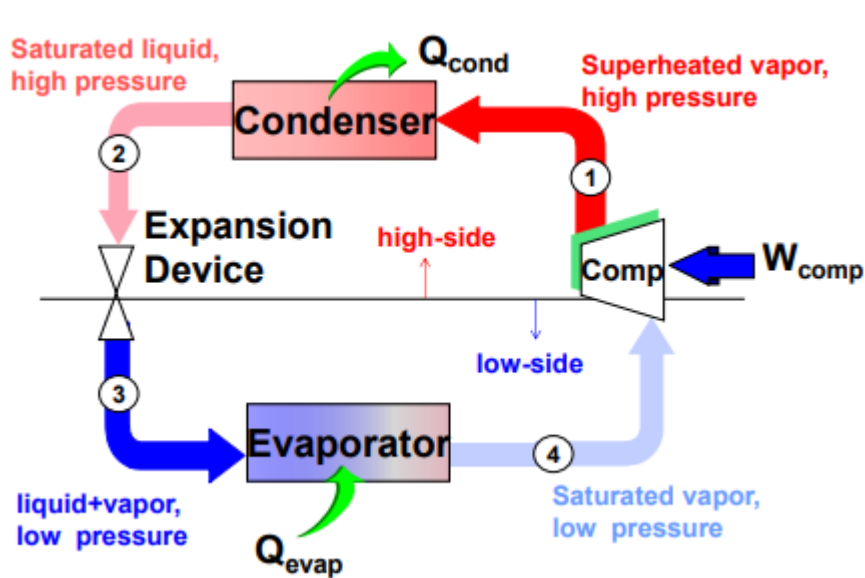


Fonte: (10)

#### 2.4.5. Diagrama básico de um sistema de refrigeração

A Figura 8 apresenta o diagrama básico de um sistema de refrigeração por compressão de vapor onde: O líquido refrigerante absorve o calor do meio onde está inserido, por exemplo uma câmara frigorífica, e evapora à baixa pressão e baixa temperatura (processo 3-4). O vapor é então aspirado e é comprimido (processo 4-1). No condensador os vapores dissipam parte do seu calor e se condensam (processo 1-2). À temperatura e pressão constantes, o líquido saturado (ponto 2) deixa o condensador. Dentro da válvula de expansão, a diferença de pressão faz com que parte do líquido se evapore, reiniciando o processo.

Figura 8 Diagrama de um sistema de refrigeração por compressão de vapor



Fonte: (8).

## 2.5. Sistema de Controle de temperatura

Um sistema de controle de temperatura é um dispositivo ou conjunto de dispositivos que gerenciam, comandam, direcionam ou regulam o comportamento de outros dispositivos ou sistemas, com o objetivo de controlar a temperatura de um corpo ou de um ambiente (11).

Os sistemas de controle de temperatura, normalmente são constituídos por um pequeno dispositivo de controle de lógica digital programável, chamado controlador de processo, conectado a um sistema de aquecimento e / ou refrigeração (11).

O sistema de controle de temperatura atua na válvula de expansão, controlando a vazão de líquido refrigerante, comparando a leitura adquirida através de sensores com um valor de temperatura previamente estabelecido como referencial.

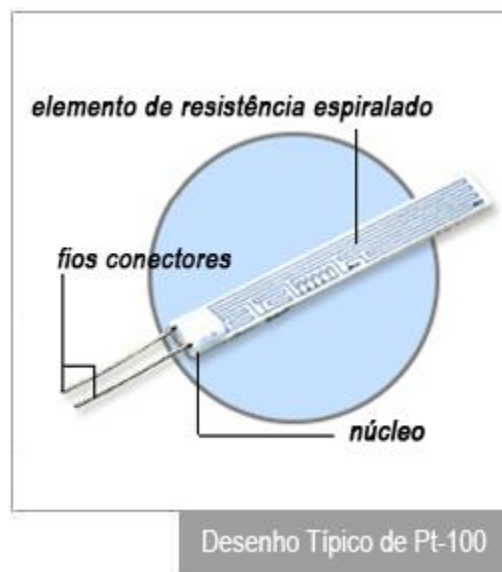
### 2.5.1 Detectores de temperatura à resistência

O princípio de medição de temperatura por meio de termoresistores repousa essencialmente sobre a medição da variação da resistência elétrica de um fio metálico

em função da temperatura (12). Este processo já era utilizado há muitos anos para medir a temperatura em processos laboratoriais e industriais, sendo precisos e estáveis (13).

Um dos sensores mais utilizados na indústria atualmente, conhecido como Pt-100, consiste de uma extensão de um fino fio espiralado envolto em um núcleo de cerâmica ou vidro. Pela fragilidade dos materiais que o constituem, frágil, este é colocado dentro de uma sonda com bainha para protegê-lo. Dada sua vasta utilização, o Pt-100 possui vasta documentação contendo seus valores de resistência elétrica em relação a várias temperaturas resistência a várias temperaturas (13).

Figura 9 pt100



Fonte: (13).

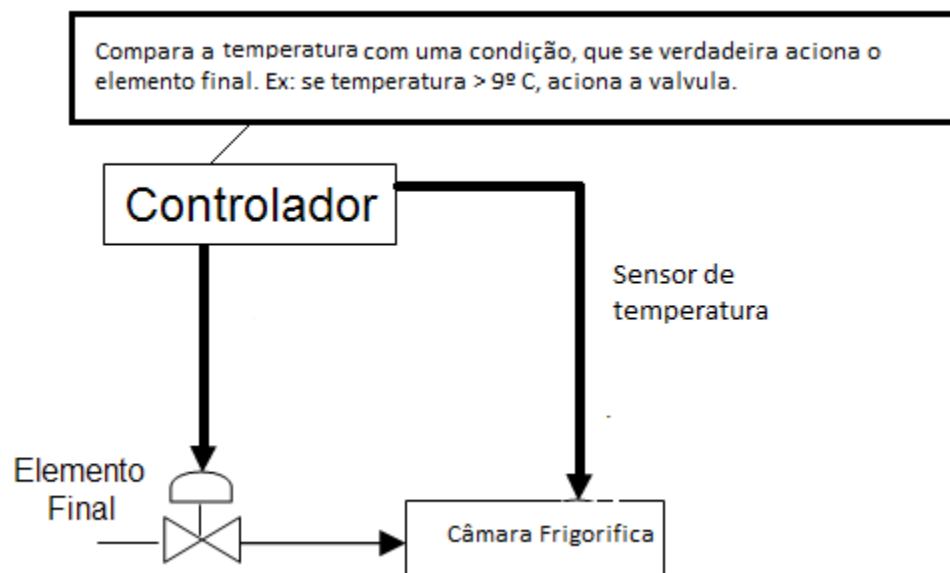
“Existem dois padrões para Pt-100 de platina: o padrão europeu (também conhecido como DIN ou IEC) e o norte-americano. O padrão europeu, é considerado o padrão mundial para Pt-100 de platina. Esse padrão, DIN/IEC 60751 (ou simplesmente IEC751), exige que Pt-100 tenha uma resistência elétrica de 100,00  $\Omega$  a 0°C e um coeficiente de resistência por temperatura (TCR) de 0,00385  $\Omega/\Omega/^\circ\text{C}$  entre 0 e 100°C” (13).

### 2.5.2. Controlador de processos

Um Controlador de processos é um dispositivo eletrônico usado para automação de processos industriais, como controle de máquinas em linhas de montagem de fábrica. Esse controlador de processos recebe sinais elétricos de sensores, compara os valores recebidos com um valor estabelecido por um operador e atuam no processo através de suas saídas à relé se necessário (14).

A figura 10 mostra um fluxograma de um controlador de temperatura onde, o controle liga quando a temperatura esta abaixo do valor estabelecido pelo operador e desliga apos alcançar o valor especificado (15).

Figura 10 Fluxograma de Controle de Temperatura



Fonte: Proprio autor.

### 2.5.3. Controle tipo On/Off

Atualmente, nos sistemas de fabricação, são utilizados majoritariamente três sistemas de controle de temperatura: ON-OFF, Proporcional e PID (15).

“O controle de temperatura ON/OFF além de ser o mais barato de todos os tipos de controle também é o mais simples em termos de funcionamento pois o seu controle é apenas ligar ou desligar” (15).

A figura 11 demonstra o funcionamento de um controlador “ON/OFF”, utilizado no controle de temperatura. Conforme pode ser observado na figura 11, o controlador desativa a sua saída a relé, quando detecta uma temperatura menor que a estabelecida (*setpoint*) decrescida de uma tolerância (*Hysteresis*), indicada pelas linhas ponto traço ponto. A saída a relé é ativada quando o controlador detecta uma temperatura maior que previamente estabelecida acrescida da tolerância.

Figura 11 - controle de temperatura ON/OFF



Fonte: Próprio autor.

O controlador de temperatura atua, ligando ou desligando sua saída a relé instantaneamente (na ordem de nanossegundos) ao passo que a elevação ou diminuição da temperatura, por conta das características do processo, ocorrem em uma escala de tempo de minutos. Essa diferença de escala de tempo pode levar o controlador a ligar ou desligar sua saída a relé desnecessariamente, de maneira tal que venha a danificar os componentes do processo que estão ligados a esta saída. Para evitar que o controlador atue desnecessariamente, é utilizada a uma banda de tolerância, onde o controlador só atua desligando ou ligando sua saída a relé, após a temperatura ter ultrapassado o limite superior ou inferior da banda de tolerância.

Para realizar o controle de temperatura, a saída a relé do controlador é ligada ao solenoide de uma válvula de expansão (conforme mostrado na sessão 2.4.4).



Quando a saída a relé do controlador é ativada, ela energiza a bobina solenóide que por sua vez atrai o embolo da válvula de expansão, liberando a passagem de fluido refrigerante para o evaporador dentro da câmara. Quando a temperatura do ambiente atingir o valor estabelecido menos a tolerância, o controlado abre novamente o contato do relé, desligando a alimentação elétrica da bobina, fechando a solenoide e obstruindo então a passagem de líquido.

### 3. Materiais e métodos

#### 3.1. Materiais

##### 3.1.1. Hardware

##### 3.1.1.1. *Novus Fieldlogger*

O modulo de aquisição utilizado é do fabricante NOVUS, modelo FIELDLOGGER. Este é utilizado como sistema que efetua a leitura e registro de variáveis digitais e analógicas, possuindo uma unidade micro processada inteligente, podendo ser usada como terminal registrador independente de dados ou terminal remoto de aquisição de dados em tempo real (14). Ele possui interface serial RS485 e opera com o protocolo ModBus RTU, permitindo a leitura de 64 canais externos para aquisição e registro (14). Neste trabalho ele foi utilizado apenas como interface entre os controladores de processo e o servidor SCADA

*Figura 12 Novus Fieldlogger*



Fonte: (14).

### 3.1.1.2. Controladores de processos N1200

O Controlador de processos do fabricante Novus, modelo N1200, foi escolhido para atuar como controlador do processo. Este controlador é o responsável pela aquisição de dados dos sensores de temperatura, envio de sinais de controle para as válvulas de temperatura e ainda envio dos das leituras dos sensores para o *filedlogger*.

Figura 13 : Controlador universal de processo N1200



FONTE: (14)

### 3.1.1.3. Termoresistores PT-100

Os termosensores utilizados foram do fabricante SALCAS e de modelo TR- 300 – Pt100. Estes possuem faixa de medição de temperatura entre -200 °C a 650°C. O anexo 1 contém os valores tabelados de resistência do sensor/temperatura em condições normais de temperatura e pressão.

Figura 14 Dispositivo de Medição de Temperatura PT-100



Fonte: (16).

#### 3.1.1.4. Cabos de Comunicação

Os cabos utilizados para comunicação serial são do tipo CUE TSB 22AWG 300V MOD PT, sendo utilizado na indústria para comunicação de dados em equipamentos de instrumentação, automação e inversores.

#### 3.1.1.5. Elementos de Controle

O elemento final de controle é a válvula solenoide de elevação assistida para linhas de líquido, sucção e gás quente com amônia do fabricante *Danfoss*. Estas já estavam instaladas na planta.

### 3.1.2 Software

#### 3.1.2.1. *Novus Nconfig*

O software *Nconfig* do fabricante *Novus* é o responsável pela configuração dos controladores de processos, onde se informa o tipo de sensor, *setpoint* e tipo de controle (ON/OFF, PID ou proporcional) a ser utilizado.

### 3.1.2.2. NOVUS Fieldlogger V1.63

Através do software Novus Fieldlogger V1.63 é feita a configuração da rede de comunicação, alarmes e canais ativos, além do monitoramento e criação de relatórios. O passo a passo da configuração está disposto no Anexo 2.

## 3.2. Método

A medição de temperatura do projeto é feita através de sensores do tipo pt-100 conectados aos controladores N1200. A termorreistancia é instalada no interior das câmaras e conectada ao controlador por meio de cabos 22 AWG de 3 vias. Após o controlador ser configurado por meio do software Nconfig, o controlador passa a registrar a variação de resistência do sensor, indicar e atuar no processo através de suas saídas a relé.

Os controladores instalados pela planta são interligados entre si e com o modulo de aquisição de dados através de cabos 22 AWG Blindados criando uma rede de comunicação serial RS-485 de protocolo *Modbus RTU*. O modulo de aquisição é ligado à um servidor por cabos de par trançados através de rede de *comunicação ETHERNET*, criando uma interface entre os computadores das partes interessadas no processo e os controladores em campo.

Figura 15 diagrama da rede de comunicação



Fonte: próprio autor.

O módulo de aquisição de dados e a rede são configurados através configurado através do software NOVUS Fieldlogger V1.63, onde define-se o intervalo entre aquisições, modo de operação (mestre, escravo), endereço dos controladores na rede, canais de aquisição ativos, identificação dos controladores e alarmes.

Após a configuração, o sistema pode ser monitorado por qualquer computador com acesso a rede do servidor desde de que tenha o software instalado. Nele é possível visualizar as variáveis do processo em tempo real e ainda gerar relatórios e gráficos de tendência.

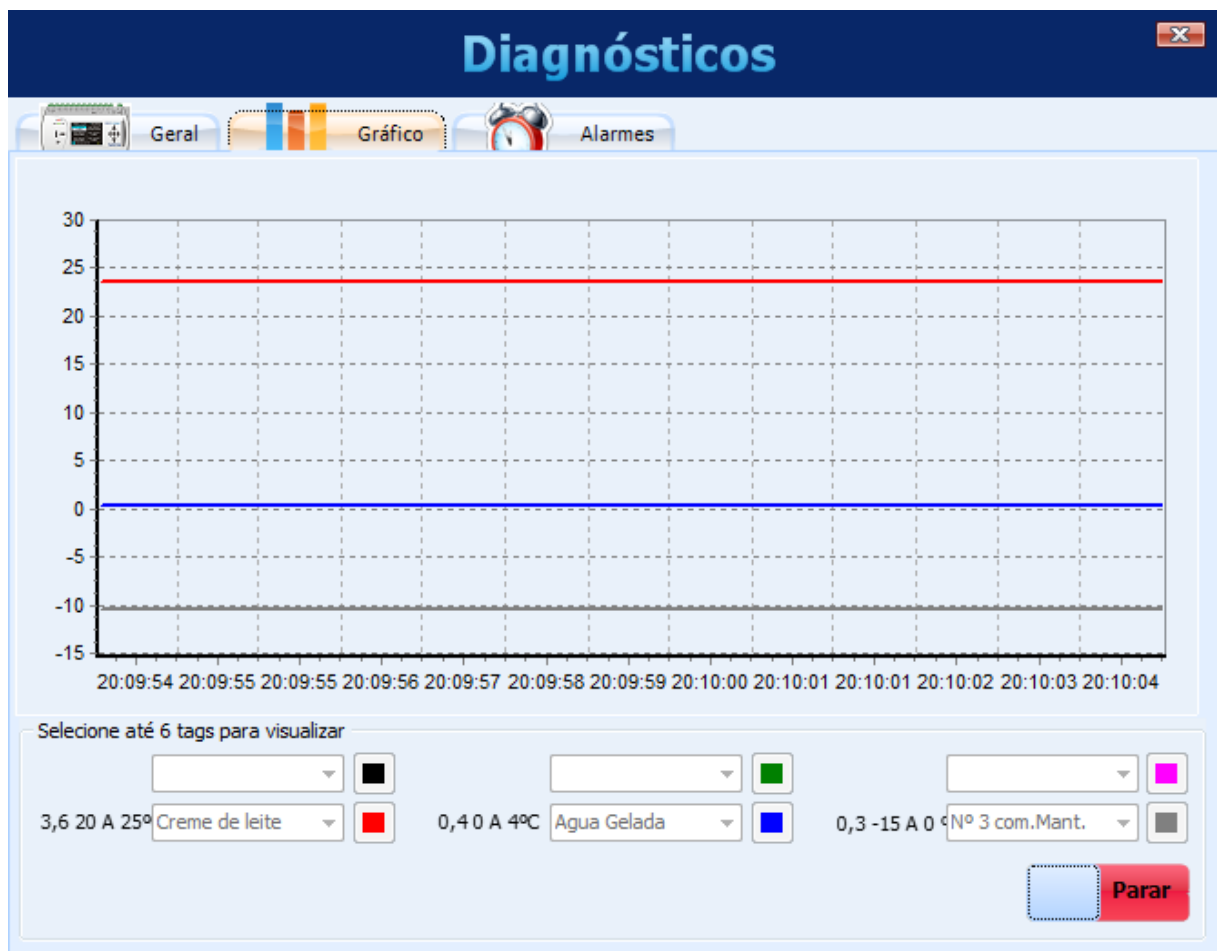
## 4. Resultados e discussões

O processo de verificação manual era feito 3 vezes por turno de trabalho, que somavam 9 verificações a cada 24 horas. Em cada verificação o operador do turno percorria todos os pontos de verificação no interior de cada câmara frigorífica. Esse processo durava cerca de 50 minutos. Somando todos as verificações eram gastos 7,5 horas por dia em média com esses deslocamentos.

Com a implantação da tela de diagnósticos o tempo gasto com cada verificação é de aproximadamente 5 minutos. Essa característica se mostrou uma ótima alternativa ao método anterior, uma vez os técnicos têm mais tempo para se dedicar as atividades de manutenção preventiva do sistema, aumentando a confiabilidade e diminuindo o número de horas extras com manutenções corretivas.

Na figura 17 é possível observar tela de monitoramento de temperatura do sistema de refrigeração onde pode-se visualizar a temperatura de forma gráfica em tempo real.

Figura 16 Tela de Diagnósticos



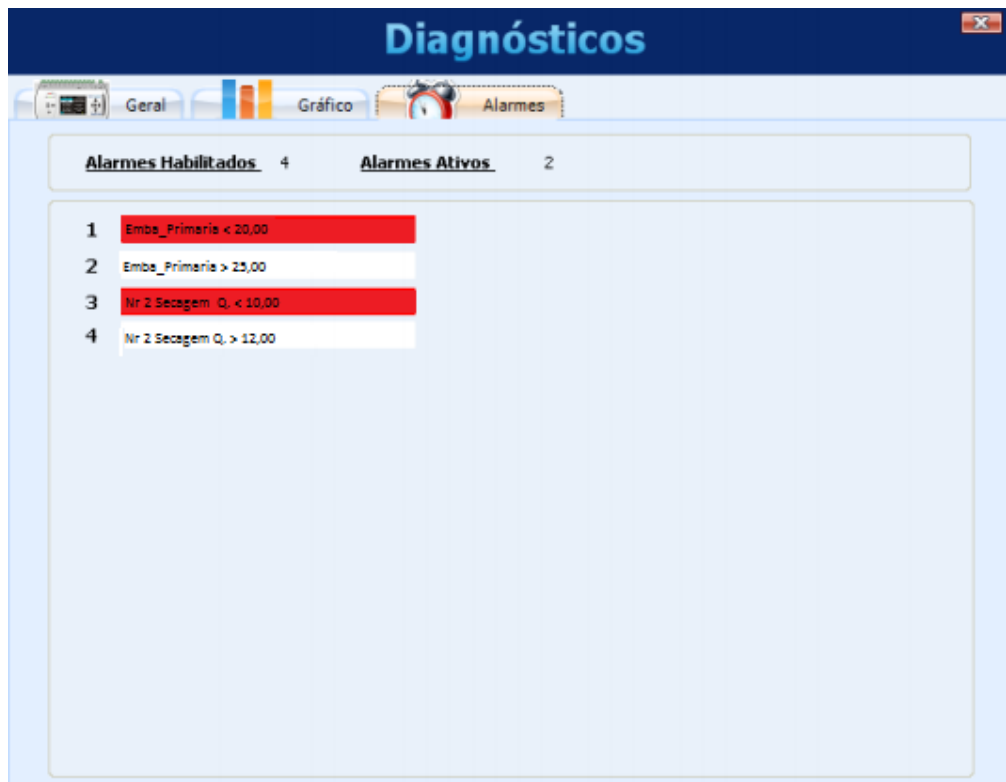
Fonte: Fornecido por Laticínios Tirolez.

Atualmente, as empresas para se manterem competitivas necessitam além da qualidade de seus produtos ter um preço atrativo. Reprocesso e perdas de matéria prima por falha no controle de temperatura afetam diretamente o custo do produto acabado por causar prejuízos no longo prazo.

Com o intuito de diminuir o tempo na percepção de possíveis falhas no controle, foram configurados alarmes que servem para alertar os responsáveis pela operação do processo sobre falhas no sistema de controle, possibilitando a correção destes problemas no processo o mais rápido possível, diminuindo o risco de perda de matéria prima ou reprocesso. Diferentemente do método usado anteriormente, onde falhas apenas eram percebidas após longos períodos de tempo, afetando os processos e causando prejuízos.

Na Figura 18 é possível visualizar alguns alarmes no processo de refrigeração, onde os alarmes em vermelhos são os alarmes que estão ativos, indicando tag do processo e condição de atuação do alarme.

Figura 17 Diagnostico de Alarmes



Fonte: Fornecido por Laticínios Tirolez.

Foram realizados testes por períodos curtos de tempo, durante alguns minutos, e testes longos, por cerca 30 dias com o sistema ligado 24h por dia. Assim comprovou-se a confiabilidade do sistema de aquisição e estabilidade dos sinais recebidos pelos

sensores. Nesses testes foi possível comprovar a qualidade dos sinais recebidos pelos modulo de aquisição.

A confiabilidade e estabilidade do processo como um todo foi ampliada através da troca dos termostatos pelos controladores de processo. No caso das câmaras frigoríficas a troca dos dispositivos de controle proporcionou uma percepção mais rápida dos desvios e falhas no sistema de refrigeração, uma vez que os controladores passaram a comunicar com o software de aquisição sobre estes desvios.

A faixa de tolerância dos termostatos girava em torno de dois graus cécius e essa grande variação de temperatura nos processos de pasteurização, fazia com que o leite fosse desviado para reprocesso todas as vezes que o alcançava o limite de tolerância do processo de pasteurização. No caso dos pasteurizadores a faixa de tolerância da temperatura foi reduzida de dois para meio grau cécius e a interferência da variação de temperatura no processo foi eliminada.

Ainda no sistema de controle, foi introduzida a facilidade de alteração de parâmetros de controle remotamente, através do software Nconfig. Isso eliminou a necessidade de movimentar algum técnico até o aparelho em campo para alteração de algum parâmetro ou configuração.

Na figura 19 é possível observar a opção de registro gráfico de temperatura de um pasteurizador por um período de 18 horas ( das 00:00 até as 18:00 horas). Nela verifica-se que a temperatura é mantida à 73,3°C durante o ciclo produtivo ( das 00:00 até as 06:00). Entre as 06:00 e 07:00 da manhã é realizada um ciclo de limpeza intermediária, que contempla a adição de detergente alcalino. Após as 07:00 horas da manhã, uma nova quantidade de leite é adicionada ao pasteurizador, permanecendo neste à temperatura de 73,3 graus até as 12:30. Às 13 horas é feita a limpeza total do pasteurizador, e o mesmo permanece desligado até um novo ciclo de produção às 0 horas do dia seguinte.



Figura 18 Gráfico de Registros



Fonte: Fornecido por Laticínios Tirolez.

O registro gráfico de temperatura é importante também durante as auditorias do processo produtivo bem como registro histórico para possíveis auditorias externas. Anteriormente estes registros eram realizados manualmente através de cartas gráficas, gerando transtorno ao final de todos os expedientes para a troca das mesmas e requerendo espaço físico para o armazenamento dos relatórios gerados.

O custo de implementação levando em conta os materiais utilizados, como 2 módulos de aquisição de dados Fieldlogger, 23 controladores de processo Novus N1200, 23 sensores tipo Pt-100 e 200 metros de cabos para instrumentação foi de R\$38.114,88.

Tabela1: Custo dos Materiais

<b>Componente</b>	<b>Custo por unidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Custo total</b>
Fieldlogger	R\$4.799,00	2 unidades	R\$9.598,00
Novus N1200	R\$826,56	23 unidades	R\$19.010,88
Cabos	R\$3,60	200 m	R\$ 720,00
Sensores Pt- 100	R\$382,00	23	R\$8.786,00

Fonte: Fornecido por Laticínios Tirolez.

## 5. Conclusões

Os objetivos do trabalho foram alcançados, visto que o método de controle adotado se mostrou eficaz em sua responsabilidade, permitindo um correto controle do processo. Assim como o sistema de aquisição que permite a leitura das informações dos dados através de computador permitindo a importação das informações para relatórios gerenciais. Além disso, foram construídas as instalações necessárias para que o sistema de aquisição resista às hostilidades do ambiente, funcionando de forma simples e segura.

A necessidade de adaptar as funcionalidades do processo e aparelho de medição, às funcionalidades do aparelho de aquisição, constituem um desafio inerente em qualquer projeto de aquisição de dados. Por outro lado, a capacidade do Fieldlogger e o potencial do software NOVUS FieldLogger v1.63, permitiram configurar uma rede simples e de fácil manutenção usando materiais já em estoque na indústria, reduzindo custos de material e aumentando a confiabilidade do sistema. O uso de controladores de processos do mesmo fabricante facilita os ajustes, e configuração do software de aquisição.

Trabalhos futuros podem ser desenvolvidos para complementar este sistema de aquisição, como por exemplo, a substituição do tipo de controle para o PID,

bastando substituir o tipo de válvulas utilizados, e pequenas mudanças nas configurações dos controladores.

## Referencias

1. E. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. (Org.). **Refrigeration and Food Safety**. 2015. Disponível em: <[https://www.fsis.usda.gov/wps/portal/fsis/topics/food-safety-education/get-answers/food-safety-fact-sheets/safe-food-handling/refrigeration-and-food-safety/ct\\_index](https://www.fsis.usda.gov/wps/portal/fsis/topics/food-safety-education/get-answers/food-safety-fact-sheets/safe-food-handling/refrigeration-and-food-safety/ct_index)>. Acesso em: 23 set. 2017.
2. RADU, Rosca (Comp.). **FOOD REFRIGERATION SYSTEMS AND AIR CONDITIONING SYSTEMS: Course support for Erasmus students**. 2011. Disponível em: <[http://rrosca.tripod.com/refrigeration\\_en.pdf](http://rrosca.tripod.com/refrigeration_en.pdf)>. Acesso em: 22 set. 2017.
3. NEW ZELAND. EECA. . **Refrigeretion systems audit standar: A standard for the auditing of the energy efficiency of industrial and commercial refrigerantion systems**. 2010. Disponível em: <[http://www.emanz.org.nz/system/files/RefrigerationSystems\\_Audit\\_Standard\\_v1.0.pdf](http://www.emanz.org.nz/system/files/RefrigerationSystems_Audit_Standard_v1.0.pdf)>. Acesso em: 24 set. 2017.
4. SALVADOR, Francisco. **Projeto de um sistema de refrigeração industrial com "set point" variavel**. 1999. 60 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 1999. Cap. 1. Disponível em: <[www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3139/tde.../Dissertacao\\_Francisco\\_Salvador.pdf](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3139/tde.../Dissertacao_Francisco_Salvador.pdf)>. Acesso em: 25 set. 2017.
5. FERREIRA, Alexandre Adriano; JORVINO, Renata Jerônimo; SANTOS, Rodrigo Arouca. **DIFICULDADES DE IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DA QUALIDADE EM PEQUENAS E MEDIAS EMPRESAS ALIMENTÍCIAS**. 2010. 18 f. Monografia (Especialização) - Curso de Qualidade, Unilins, Lins, 2010. Disponível em: <<http://revista.unilins.edu.br/index.php/cognitio/article/view/7/9>>. Acesso em: 25 set. 2017.
6. BRASIL. CRISTINA MARIA VIEIRA ROCHA. **Manual Rede Frio**. Brasília, 2001. 80 p. Disponível em: <[bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual\\_rede\\_frio4ed.pdf](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_rede_frio4ed.pdf)>. Acesso em: 26 set. 2017.
7. THE University of Maine. Disponível em: <[gyre.umeoce.maine.edu](http://gyre.umeoce.maine.edu)>. Acesso em: 25 set. 2017.
8. REINDL, Douglas. **An Introduction to Ammonia Refrigeration Systems**. Wisconsin: University Of Wisconsin-madison, 2015. 26 slides, color. Disponível em: <[http://ashraemadison.org/images/Introduction\\_to\\_ammonia\\_refrigeration\\_for\\_Madison\\_Chapter\\_\\_10-12-15\\_.pdf](http://ashraemadison.org/images/Introduction_to_ammonia_refrigeration_for_Madison_Chapter__10-12-15_.pdf)>. Acesso em: 29 set. 2017.

9. MATOS, Rudmar Serafim. **OTIMIZAÇÃO E COMPARAÇÃO DE DESEMPENHO DE TROCADORES DE CALOR DE TUBOS CIRCULARES E ELÍPTICOS ALETADOS**. 2003. 251 f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutorado em Energia e Ciências Térmicas, Universidade Federal do Parana, Curitiba, 2003. Disponível em: <<http://www.pipe.ufpr.br/portal/defesas/tese/004.pdf>>. Acesso em: 30 set. 2017.
10. DANFOSS. **EVRAT, içamento assistido, normalmente fechada (NF)**. 2016. Disponível em: <<http://products.danfoss.com.br/productrange/refrigeration/solenoid-valves/solenoid-valves-ammonia-and-fluorinated-refrigerants/evrat-solenoid-valve-assisted-lift-normally-closed-nc/#/>>. Acesso em: 15 out. 2017.
11. C, Ogu Emmanuel. **TEMPERATURE CONTROL SYSTEM**. 2011. 78 f. TCC (Graduação) - Curso de Bachelor Of Science, School Of Science And Technology Babcock University, Ilishan, 2011. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/293634901\\_Temperature\\_Control\\_System](https://www.researchgate.net/publication/293634901_Temperature_Control_System)>. Acesso em: 21 out. 2017.
12. CESAR, André Lopes. **Estudo de um sistema de aquisição de dados utilizando na grandeza temperatura e desenvolvimento de procedimento para qualificação e validação de estufas, geradores e salas de estabilidade**. 2011. 39 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Eletrica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011. Disponível em: <[http://nupeg.ufrn.br/documentos\\_finais/monografias\\_de\\_graduacao/andrelopescesar.pdf](http://nupeg.ufrn.br/documentos_finais/monografias_de_graduacao/andrelopescesar.pdf)>. Acesso em: 20 out. 2017.
13. INC, Omega Engineering. **Sensores Pt-100**. 2015. Disponível em: <<https://br.omega.com/prodinfo/pt100.html>>. Acesso em: 10 out. 2017.
14. NOVUS AUTOMATION. **Aquisição e Supervisão de Dados**. 2016. Disponível em: <[https://www.novus.com.br/site/default.asp?TroncoID=621808&SecaoID=607370&SubsecaoID=0&Template;=../catalogos/layout\\_produto.asp&ProdutoID=917491&Idioma=55](https://www.novus.com.br/site/default.asp?TroncoID=621808&SecaoID=607370&SubsecaoID=0&Template;=../catalogos/layout_produto.asp&ProdutoID=917491&Idioma=55)>. Acesso em: 10 jul. 2017.
15. CITISYSTEMS. **Como Funciona o Controle de Temperatura**. 2017. Disponível em: <<https://www.citisystems.com.br/controle-de-temperatura/>>. Acesso em: 25 out. 2017.
16. SALCAS INSTRUMENTOS. **Pt-100 . Salcas Instrumentos**. Disponível em: <<http://www.salcas.com.br/image/cache/data/produtos/termoresistencia/termoresistencia-pt100-salcas-tr301-500x500.jpg>>. Acesso em: 20 out. 2017.

## Anexo 1

Tabela de variação de resistência do sensor/temperatura em condições normais de temperatura e pressão.

T (°C)	R (Ω)	R (Ω) - T + 1°C	R (Ω) - T + 2°C	R (Ω) - T + 3°C	R (Ω) - T + 4°C	R (Ω) - T + 5°C	R (Ω) - T + 6°C	R (Ω) - T + 7°C	R (Ω) - T + 8°C	R (Ω) - T + 9°C	Tolerância em °C	
											Cl. A	Cl. B
-200	18,49	18,93	19,36	19,79	20,22	20,65	21,08	21,51	21,94	22,37	± 0,55	± 1,30
-190	22,80	23,23	23,66	24,09	24,52	24,94	25,37	25,80	26,23	26,65	± 0,53	± 1,25
-180	27,08	27,50	27,93	28,35	28,78	29,20	29,63	30,05	30,47	30,90	± 0,51	± 1,20
-170	31,32	31,74	32,16	32,59	33,01	33,43	33,85	34,27	34,69	35,11	± 0,49	± 1,15
-160	35,53	35,95	36,37	36,79	37,21	37,63	38,04	38,46	38,88	39,30	± 0,47	± 1,10
-150	39,71	40,13	40,55	40,96	41,38	41,79	42,21	42,63	43,04	43,45	± 0,45	± 1,05
-140	43,87	44,28	44,70	45,11	45,52	45,94	46,35	46,76	47,18	47,59	± 0,43	± 1,00
-130	48,00	48,41	48,82	49,23	49,64	50,06	50,47	50,88	51,29	51,70	± 0,41	± 0,95
-120	52,11	52,52	52,92	53,33	53,74	54,15	54,56	54,97	55,38	55,78	± 0,39	± 0,90
-110	56,19	56,60	57,00	57,41	57,82	58,22	58,63	59,04	59,44	59,85	± 0,37	± 0,85
-100	60,25	60,66	61,06	61,47	61,87	62,28	62,68	63,09	63,49	63,90	± 0,35	± 0,80
-90	64,30	64,70	65,11	65,51	65,91	66,31	66,72	67,12	67,52	67,92	± 0,33	± 0,75
-80	68,33	68,73	69,13	69,53	69,93	70,33	70,73	71,13	71,53	71,93	± 0,31	± 0,70
-70	72,33	72,73	73,13	73,53	73,93	74,33	74,73	75,13	75,53	75,93	± 0,29	± 0,65
-60	76,33	76,73	77,13	77,52	77,92	78,32	78,72	79,11	79,51	79,91	± 0,27	± 0,60
-50	80,31	80,70	81,10	81,50	81,89	82,29	82,69	83,08	83,48	83,88	± 0,25	± 0,55
-40	84,27	84,67	85,06	85,46	85,85	86,25	86,64	87,04	87,43	87,83	± 0,23	± 0,50
-30	88,22	88,62	89,01	89,40	89,80	90,19	90,59	90,98	91,37	91,77	± 0,21	± 0,45
-20	92,16	92,55	92,95	93,34	93,73	94,12	94,52	94,91	95,30	95,69	± 0,19	± 0,40
-10	96,09	96,48	96,87	97,26	97,65	98,04	98,44	98,83	99,22	99,61	± 0,17	± 0,35
0	100,00	100,39	100,78	101,17	101,56	101,95	102,34	102,73	103,12	103,51	± 0,15	± 0,30
10	103,90	104,29	104,68	105,07	105,46	105,85	106,24	106,63	107,02	107,40	± 0,17	± 0,35
20	107,79	108,18	108,57	108,96	109,35	109,73	110,12	110,51	110,90	111,28	± 0,19	± 0,40
30	111,67	112,06	112,45	112,83	113,22	113,61	113,99	114,38	114,77	115,15	± 0,21	± 0,45
40	115,54	115,93	116,31	116,70	117,08	117,47	117,85	118,24	118,62	119,01	± 0,23	± 0,50
50	119,40	119,78	120,16	120,55	120,93	121,32	121,70	122,09	122,47	122,86	± 0,25	± 0,55
60	123,24	123,62	124,01	124,39	124,77	125,16	125,54	125,92	126,31	126,69	± 0,27	± 0,60
70	127,07	127,45	127,84	128,22	128,60	128,98	129,37	129,75	130,13	130,51	± 0,29	± 0,65
80	130,89	131,27	131,66	132,04	132,42	132,80	133,18	133,56	133,94	134,32	± 0,31	± 0,70
90	134,70	135,08	135,46	135,84	136,22	136,60	136,98	137,36	137,74	138,12	± 0,33	± 0,75
100	138,50	138,88	139,26	139,64	140,02	140,39	140,77	141,15	141,53	141,91	± 0,35	± 0,80
110	142,29	142,66	143,04	143,42	143,80	144,17	144,55	144,93	145,31	145,68	± 0,37	± 0,85
120	146,06	146,44	146,81	147,19	147,57	147,94	148,32	148,70	149,07	149,45	± 0,39	± 0,90
130	149,82	150,20	150,57	150,95	151,33	151,70	152,08	152,45	152,83	153,20	± 0,41	± 0,95
140	153,58	153,95	154,32	154,70	155,07	155,45	155,82	156,19	156,57	156,94	± 0,43	± 1,00
150	157,31	157,69	158,06	158,43	158,81	159,18	159,55	159,93	160,30	160,67	± 0,45	± 1,05
160	161,04	161,42	161,79	162,16	162,53	162,90	163,27	163,65	164,02	164,39	± 0,47	± 1,10
170	164,76	165,13	165,50	165,87	166,24	166,61	166,98	167,35	167,72	168,09	± 0,49	± 1,15
180	168,46	168,83	169,20	169,57	169,94	170,31	170,68	171,05	171,42	171,79	± 0,51	± 1,20
190	172,16	172,53	172,90	173,26	173,63	174,00	174,37	174,74	175,10	175,47	± 0,53	± 1,25
200	175,84	176,21	176,57	176,94	177,31	177,68	178,04	178,41	178,78	179,14	± 0,55	± 1,30
210	179,51	179,88	180,24	180,61	180,97	181,34	181,71	182,07	182,44	182,80	± 0,57	± 1,35
220	183,17	183,53	183,90	184,26	184,63	184,99	185,36	185,72	186,09	186,45	± 0,59	± 1,40
230	186,82	187,18	187,54	187,91	188,27	188,63	189,00	189,36	189,72	190,09	± 0,61	± 1,45
240	190,45	190,81	191,18	191,54	191,90	192,26	192,63	192,99	193,35	193,71	± 0,63	± 1,50
250	194,07	194,44	194,80	195,16	195,52	195,88	196,24	196,60	196,96	197,33	± 0,65	± 1,55
260	197,69	198,05	198,41	198,77	199,13	199,49	199,85	200,21	200,57	200,93	± 0,67	± 1,60
270	201,29	201,65	202,01	202,36	202,72	203,08	203,44	203,80	204,16	204,52	± 0,69	± 1,65
280	204,88	205,23	205,59	205,95	206,31	206,67	207,02	207,38	207,74	208,10	± 0,71	± 1,70
290	208,45	208,81	209,17	209,52	209,88	210,24	210,59	210,95	211,31	211,66	± 0,73	± 1,75
300	212,02	212,37	212,73	213,09	213,44	213,80	214,15	214,51	214,86	215,22	± 0,75	± 1,80
310	215,57	215,93	216,28	216,64	216,99	217,35	217,70	218,05	218,41	218,76	± 0,77	± 1,85
320	219,12	219,47	219,82	220,18	220,53	220,88	221,24	221,59	221,94	222,29	± 0,79	± 1,90
330	222,65	223,00	223,35	223,70	224,06	224,41	224,76	225,11	225,46	225,81	± 0,81	± 1,95
340	226,17	226,52	226,87	227,22	227,57	227,92	228,27	228,62	228,97	229,32	± 0,83	± 2,00
350	229,67	230,02	230,37	230,72	231,07	231,42	231,77	232,12	232,47	232,82	± 0,85	± 2,05
360	233,17	233,52	233,87	234,22	234,56	234,91	235,26	235,61	235,96	236,31	± 0,87	± 2,10
370	236,65	237,00	237,35	237,70	238,04	238,39	238,74	239,09	239,43	239,78	± 0,89	± 2,15
380	240,13	240,47	240,82	241,17	241,51	241,86	242,20	242,55	242,90	243,24	± 0,91	± 2,20
390	243,59	243,93	244,28	244,62	244,97	245,31	245,66	246,00	246,35	246,69	± 0,93	± 2,25
400	247,04	247,38	247,73	248,07	248,41	248,76	249,10	249,45	249,79	250,13	± 0,95	± 2,30



T (°C)	R (Ω)	R (Ω) - T + 1°C	R (Ω) - T + 2°C	R (Ω) - T + 3°C	R (Ω) - T + 4°C	R (Ω) - T + 5°C	R (Ω) - T + 6°C	R (Ω) - T + 7°C	R (Ω) - T + 8°C	R (Ω) - T + 9°C	Tolerância em °C	
											Cl. A	Cl. B
410	250,48	250,82	251,16	251,50	251,85	252,19	252,53	252,88	253,22	253,56	± 0,97	± 2,35
420	253,90	254,24	254,59	254,93	255,27	255,61	255,95	256,29	256,64	256,98	± 0,99	± 2,40
430	257,32	257,66	258,00	258,34	258,68	259,02	259,36	259,70	260,04	260,38	± 1,01	± 2,45
440	260,72	261,06	261,40	261,74	262,08	262,42	262,76	263,10	263,43	263,77	± 1,03	± 2,50
450	264,11	264,45	264,79	265,13	265,47	265,80	266,14	266,48	266,82	267,15	± 1,05	± 2,55
460	267,49	267,83	268,17	268,50	268,84	269,18	269,51	269,85	270,19	270,52	± 1,07	± 2,60
470	270,86	271,20	271,53	271,87	272,20	272,54	272,88	273,21	273,55	273,88	± 1,09	± 2,65
480	274,22	274,55	274,89	275,22	275,56	275,89	276,23	276,56	276,89	277,23	± 1,11	± 2,70
490	277,56	277,90	278,23	278,56	278,90	279,23	279,56	279,90	280,23	280,56	± 1,13	± 2,75
500	280,90	281,23	281,56	281,89	282,23	282,56	282,89	283,22	283,55	283,89	± 1,15	± 2,80
510	284,22	284,55	284,88	285,21	285,54	285,87	286,21	286,54	286,87	287,20	± 1,17	± 2,85
520	287,53	287,86	288,19	288,52	288,85	289,18	289,51	289,84	290,17	290,50	± 1,19	± 2,90
530	290,83	291,16	291,49	291,81	292,14	292,47	292,80	293,13	293,46	293,79	± 1,21	± 2,95
540	294,11	294,44	294,77	295,10	295,43	295,75	296,08	296,41	296,74	297,06	± 1,23	± 3,00
550	297,39	297,72	298,04	298,37	298,70	299,02	299,35	299,68	300,00	300,33	± 1,25	± 3,05
560	300,65	300,98	301,31	301,63	301,96	302,28	302,61	302,93	303,26	303,58	± 1,27	± 3,10
570	303,91	304,23	304,56	304,88	305,20	305,53	305,85	306,18	306,50	306,82	± 1,29	± 3,15
580	307,15	307,47	307,79	308,12	308,44	308,76	309,09	309,41	309,73	310,05	± 1,31	± 3,20
590	310,38	310,70	311,02	311,34	311,67	311,99	312,31	312,63	312,95	313,27	± 1,33	± 3,25
600	313,59	313,92	314,24	314,56	314,88	315,20	315,52	315,84	316,16	316,48	± 1,35	± 3,30
610	316,80	317,12	317,44	317,76	318,08	318,40	318,72	319,04	319,36	319,68	± 1,37	± 3,35
620	319,99	320,31	320,63	320,95	321,27	321,59	321,91	322,22	322,54	322,86	± 1,39	± 3,40
630	323,18	323,49	323,81	324,13	324,45	324,76	325,08	325,40	325,72	326,03	± 1,41	± 3,45
640	326,35	326,66	326,98	327,30	327,61	327,93	328,25	328,56	328,88	329,19	± 1,43	± 3,50
650	329,51	329,82	330,14	330,45	330,77	331,08	331,40	331,71	332,03	332,34	± 1,45	± 3,55

## Anexo 2

Seguem passos para configuração do software de aquisição de dados.

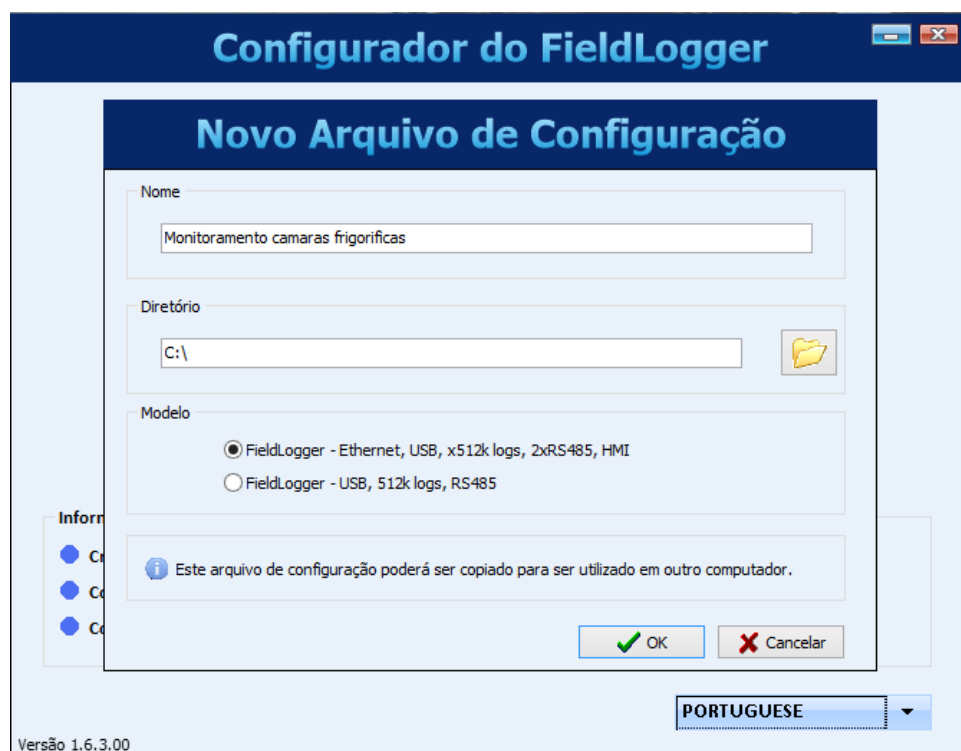
Ao Iniciar o Software sugira a seguinte tela:



Clicar na opção "Configuração" e em seguida nova configuração.



Determinar nome da configuração e modelo do dispositivo.



Clicar em "OK". No campo "Tag do equipamento" colocar o nome do dispositivo.



## Configurações Gerais

**Tag**

Tag do Equipamento  
Fieldlogger01

**Relógio**

Data/Hora PC  
03/09/2017 21:45:00

*A data e hora atual do PC será enviada ao equipamento ao aplicar a configuração.*

**IHM**

Níveis de Acesso  
Sem acesso por IHM

Endereço 1	Bits de parada 1
Baud rate 115200	Paridade Nenhuma

*É possível configurar os parâmetros da interface RS485 da IHM.*

**Coleta de Dados por Pen Drive**

Habilitar Coleta

Prioridade de Dados  
 Mais Recente  Mais Antigo

Período da Coleta  
 Coletar Tudo  Período 10 dias

Voltar | | | | Seguinte

Após digitar clicar em "Seguinte".

Configurar a comunicação de acordo com os passos as seguir.

Na tela de interface serial RS485, selecionar o modo mestre (para poder fazer a leitura dos controladores na rede modbus) e configurar os parâmetros da como na janela à seguir:

## Interface RS485

Modo

Desabilitado       Mestre       Escravo







Parâmetros

Endereço:

Bits de Parada:

Baud Rate:

Paridade:







 Voltar                    Seguinte 


Clicar em "Seguinte". Na janela de interface Ethernet clicar em "TCP/IP".

## Interface Ethernet

Serviços

Desabilitar Todos

**TCP/IP**    FTP     SMTP     SNMP     HTTP     Modbus TCP     Cloud 

 Clique nos botões para configurar os serviços.

TCP/IP

Configurações de IP

Obter configurações de IP automaticamente (DHCP)  
 Utilizar estas configurações de IP

Endereço IP:







Máscara de Sub-Rede:

Gateway Padrão:

Configurações de DNS

Não Usar DNS  
 Obter configurações de DNS automaticamente (DHCP)  
 Utilizar estas configurações de DNS

Servidor DNS:

 Voltar                    Seguinte 

Selecionar as opções "Obter configurações de IP automaticamente (DHCP)" e "Obter configurações de DNS automaticamente (DHCP)".

**Interface Ethernet**

Serviços

Desabilitar Todos

**TCP/IP**

FTP

SMTP

SNMP

HTTP

Modbus TCP

Cloud

Clique nos botões para configurar os serviços.

TCP/IP

Configurações de IP

Obter configurações de IP automaticamente (DHCP)

Utilizar estas configurações de IP

Endereço IP

Máscara de Sub-Rede

Gateway Padrão

Configurações de DNS

Não Usar DNS

Obter configurações de DNS automaticamente (DHCP)

Utilizar estas configurações de DNS

Servidor DNS

Após configurar as configurações de IP selecionar a clicar em "HTTP" para disponibilizar o monitoramento via HTML dentro da Intranet.

## Interface Ethernet

**Serviços**

Desabilitar Todos

TCP/IP

FTP

SMTP

SNMP

**HTTP**

Modbus TCP

Cloud

Clique nos botões para configurar os serviços.

**TCP/IP**

Configurações de IP

Obter configurações de IP automaticamente (DHCP)  
 Utilizar estas configurações de IP

Endereço IP

Máscara de Sub-Rede

Gateway Padrão

Configurações de DNS

Não Usar DNS  
 Obter configurações de DNS automaticamente (DHCP)  
 Utilizar estas configurações de DNS

Servidor DNS

Voltar




Seguinte

Marcar a opção "Habilitar" e configurar a "Porta de Serviço" e "Tempo para Atualização da Página".

## Interface Ethernet

**Serviços**

Desabilitar Todos

TCP/IP

FTP

SMTP

SNMP

**HTTP**

Modbus TCP

Cloud

Clique nos botões para configurar os serviços.

**HTTP**

**Habilitar**

Acesso

Porta do Serviço

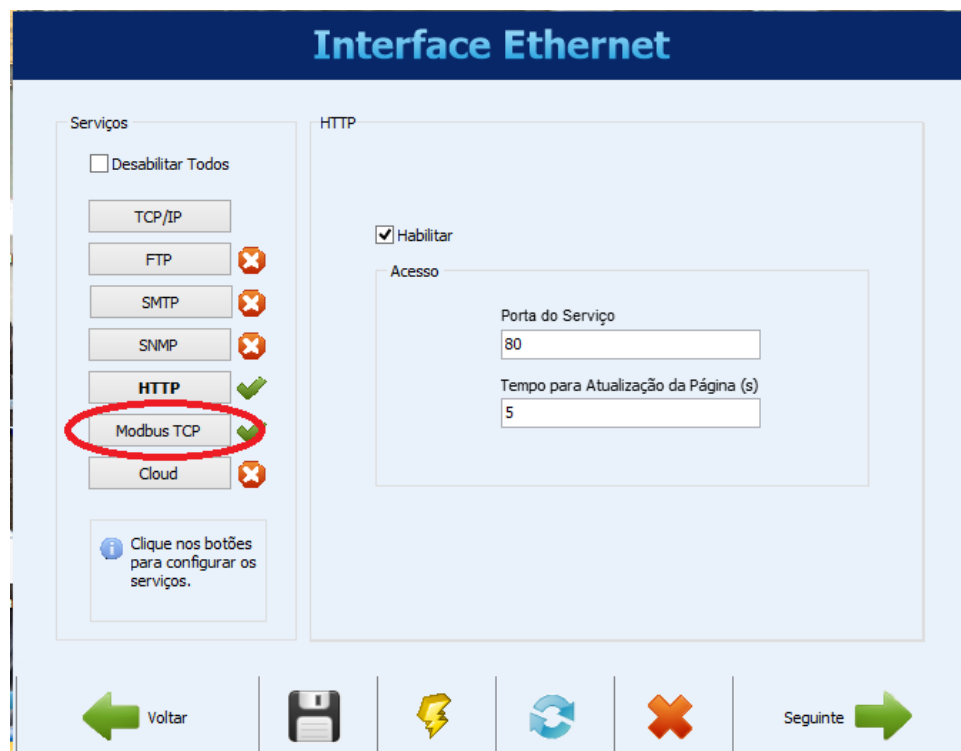
Tempo para Atualização da Página (s)

Voltar

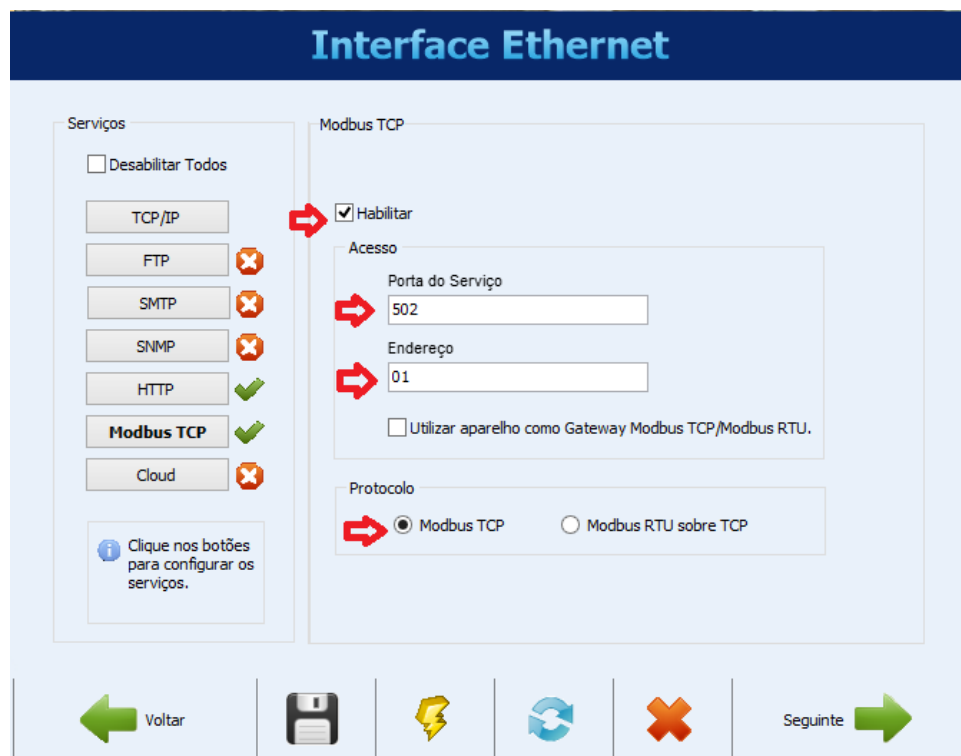



Seguinte

Selecionar "Modbus TCP" para configurar protocolo de comunicação na rede RS485.



Habilitar o modo de comunicação, definir "Porta de Serviço" e "Endereço" e marcar a opção "Modbus TCP".



Clicar em "Seguinte".

Para definir os Canais Remotos (comunicação com os controladores de campo), foram usadas os seguintes passos.

Configurar "Tag", "Endereço Escravo ModBus", "Comando ModBus", "Unidade" e "Nº de Casas Decimais", conforme a tabela x.

## Canais Remotos

Canais

0/64

Parâmetros dos Canais

Tag  
Camara 01

Endereço Escravo Modbus: 2      Comando Modbus: 03 - Read Holding Registers

Registrador Inicial: 0      Unidade: Cº

Valor de Erro: -1      Nº Casas decimais: 1

Valor sem sinal

+ Adicionar/Modificar   ✖ Remover   🗑 Remover todos

Configurações

Intervalo de Leitura (x 0.1 s)	Tentativas	Tempo Máximo Resposta (ms)	Tempo Entre Comandos (ms)
20	3	500	50

← VoltarSeguinte →

Após a Configuração selecionar o botão + Adicionar/Modificar, para acionar o canal a lista de monitoramento.

## Canais Remotos

**Canais**

.... Camara 01

1/64

**Parâmetros dos Canais**

Tag

Endereço Escravo Modbus <input type="text" value="2"/>	Comando Modbus <input type="text" value="03 - Read Holding Registers"/>
Registrador Inicial <input type="text" value="0"/>	Unidade <input type="text" value="C°"/>
Valor de Erro <input type="text" value="-1"/>	Nº Casas decimais: <input type="text" value="1"/>

Valor sem sinal

Adicionar/Modificar Remover Remover todos

**Configurações**

Intervalo de Leitura (x 0.1 s) <input type="text" value="20"/>	Tentativas <input type="text" value="3"/>	Tempo Máximo Resposta (ms) <input type="text" value="500"/>	Tempo Entre Comandos (ms) <input type="text" value="50"/>
-------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------	----------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------

VoltarSeguinte

Foi feito o mesmo procedimento para todos os controladores conforme a tabela X.



### Canais Remotos

**Canais**

- Camara 01
- Camara 02
- Camara 03
- Camara 04
- Camara 05
- Camara 06
- Camara 07
- Camara 08
- Camara 09
- Camara 10
- Camara 11
- Camara 12
- Camara 13
- Camara 14
- Camara 15

22/64

**Parâmetros dos Canais**

Tag:

Endereço Escravo Modbus:       Comando Modbus:




Registrador Inicial:       Unidade:

Valor de Erro:       Nº Casas decimais:

Valor sem sinal

**Configurações**

Intervalo de Leitura (x 0.1 s)	Tentativas	Tempo Máximo Resposta (ms)	Tempo Entre Comandos (ms)
<input type="text" value="20"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="500"/>	<input type="text" value="50"/>

Após adicionar todos os canais clicar em "Seguinte".

Foi configurado os alarmes de acordo com a condição e setpoint de processo.

**Alarmes**

Alarmes

Parâmetros

Canal

Condição

Setpoint

Camara 01

Camara 02

Camara 03

Camara 04

Camara 05

Camara 06

Camara 07

Camara 08

Registros

E-mail

supervisaomanutencao@tirolez

supervisaooqualidade@tirolez.co

supervisaoproducao@tirolez.co

supervisaoutilidade@tirolez.com

Informe quais os destinatários que devem ser notificados via e-mail na entrada da condição de alarme.

+ Adicionar

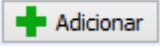
Remover

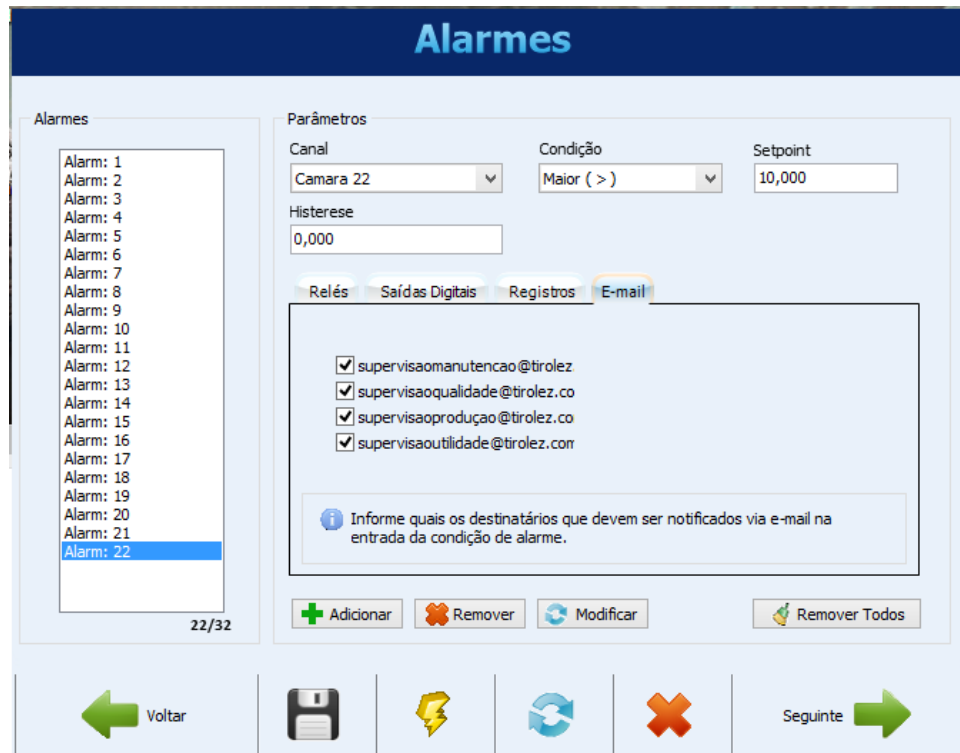
Modificar

Remover Todos

Voltar

Seguinte

Após a configuração do canal selecionado clicar no botão , e repetir o processo para os demais canais existentes.



Clicar em "Seguinte".

Configuração dos Registros.

Da configuração dos registros foi feita da seguinte forma. Na opção "opção modo de início" selecionar "Início Imediato".

## Registros

Desabilitar Registros

**Modo de Início**

Início Imediato

Por Data/Horário  
Inicia em 03/09/2017 às 23:54:21

Por alarme

Somente por Comando Modbus

**Modo de Término**

Ao encher memória

Não parar (memória circular)

Por Data/Horário  
Termina em 04/09/2017 às 23:54:22

Por alarme

Permitir início dos registros via comando Modbus

Permitir término dos registros via comando Modbus

**Seleção de Canais**

Canais Disponíveis	Canais Selecionados
Camara 01	
Camara 02	
Camara 03	
Camara 04	
Camara 05	
Camara 06	
Camara 07	
Camara 08	
Camara 09	

0/100

**Memória para Registros**

Flash interna

Cartão SD

**Intervalo Entre Registros**

100

(x 1 s)  (x 1 ms)

 Voltar               Seguinte 

Em "Modo de Término" selecione a opção "Não parar (memória circular)".

## Registros

Desabilitar Registros

**Modo de Início**

Início Imediato

Por Data/Horário  
Inicia em  às

Por alarme

Somente por Comando Modbus

**Modo de Término**

Ao encher memória

Não parar (memória circular)

Por Data/Horário  
Termina em  às

Por alarme

Permitir início dos registros via comando Modbus

Permitir término dos registros via comando Modbus

**Seleção de Canais**

Canais Disponíveis	Canais Selecionados
Camara 01	
Camara 02	
Camara 03	
Camara 04	
Camara 05	
Camara 06	
Camara 07	
Camara 08	
Camara 09	

0/100

**Memória para Registros**

Flash interna

Cartão SD

**Intervalo Entre Registros**

(x 1 s)  (x 1 ms)

VoltarSeguinte

Para fazer a seleção dos canais para registro clicar no botão na caixa "Seleção de Canais".

## Registros

Desabilitar Registros

**Modo de Início**

Início Imediato

Por Data/Horário  
Inicia em 03/09/2017 às 23:54:21

Por alarme

Somente por Comando Modbus

**Modo de Término**

Ao encher memória

Não parar (memória circular)

Por Data/Horário  
Termina em 04/09/2017 às 23:54:22

Por alarme

Permitir início dos registros via comando Modbus  
 Permitir término dos registros via comando Modbus

**Seleção de Canais**

Canais Disponíveis

Canais Selecionados

- Camara 01
- Camara 02
- Camara 03
- Camara 04
- Camara 05
- Camara 06
- Camara 07
- Camara 08
- Camara 09

22/100

**Memória para Registros**

Flash interna

Cartão SD

**Intervalo Entre Registros**

100

(x 1 s)  (x 1 ms)

VoltarSeguinte

Clicar em "Seguinte".

Gravar configurações no Datalogger.

Surgira a seguinte tela.

## Enviar Configurações para o Equipamento



Ações

Enviar

## Salvar Configuração em Arquivo

Arquivo

Arquivo atual de configuração  
C:\Monitoramento camaras frigorificas.FLC

Salvar em novo arquivo

Ações

Salvar

Voltar

Seguinte

The interface includes a navigation bar at the bottom with icons for: Voltar (left arrow), a floppy disk icon, a lightning bolt icon, a refresh icon, a red X icon, and Seguinte (right arrow).

Clicar em "Enviar".