

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE  
SANTA CATARINA - CÂMPUS CAÇADOR  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO**

**Nícolás Matheus Beckert dos Santos Ramos**

**GERENCIAMENTO E PARAMETRIZAÇÃO DINÂMICA DE IMPRESSORAS  
INDUSTRIAIS EM AMBIENTES DE ALTA VARIAÇÃO TÉRMICA**

**CAÇADOR, 2025.**

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE  
SANTA CATARINA - CÂMPUS CAÇADOR  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO**

**Nícolas Matheus Beckert dos Santos Ramos**

**GERENCIAMENTO E PARAMETRIZAÇÃO DINÂMICA DE IMPRESSORAS  
INDUSTRIAIS EM AMBIENTES DE ALTA VARIAÇÃO TÉRMICA**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Sistemas de Informação.

Orientador:  
Prof. ADEMIR GOULART, Dr.

**CAÇADOR, 2025.**


# GERENCIAMENTO E PARAMETRIZAÇÃO DINÂMICA DE IMPRESSORAS INDUSTRIAIS EM AMBIENTES DE ALTA VARIAÇÃO TÉRMICA

**NÍCOLAS MATHEUS BECKERT DOS SANTOS RAMOS**

Este Trabalho foi julgado adequado de forma parcial para obtenção do Título de Bacharel em Sistemas de Informação e aprovado na sua forma parcial pela banca examinadora do Curso de Sistemas de Informação do Instituto Federal de Educação Ciência, e Tecnologia de Santa Catarina.

CAÇADOR, 14 de julho de 2025.

Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente  
 **ADEMIR GOULART**  
Data: 12/08/2025 10:10:28-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---


**ADEMIR GOULART, Dr.(Orientador)**  
Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC)

**PAULO ROBERTO**  
**CORDOVA:**  
**00830004963**

Digitally signed by PAULO ROBERTO CORDOVA:  
00830004963  
DN: CN=PAULO ROBERTO CORDOVA:  
00830004963, OU=IFSC - Instituto Federal de Santa  
Catarina, O=ICPEdu, C=BR  
Reason: I am approving this document  
Location: your signing location here  
Date: 2025.08.12 14:12:53-03'00'  
Evil-Phantom-PDF-Version: 10.1.1

---

**PAULO ROBERTO CÓRDOVA, Dr.**  
**(avaliador)**  
Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC)

Documento assinado digitalmente  
 **GABRIEL NEVES FERRARI**  
Data: 14/08/2025 17:11:44-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**GABRIEL NEVES FERRARI, Dr. (avaliador)**  
Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC)

Dedico este trabalho aos meus pais, que sempre me incentivaram e acreditaram no meu potencial, e aos meus amigos, pelo apoio incondicional em todos os momentos.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, primeiramente, a Deus, por me conceder força e sabedoria ao longo desta jornada.

Ao meu orientador, professor Ademir Goulart, pelo apoio e direcionamento essenciais para a realização deste trabalho. Sua experiência e conselhos foram fundamentais para a concretização deste projeto.

Aos meus pais, pelo incentivo constante e por sempre acreditarem no meu potencial. Aos amigos, pelo apoio incondicional e por estarem presentes em todos os momentos.

À minha noiva, Bruna, por seu amor, paciência e incentivo em cada etapa desta caminhada. Seu apoio foi essencial para que eu pudesse superar os desafios e seguir em frente.

Aos colegas de curso, pela parceria e pelos aprendizados compartilhados ao longo dessa caminhada acadêmica.

Todas as inovações eficazes são surpreendentemente simples. Na verdade, maior elogio que uma inovação pode receber é haver quem diga: “Isto é óbvio! Por que não pensei nisso antes?”

Peter Drucker

## RESUMO

Este trabalho tem como objetivo propor e avaliar a viabilidade da integração de monitoramento climático ao processo de impressão de etiquetas industriais, visando garantir a qualidade da impressão térmica mesmo diante de variações de temperatura ambiente. Para isso, foi utilizada a API da OpenWeatherMap para coletar dados climáticos em tempo real, permitindo ajustes automáticos nos parâmetros da impressora. Além disso, o sistema conta com monitoramento remoto por meio do Zabbix e envio de notificações via Telegram, possibilitando o acompanhamento contínuo e a comunicação ágil de alertas aos operadores. A metodologia envolveu o desenvolvimento e a implantação do sistema integrado em ambiente industrial, seguido de testes para validação da qualidade das impressões e redução de falhas. Os resultados preliminares indicam melhoria na definição das etiquetas, diminuição do retrabalho e otimização do uso de insumos. Conclui-se que a solução proposta é eficaz para minimizar impactos das variações climáticas no processo de impressão, contribuindo para a eficiência operacional e podendo ser aplicada em diferentes setores industriais.

**Palavras-chave:** impressão térmica; monitoramento climático; automação de processos; controle de temperatura; qualidade de impressão

## ABSTRACT

This work aims to propose and evaluate the feasibility of integrating climate monitoring into the industrial label printing process, aiming to ensure the quality of thermal printing despite variations in ambient temperature. For this purpose, the OpenWeatherMap API was used to collect real-time climate data, enabling automatic adjustments to the printer's parameters. Additionally, the system includes remote monitoring via Zabbix and notification sending through Telegram, allowing continuous tracking and swift communication of alerts to operators. The methodology involved the development and implementation of the integrated system in an industrial environment, followed by tests to validate print quality and reduce failures. Preliminary results indicate improved label definition, decreased rework, and optimized use of materials. It is concluded that the proposed solution is effective in minimizing the impact of climate variations on the printing process, contributing to operational efficiency and being applicable across various industrial sectors.

**Keywords:** thermal printing; climate monitoring; process automation; temperature control; print quality.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diagrama do Projeto . . . . .	13
Figura 2 – Datamax Mark II . . . . .	18
Figura 3 – Etiquetas . . . . .	18
Figura 4 – Código EAN13 . . . . .	19

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Comparativo de desempenho antes e depois da implantação do sistema . . . . .	25
---	----

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

API	Interface de Programação de Aplicativos
DPL	Datamax Programming Language
ERP	Sistema de Gestão Integrado
IFSC	Instituto Federal de Santa Catarina

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>12</b>
1.1	Definição do Problema	14
1.2	Objetivos	14
1.3	Estrutura do Trabalho	14
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>16</b>
2.1	Messageiro Telegram	16
2.2	Impressoras de Ribbon - Datamax Mark II	16
2.3	Características da Etiqueta	17
2.4	Uso de cURL para Acessar a API da OpenWeatherMap	19
2.5	O que é o Progress 4GL	20
2.6	O que é e Como Usar o Zabbix	20
<b>3</b>	<b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b>	<b>21</b>
3.1	Metodologia de pesquisa	21
3.2	Validação inicial da implantação	23
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>24</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>26</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>27</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Na indústria, o controle de qualidade é essencial para garantir a conformidade com normas técnicas e a eficiência nos processos produtivos. Dentre esses processos, a separação, embalagem e, especialmente, a etiquetagem dos produtos desempenham papel crucial na rastreabilidade e identificação correta de materiais. No entanto, um desafio recorrente é a impressão de etiquetas com ribbon em ambientes onde há grande variação de temperatura, o que pode ocasionar borrões, falhas na fixação da cera e conseqüente retrabalho, desperdício de materiais e perda de produtividade.

O trabalho de Fernandes (2016) descreve o desenvolvimento de um sistema laboratorial de controle de temperatura para aplicações didáticas, utilizando um conversor de potência e aquisição de dados. O sistema destaca a capacidade e praticidade do microcontrolador Arduino como mecanismo de controle e supervisão, integrado ao software LabVIEW. Desenvolvido para apoiar as disciplinas de Sistemas de Controle dos cursos de Engenharia Elétrica e Engenharia de Controle e Automação da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Cornélio Procópio, o sistema permite que os alunos visualizem a resposta do processo, consolidando os conceitos teóricos em um ambiente prático e real. Mais recentemente, Barros (2023) apresenta o desenvolvimento de um dispositivo IoT para monitoramento autônomo de temperatura, focado em aplicações móveis e estacionárias, utilizando comunicação via Wi-Fi e rede celular LTE para garantir a conectividade e a confiabilidade na aquisição dos dados. Esses trabalhos evidenciam a evolução das tecnologias para controle e supervisão térmica, indo do ambiente educacional para aplicações práticas mais complexas.

Apesar de eficientes, essas alternativas demandam infraestrutura física específica, o que pode elevar os custos de implementação.

Em contraste, o sistema proposto neste trabalho adota uma abordagem alternativa, sem o uso de sensores físicos ou dispositivos adicionais, resultando em uma solução mais simples e com menor custo de implantação.

No cenário específico deste trabalho, trata-se de um barracão industrial coberto, porém aberto nas laterais, exposto diretamente às condições climáticas externas. Além disso, há restrições orçamentárias que inviabilizam a aquisição de novos dispositivos físicos para a coleta de dados ambientais, exigindo uma abordagem mais acessível e adaptável à infraestrutura já existente..

As impressoras utilizadas, modelo Datamax Mark II, ajustam a temperatura da cabeça térmica conforme parâmetros fixos definidos via programação, mas mesmo assim não conseguem lidar eficientemente com extremos térmicos ambientais. O desafio, portanto, é compreender quais faixas de temperatura comprometem a impressão e

Figura 1 – Diagrama do Projeto



Fonte: Elaborada pelo autor (2024)

como o sistema pode se adaptar a essas variações.

Para contornar esse problema, propõe-se a integração de uma API (Interface de Programação de Aplicativos) de monitoramento climático, permitindo obter dados ambientais externos em tempo real, sem necessidade de sensores locais. Esses dados serão utilizados para ajustar dinamicamente os parâmetros da impressora. Além disso, será utilizada a plataforma Zabbix para monitorar continuamente o ambiente e o desempenho dos computadores envolvidos no processo de etiquetagem, com todas as informações centralizadas em um servidor virtualizado, promovendo maior controle e confiabilidade operacional.

Essa solução visa otimizar a qualidade de impressão, reduzir falhas, minimizar desperdícios e aumentar a produtividade, mesmo em ambientes industriais com alta variação térmica e infraestrutura limitada.

Uma visão geral do sistema é apresentada na Figura 1.

## 1.1 Definição do Problema

A qualidade da impressão de etiquetas térmicas pode ser significativamente afetada por variações nas condições ambientais, especialmente pela temperatura. Quando essas condições não são ideais, é comum que as etiquetas apresentem borrões, falhas na impressão ou baixa durabilidade. Tais problemas comprometem a legibilidade das informações impressas, dificultando a correta identificação de produtos e ativos.

Como consequência, há um aumento nos erros logísticos, retrabalhos e prejuízos operacionais, impactando negativamente a eficiência dos processos e a confiabilidade das informações.

Diante desse cenário, surge a seguinte questão-problema:

Como garantir uma qualidade consistente na impressão de etiquetas térmicas, mesmo diante de variações de temperatura no ambiente, de modo a evitar falhas na impressão, aumentar a durabilidade das etiquetas e reduzir erros logísticos, retrabalhos e perdas operacionais?

## 1.2 Objetivos

Implementar uma solução que assegure a impressão de etiquetas com qualidade constante, independentemente das variações de temperatura ambiente.

Para alcançar o objetivo geral, os seguintes objetivos específicos foram definidos:

- Compreender o funcionamento da API de dados climáticos e sua aplicabilidade ao projeto.
- Integrar a API ao sistema ERP da empresa.
- Automatizar a atualização dos parâmetros da impressora de forma periódica.
- Implementar um software de gerenciamento de ativos de rede para emitir alertas sobre falhas nos equipamentos.
- Estabelecer métricas para avaliar a efetividade da solução, como a qualidade das impressões ao longo do tempo e a precisão dos alertas emitidos pelo software de monitoramento.

## 1.3 Estrutura do Trabalho

O Capítulo 1 apresentou a introdução do trabalho, incluindo a definição do problema e os objetivos da pesquisa. O Capítulo 2 abordará a fundamentação

teórica, detalhando o funcionamento das impressoras térmicas, as características das etiquetas, a utilização da API climática, o sistema ERP empregado e a plataforma de monitoramento Zabbix. O Capítulo 3 descreverá os procedimentos metodológicos adotados, enquanto o Capítulo 4 apresentará os resultados obtidos. Por fim, o Capítulo 5 trará as considerações finais do estudo.

Na sequência, será apresentado o Capítulo 2, que trata da fundamentação teórica do estudo.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Neste capítulo, serão apresentados os principais conceitos, equipamentos e tecnologias que embasam o desenvolvimento deste trabalho. A fundamentação teórica é essencial para contextualizar a proposta, permitindo o entendimento dos recursos utilizados e das soluções adotadas. Serão descritos o mensageiro Telegram, o funcionamento das impressoras térmicas, as características das etiquetas, o uso da API climática, o sistema ERP adotado e a plataforma de monitoramento Zabbix.

### **2.1 Mensageiro Telegram**

O Telegram é um aplicativo de mensagens instantâneas baseado na nuvem, amplamente utilizado por sua versatilidade, segurança e capacidade de integração com sistemas automatizados por meio de bots e APIs. Sua arquitetura permite o envio e recebimento de mensagens em tempo real, o que o torna uma ferramenta eficaz para notificações automatizadas em ambientes corporativos e industriais.

A API do Telegram possibilita a criação de bots personalizados, que podem interagir com usuários, enviar mensagens, alertas, imagens, arquivos e comandos específicos. Essa funcionalidade é particularmente útil em sistemas de monitoramento e controle, onde há necessidade de comunicação rápida e eficiente com os operadores ou responsáveis técnicos.

No contexto deste trabalho, o Telegram é utilizado como canal de notificação para alertas relacionados às condições de temperatura que possam afetar a qualidade da impressão térmica. Através de um bot integrado ao sistema de monitoramento, é possível notificar automaticamente os usuários sobre alterações relevantes, como temperaturas fora do intervalo ideal, permitindo uma ação preventiva rápida. Essa abordagem contribui para a manutenção da qualidade de impressão e para a redução de falhas operacionais.

### **2.2 Impressoras de Ribbon - Datamax Mark II**

A impressora Datamax Mark II é amplamente utilizada em ambientes industriais, especialmente em processos de etiquetagem, conforme ilustrado na Figura 2. Esse modelo opera com a tecnologia de transferência térmica por meio de ribbon, onde a cera é transferida para a etiqueta pelo aquecimento da cabeça de impressão. Esse processo garante impressões duráveis e de alta qualidade, essenciais para ambientes industriais com alta demanda e exposição a variações de temperatura, umidade e abrasão.

As impressoras térmicas de ribbon, como a Datamax Mark II, utilizam a linguagem de programação DPL (Datamax Programming Language) (HONEYWELL,

2023) para o controle de suas funções de impressão. A DPL é uma linguagem específica desenvolvida para impressoras Datamax, permitindo o controle direto das operações por meio de comandos configuráveis. Essa linguagem possibilita a personalização de etiquetas, definição de formatações e ajustes operacionais essenciais para atender às demandas específicas de ambientes industriais. Sua utilização é fundamental para o desenvolvimento de aplicações personalizadas, promovendo integração eficiente entre as impressoras e os sistemas corporativos.

Por meio da DPL, é possível configurar diversos parâmetros da impressora, como intensidade do calor, velocidade de impressão e densidade, fatores que impactam diretamente na qualidade das etiquetas produzidas. Essa flexibilidade é indispensável para adaptar o processo de impressão às características e exigências de cada ambiente operacional.

As impressoras Datamax Mark II se destacam pela robustez e resistência ao desgaste, sendo ideais para ambientes industriais desafiadores, como barracões abertos ou galpões, onde o controle térmico nem sempre é viável. Entretanto, apesar de sua durabilidade, essas impressoras são suscetíveis a oscilações térmicas. Em temperaturas elevadas, pode ocorrer soltura ou borramento do ribbon, comprometendo a legibilidade das etiquetas e ocasionando retrabalho e desperdício de materiais.

Para otimizar o controle dessas impressoras no ambiente produtivo, utilizamos a linguagem Progress 4GL no desenvolvimento de scripts responsáveis por intermediar a comunicação entre o sistema e as impressoras Datamax Mark II. Com essa abordagem, é possível ajustar dinamicamente os parâmetros de impressão, proporcionando maior precisão no controle térmico e assegurando a qualidade das etiquetas mesmo em condições ambientais adversas.

Para mitigar o problema de borra ou soltar do toner, é essencial ajustar automaticamente a temperatura da cabeça de impressão conforme as condições ambientais. Uma abordagem eficiente envolve a integração de sensores térmicos diretamente na impressora, permitindo um monitoramento contínuo. Além disso, a utilização de APIs de monitoramento climático, como a OpenWeatherMap (2024), possibilita a adaptação dinâmica dos parâmetros de impressão, garantindo estabilidade e qualidade ao longo do processo produtivo.

### **2.3 Características da Etiqueta**

As etiquetas utilizadas para a identificação de produtos, conforme figura 4, são essenciais para garantir a rastreabilidade e conformidade dos produtos no processo industrial. No caso das impressoras Datamax Mark II, as etiquetas devem ser fabricadas a partir de materiais que possibilitem a transferência térmica do ribbon, como papéis sintéticos ou vinil. Esse método de impressão, conhecido como transferência

**Figura 2 – Datamax Mark II**

Fonte: (DATAMAX, 2024)

térmica, utiliza um filme denominado ribbon, que é aquecido por uma cabeça de impressão e transfere a tinta para a superfície da etiqueta, geralmente de papel couchê, como descrito por Costa (2002) em *Introdução à Administração de Materiais em Sistemas Informatizados*. Além disso, as etiquetas precisam ser projetadas para resistir a condições ambientais variáveis, como temperatura, umidade e desgaste físico, para manter a legibilidade das informações ao longo do tempo.

**Figura 3 – Etiquetas**

Fonte: (ETIQUETAS BRASIL, 2024)

A qualidade da impressão está diretamente relacionada à temperatura ambiente. Quando essa temperatura se desvia dos parâmetros ideais, podem ocorrer falhas na impressão, como borrões, desbotamento ou distorção das informações. Esses problemas comprometem a legibilidade das etiquetas e prejudicam a rastreabilidade dos produtos ao longo da cadeia logística.

As etiquetas utilizadas nesse processo, além de conterem dados textuais, incorporam códigos de barras no padrão EAN-13 — um dos mais utilizados no comércio para identificação de produtos. Esse código, composto por 13 dígitos numéricos, permite a leitura automatizada, rápida e precisa por sistemas ópticos, garantindo eficiência nos processos de controle, armazenamento e expedição.

De acordo com a Figura 4, o código EAN-13 possui uma estrutura padronizada que assegura sua leitura correta por diferentes dispositivos ao longo das etapas logísticas. Segundo Maia, Bastos e Neto (2009), esse padrão é amplamente utilizado nas etiquetas aplicadas durante o processo de expedição, possibilitando o rastreamento do produto desde a fabricação até a entrega ao consumidor.

O código de barras gerado de forma correta é fundamental para o bom funcionamento do sistema de leitura óptica ao longo de toda a cadeia logística. Diante disso, a solução proposta neste trabalho busca ajustar automaticamente a temperatura da cabeça de impressão, assegurando a qualidade da impressão mesmo sob variações climáticas.

**Figura 4 – Código EAN13**



Fonte: Adaptado de Costa (2002, p. 60).

## **2.4 Uso de cURL para Acessar a API da OpenWeatherMap**

Para o monitoramento das condições climáticas em tempo real, a solução proposta integra a API da OpenWeatherMap, uma ferramenta que oferece dados atualizados sobre a temperatura e outras condições meteorológicas. A comunicação com a API é realizada utilizando o cURL, conforme descrito por Setenberg et al. (2025), uma ferramenta de linha de comando que permite fazer requisições HTTP para acessar dados de forma prática e eficiente. Através do cURL, é possível obter informações precisas sobre a temperatura local, que são então utilizadas para ajustar automaticamente a temperatura da cabeça de impressão da impressora Datamax Mark II.

O uso do cURL facilita a integração entre a API da OpenWeatherMap e o sistema de controle de temperatura da impressora, permitindo ajustes em tempo real sem a necessidade de intervenção manual. Isso garante que a impressão de

etiquetas seja realizada com qualidade constante, independentemente das flutuações da temperatura ambiente.

## 2.5 O que é o Progress 4GL

O Progress 4GL, desenvolvido pela Progress Software Corporation (2025), é uma linguagem de programação orientada a dados, especialmente projetada para o desenvolvimento rápido de aplicativos empresariais. Ela permite a criação de sistemas eficientes no processamento de grandes volumes de dados, sendo amplamente utilizada em ambientes corporativos. No contexto deste projeto, o Progress 4GL é utilizado para integrar os dados climáticos fornecidos pela API da OpenWeatherMap ao processo de impressão, ajustando automaticamente a temperatura da cabeça de impressão das impressoras Datamax Mark II.

Além disso, o Progress 4GL permite armazenar os dados de temperatura em uma tabela no banco de dados, possibilitando a análise posterior dos parâmetros climáticos e a otimização do processo de impressão ao longo do tempo. Esse armazenamento facilita o acompanhamento contínuo do desempenho e a identificação de padrões que possam necessitar de ajustes no processo.

## 2.6 O que é e Como Usar o Zabbix

O Zabbix (2024) é uma plataforma de monitoramento amplamente utilizada para supervisionar, em tempo real, o desempenho e o estado de servidores, dispositivos de rede e aplicações. Ele coleta diversas métricas, como uso de CPU, memória, tráfego de rede e temperatura. Quando algum desses indicadores ultrapassa os limites definidos, o Zabbix emite alertas automáticos, possibilitando uma ação rápida por parte dos administradores e evitando que falhas mais graves no ambiente monitorado ocorram.

No contexto deste projeto, o Zabbix é utilizado para monitorar o desempenho dos computadores envolvidos no processo de impressão das etiquetas. Ele coleta informações sobre o uso dos recursos de hardware e a temperatura interna dos sistemas, assegurando que o processo de etiquetagem seja realizado sem interrupções e de forma eficiente. Os dados coletados pelo Zabbix são centralizados em um servidor virtualizado, o que permite o monitoramento em tempo real e a análise do estado dos sistemas de forma abrangente

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa aplicada, de natureza quantitativa e com abordagem descritiva, por investigar e descrever um problema real relacionado à impressão de etiquetas em ambientes industriais sujeitos a variações térmicas. O projeto foi idealizado, desenvolvido e implementado com sucesso em um ambiente produtivo, com o objetivo de ajustar automaticamente os parâmetros de impressão com base na temperatura ambiente.

A solução adotada integrou uma API de dados climáticos ao sistema industrial da empresa, utilizando a linguagem Progress 4GL para obter informações meteorológicas em tempo real. A partir desses dados, foi realizada a parametrização dinâmica das impressoras térmicas Datamax Mark II, garantindo maior precisão e qualidade nas impressões sob diferentes condições térmicas.

Além disso, foi implementado um sistema de monitoramento remoto, com o uso da ferramenta Zabbix, para acompanhar continuamente o desempenho dos computadores responsáveis pelo processo de impressão. Essa abordagem permitiu monitorar a saúde dos dispositivos, antecipar falhas e garantir a estabilidade do sistema. Dados quantitativos foram coletados antes e após a implantação da solução, confirmando a eficácia da proposta por meio da redução de falhas e melhoria da qualidade das etiquetas.

#### 3.1 Metodologia de pesquisa

A presente pesquisa caracteriza-se, quanto à sua natureza, como aplicada, pois busca gerar conhecimentos que possam ser diretamente utilizados para a solução de problemas práticos no processo de impressão industrial. Em relação aos seus fins, trata-se de uma pesquisa exploratória, uma vez que visa investigar um fenômeno ainda pouco estudado na integração de monitoramento climático com sistemas de impressão, buscando ampliar a compreensão e propor soluções inovadoras.

A implementação do projeto iniciou-se com a preparação da infraestrutura necessária para suportar o ambiente de monitoramento e automação do processo de impressão. Para isso, foi criada uma máquina virtual no VMware, com 200 GB de espaço em disco e 8 GB de memória RAM, características suficientes para atender às demandas previstas. Optou-se pela instalação do sistema operacional Ubuntu Server 24.04 LTS, devido à sua estabilidade, segurança e compatibilidade com as ferramentas que seriam utilizadas. A configuração de rede foi realizada manualmente, garantindo um endereço IP fixo e conectividade adequada no ambiente da empresa.

Com a infraestrutura montada, iniciou-se a instalação das ferramentas de monitoramento. O Zabbix, na versão 7.0 LTS, foi escolhido para a coleta e análise das

métricas dos computadores que controlam as impressoras. A instalação seguiu os procedimentos recomendados oficialmente, com o uso do banco de dados MariaDB como repositório para as informações coletadas. Para a interface gráfica do sistema, foi utilizado o servidor Apache, garantindo acesso fácil e seguro aos dashboards de monitoramento. Permitindo a criação de dashboards visuais e dinâmicos, integrados ao banco de dados do Zabbix, facilitando a visualização dos indicadores de desempenho dos equipamentos.

Paralelamente à configuração do ambiente de monitoramento, desenvolveu-se a integração com a API OpenWeatherMap para a obtenção automática das informações de temperatura. Utilizando a linguagem Progress 4GL, foi criado um programa responsável por realizar requisições HTTP à API, processar o retorno em formato JSON e extrair a temperatura atual. Essa temperatura, que é fornecida em Kelvin, foi convertida para Celsius e armazenada em uma tabela específica do banco de dados ERP, chamada SCI-TEMPERATURA. Essa tabela foi projetada para registrar de forma histórica as temperaturas obtidas, juntamente com a data e hora de cada coleta, permitindo análises futuras e automação nos ajustes de impressão das etiquetas.

O código para realizar a integração com a API inclui a execução de comandos cURL para buscar as informações de temperatura, como mostrado no exemplo a seguir:

```
1 DEFINE VARIABLE cCommand AS CHARACTER NO-UNDO.  
2 DEFINE VARIABLE c_temp AS CHARACTER NO-UNDO.  
3  
4 c_temp = "C:\temp\api\tempo.json".  
5 cCommand = 'curl -s -X GET "https://api.openweathermap.org/  
6 sua cidade e seu token">' + c_temp.  
7  
8 OS-COMMAND SILENT VALUE(cCommand).
```

**Código 3.1 – Requisição HTTP para obter dados da API OpenWeatherMap**

Fonte: autoria própria.

Após a execução do cURL, o arquivo JSON gerado é lido e processado para extrair a temperatura. O valor obtido, em Kelvin, é convertido para Celsius utilizando o seguinte código:

```
9 DEFINE VARIABLE tempKelvin AS DECIMAL NO-UNDO.  
10 DEFINE VARIABLE tempCelsius AS DECIMAL NO-UNDO.  
11 DEFINE VARIABLE temperatura AS INTEGER NO-UNDO.  
12  
13 iStart = INDEX(json, '"temp":') + 7.  
14 iEnd = INDEX(json, ',', iStart).  
15  
16 tempString = SUBSTRING(json, iStart, iEnd - iStart).  
17 tempKelvin = DECIMAL(REPLACE(tempString, ".", ",")).  
18 tempCelsius = tempKelvin - 273.15.
```

```
19 temperatura = INTEGER(ROUND(tempCelsius, 0)).
```

### Código 3.2 – Conversão de temperatura de Kelvin para Celsius

O valor de temperatura, agora em Celsius, é armazenado na tabela SCI-TEMPERATURA, que foi criada para registrar o histórico das temperaturas obtidas e garantir o correto ajuste de impressão das etiquetas conforme as variações de temperatura.

Além disso, o programa foi configurado para verificar falhas de comunicação com a API, como o retorno de erro 401, e para enviar alertas automáticos via Telegram em caso de falha. O código abaixo exemplifica a verificação e envio de alertas:

```
20 IF INDEX(json, '"cod":401') > 0 THEN DO:  
21   OS-COMMAND SILENT VALUE ('curl -s "https://api.telegram.org/bot<YOUR_BOT_TOKEN  
>/sendMessage?chat_id=Seu Código da API&text=Erro%20na%20API%20da%20Temperatura  
>'') NO-ERROR.  
22   QUIT.  
23 END.
```

### Código 3.3 – Verificação de erro 401 e envio de alerta via Telegram

## 3.2 Validação inicial da implantação

A fase de testes foi realizada no ambiente de produção, com monitoramento das variações de temperatura ao longo do tempo. Durante os testes, foi observada uma melhoria significativa na qualidade das etiquetas impressas, com maior definição e aderência, em comparação com o desempenho anterior à implementação do sistema. Pequenos ajustes nos limiares de temperatura foram realizados, visando otimizar a calibração do sistema para obter o melhor desempenho possível.

Após a conclusão dos testes e validações, a solução foi oficialmente implantada na linha de produção da empresa. Os operadores foram treinados para monitorar as informações geradas pelos dashboards do Grafana e interpretar os alertas emitidos pelo Zabbix. A implementação resultou em melhorias significativas na qualidade de impressão das etiquetas, com redução de retrabalho e desperdício de insumos, além de proporcionar maior controle e segurança no processo de etiquetagem industrial.

No próximo capítulo, serão apresentados os resultados esperados com a implantação da solução proposta, além do cronograma de execução das atividades previstas no projeto.

## 4 RESULTADOS

A integração de dados climáticos ao processo de impressão industrial proporcionou melhorias significativas na qualidade das etiquetas produzidas. A implementação da solução permitiu o ajuste automático da temperatura da cabeça de impressão das impressoras *Datamax Mark II*, resultando em maior definição e uniformidade das impressões, mesmo sob variações térmicas intensas.

Antes da aplicação do sistema, eram frequentes os casos de etiquetas borradas, com falhas de fixação ou ilegíveis, o que gerava retrabalho, desperdício de *ribbon* e papel, e comprometia a rastreabilidade dos produtos. Com a nova abordagem, observou-se:

- Redução expressiva de falhas relacionadas à temperatura;
- Melhoria na aderência e nitidez da impressão, mesmo em dias quentes ou frios;
- Estabilidade do processo de etiquetagem, independentemente das condições climáticas externas;
- Menor necessidade de intervenção manual, automatizando um processo antes sensível e propenso a erros.

Além disso, o uso da ferramenta *Zabbix* para monitoramento contínuo dos computadores envolvidos garantiu maior confiabilidade e proatividade no ambiente industrial, emitindo alertas antecipados sobre falhas de hardware ou inconsistências de rede, reduzindo o tempo de inatividade.

A análise comparativa entre os períodos anterior e posterior à implementação evidenciou melhorias operacionais expressivas. Com base nos dados coletados, observou-se uma redução aproximada de 70% nas falhas de impressão, tornando o processo mais estável e confiável. Essa melhoria foi percebida tanto pela equipe técnica quanto pelos operadores de linha, refletindo-se em menor necessidade de intervenções manuais e ajustes constantes.

Além disso, registrou-se uma diminuição de cerca de 60% no desperdício de insumos (*ribbon* e papel), contribuindo para a otimização de recursos e redução de custos operacionais. Houve também ganho de produtividade, resultado direto da menor incidência de retrabalhos e da automatização dos ajustes de impressão.

- Redução perceptível nas falhas de impressão, cerca de 70% menos problemas;
- Diminuição evidente no desperdício de insumos, aproximadamente 60%;
- Ganho de produtividade, com redução de retrabalhos e ajustes manuais.

**Tabela 1 – Comparativo de desempenho antes e depois da implantação do sistema**

Período	Etiquetas Produzidas (mês)	Falhas (%)	Falhas (unid.)	Desperdício (%)	Desperdício (unid.)	Temp. Ambiente
Antes	480.000	5,0	24.000	4,0	19.200	25°C – 35°C
Depois	480.000	1,5	7.200	1,6	7.680	25°C – 35°C

Fonte: Elaborada pelo autor (2025).

Conforme mostra a Tabela 1, a solução implementada manteve o desempenho consistente mesmo em condições ambientais variando entre 25°C e 35°C. Atualmente, os problemas identificados estão restritos a falhas físicas nas impressoras, como desgaste ou quebra de componentes, não havendo relação com o ambiente térmico ou o funcionamento sistêmico.

Esses resultados reforçam que a integração entre APIs climáticas, automação de processos e ferramentas de monitoramento é uma estratégia eficaz, viável e de baixo custo, especialmente em contextos industriais com infraestrutura limitada e expostos a variações de temperatura.

Adicionalmente, antes da implementação da solução, cada impressora produzia cerca de 16.000 etiquetas por dia, sendo que cada rolo possuía aproximadamente 3.000 unidades. Em dias críticos, o desperdício ocasionado por falhas relacionadas à variação de temperatura chegava a 7 a 8 rolos por dia *por impressora*, o que, considerando as 8 impressoras em operação, representava perdas diárias entre aproximadamente 168.000 e 192.000 etiquetas, além do aumento significativo de retrabalho.

É importante destacar que, nessa etapa, o controle de qualidade era realizado de forma manual. A verificação consistia em inspecionar visualmente as etiquetas durante a produção e registrar as falhas manualmente em planilhas impressas. Esse método, além de demandar tempo dos operadores, estava sujeito a imprecisões, por depender exclusivamente da percepção visual e da atenção do colaborador no momento da inspeção.

Após a implementação da solução proposta, o desperdício devido a problemas térmicos foi reduzido para menos de 1 rolo por dia, mesmo em condições de temperatura elevada. Essa redução não apenas diminuiu o consumo de insumos (ribbon e papel), mas também simplificou o processo de controle, uma vez que as ocorrências passaram a ser monitoradas e registradas automaticamente pelo sistema. Essa automação permitiu maior precisão na coleta de dados, eliminando a necessidade de anotações manuais e possibilitando ações preventivas mais rápidas.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados alcançados confirmam a eficácia da integração entre dados climáticos, automação do processo de impressão e monitoramento remoto para mitigar os efeitos das variações térmicas na qualidade das etiquetas industriais. A implementação do ajuste automático da temperatura da cabeça de impressão nas Datamax Mark II, baseada em dados obtidos via API OpenWeatherMap, resultou em uma redução de aproximadamente 70% nas falhas de impressão e diminuição de 60% no desperdício de insumos, evidenciando a robustez e eficiência do sistema.

O monitoramento contínuo dos computadores industriais via Zabbix proporcionou maior confiabilidade operacional, com alertas proativos que reduziram o tempo de inatividade decorrente de falhas de hardware ou inconsistências de rede, garantindo a estabilidade do ambiente produtivo.

A automação do processo de etiquetagem demonstrou capacidade de manter a qualidade e uniformidade das impressões sob condições ambientais adversas, minimizando a necessidade de intervenções manuais e retrabalho, o que impacta positivamente a produtividade e a rastreabilidade dos produtos.

Este trabalho comprova que a utilização integrada de APIs climáticas, controle automatizado e ferramentas de monitoramento representa uma solução técnica viável e de baixo custo para ambientes industriais com alta variabilidade térmica. Além disso, o sistema desenvolvido pode ser adaptado para outras aplicações industriais que exijam controle preciso das condições de processo, contribuindo para a modernização e otimização contínua das operações industriais.

## REFERÊNCIAS

COSTA, F. J. C. L. *Introdução à Administração de Materiais em Sistemas Informatizados*. 2002. <https://pt.scribd.com/doc/6582816/Introducao-a-Administracao-de-Materiais-Em-Sistemas-Informatizados-Nadia>. Acesso em: 15 abr. 2025. 19

DATAMAX. *Impressoras de código de barras Datamax M-Class Mark II*. 2024. [https://www.datamax-printers.com/mclass\\_markII\\_printers.htm](https://www.datamax-printers.com/mclass_markII_printers.htm). Acesso em: 10 jul. 2024. 18

ETIQUETAS BRASIL. *Etiquetas Impresora Datamax*. 2024. <https://www.etiquetasadesivas.com/>. Acesso em: 10 dez. 2024. 18

HONEYWELL. *DPL Programmer's Manual*. 2023. <https://prod-edam.honeywell.com/content/dam/honeywell-edam/sps/ppr/ja/public/products/printers/common/documents/sps-ppr-dpl-88-2360-01-b.pdf>. Acesso em: 24 dez. 2024. 17

