


## **CRIAÇÃO DE APLICAÇÕES PARA SISTEMA DE TESTE FUNCIONAL COM RASTREABILIDADE PARA CARREGADORES DE CELULAR**

 <https://doi.org/10.56238/arev6n3-177>

**Data de submissão:** 14/10/2024

**Data de publicação:** 14/11/2024

**Elvis Jardim Maues**

Eng<sup>o</sup>

Engenheiro de Controle e Automação; Acadêmico do Curso de Mestrado Profissional em Engenharia, Gestão de processos, Sistemas e Ambiental do Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia (PPG.EGPSA/ITEGAM) – AM – BRASIL  
E-mail: elvislge100@gmail.com

**Nelson Marinelli Filho**

D. Sc.

Doutor em Engenharia Mecânica; Professor do Curso de Mestrado Profissional em Engenharia, Gestão de processos, Sistemas e Ambiental do Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia (PPG.EGPSA/ITEGAM) – AM – BRASIL  
E-mail: nelson.marinelli@itegam.org.br  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-4362-0132>

**Gil Eduardo Guimarães**

D. Sc.

Doutor em Ciências e Engenharia de Materiais; Professor do Curso de Mestrado Profissional em Engenharia, Gestão de processos, Sistemas e Ambiental do Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia (PPG.EGPSA/ITEGAM) – AM – BRASIL  
E-mail: gil.guimaraes@itegam.org.br  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2800-4620>

**Débora Cristina Alavarce**

D. Sc.

Doutora em Enfermagem; Professora do Curso de Graduação em Medicina pela Universidade de São Caetano do Sul – SP – BRASIL  
E-mail: debora@hipocampus.com.br  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0585-3283>

**Janyel Trevisol**

M. Sc.

Mestre em Engenharia de Produção; Professor do Curso de Engenharia de Produção da Faculdade Horizontina (FAHOR) – RS – BRASIL  
E-mail: janyeltrevisol@yahoo.com.br  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1153-4046>

### **RESUMO**

Este projeto aborda a necessidade crescente de garantir a rastreabilidade e qualidade dos carregadores de celular em um mercado globalizado, onde a transparência nos processos é fundamental. O objetivo principal é realizar testes elétricos com rastreabilidade utilizando leitura por QR code e programação através do software LabWindows/CVI da National Instruments. O estudo inicia com a

contextualização do problema, destacando a importância da rastreabilidade para garantir a qualidade e confiabilidade dos produtos eletrônicos, como os carregadores de celular. Observou-se a necessidade de implementar métodos que agilizem o processo de teste, visando maximizar a eficiência da produção. Os materiais e métodos empregados envolvem a utilização do software LabWindows/CVI, um ambiente de desenvolvimento ANSI C específico para aplicações de teste e medição. Além disso, foram realizadas observações no setor de teste de carregadores para identificar as lacunas no processo e determinar as melhores estratégias para implementar a rastreabilidade. No processo proposto, a primeira etapa consiste na leitura do QR code da régua e dos carregadores, organizando-os em sequência numérica para registro em um arquivo .txt. Em seguida, a segunda etapa realiza a coleta de dados, executa os testes elétricos necessários e gera um arquivo .csv para armazenamento local, juntamente com um arquivo .xml para registro no banco de dados da empresa. Os resultados incluem a melhoria significativa na eficiência do processo de teste, a garantia da rastreabilidade completa dos carregadores e a otimização do tempo de produção dos equipamentos.

**Palavras-chave:** Rastreabilidade, Software, Processo, Teste Funcional.

## 1 INTRODUÇÃO

No contexto atual do desenvolvimento de software, a garantia de qualidade dos produtos se tornou um aspecto crucial para o sucesso de qualquer projeto tecnológico. Com a adoção crescente de metodologias ágeis e a demanda por entregas contínuas, emergem desafios significativos que exigem soluções inovadoras e eficientes. Uma das soluções mais eficazes é a implementação da rastreabilidade, que vincula os requisitos, a arquitetura e as melhorias dos sistemas de forma clara e eficiente. Esta técnica é vital para identificar e resolver problemas de forma rápida e precisa durante o ciclo de desenvolvimento, garantindo assim uma melhoria contínua e robusta na qualidade dos sistemas produzidos (Barros, 2018).

A transformação trazida pela Indústria 4.0, impulsionada por avanços tecnológicos como Internet das Coisas (IoT), inteligência artificial, big data e automação, está redefinindo os padrões de produção industrial. Esta revolução não apenas automatiza processos físicos, mas também promove a digitalização completa dos procedimentos de gestão, o que facilita a criação de ambientes de produção mais inteligentes e eficientes. Neste contexto, a rastreabilidade e a capacidade de controle de qualidade assumem funções cruciais, garantindo a conformidade com padrões internacionais e monitorando a trajetória completa dos produtos desde sua concepção até a entrega ao consumidor final (Cavalcante, 2019).

Especificamente no setor de fabricação de carregadores de celulares, a rastreabilidade se mostra ainda mais decisiva. Dada a alta demanda por produtos eficientes e seguros, cada componente no processo de fabricação precisa ser rastreável, permitindo não apenas a identificação, mas também a correção eficaz de quaisquer defeitos que possam comprometer a qualidade final do produto. Este desafio é ampliado pela variedade de modelos de carregadores e a necessidade de adaptação rápida às mudanças técnicas que são exigidas pelo mercado dinâmico (Mota et al., 2022).

O projeto proposto foca no desenvolvimento de aplicações de teste funcional com capacidades avançadas de rastreabilidade para a Salcomp Industrial Eletrônica da Amazônia Ltda., utilizando o software LabWindows/CVI. A implementação deste sistema avançado de teste não só facilita a detecção proativa de falhas, mas também aprimora significativamente a documentação e gestão de processos. Isso otimiza a eficiência e a qualidade na produção de carregadores de celulares, introduzindo tecnologias modernas como códigos QR para uma rastreabilidade rápida e eficiente, essencial para adaptar-se aos ciclos rápidos de inovação tecnológica e às exigências crescentes do mercado global (Kieseberg et al., 2010).

Além disso, a adoção de práticas avançadas de rastreabilidade e métodos ágeis de gestão de processos atende diretamente às necessidades de reduzir custos de produção, minimizar o desperdício

de materiais e garantir a entrega de produtos que cumpram rigorosamente as expectativas de qualidade e segurança. Desenvolver um sistema de teste funcional com rastreabilidade para carregadores de celulares não apenas responde às exigências do mercado por qualidade e eficiência, mas também promove a sustentabilidade operacional e a competitividade da empresa no cenário global. A capacidade de monitorar cada componente e processo em tempo real proporciona uma gestão de recursos mais eficiente, uma resposta rápida a problemas de qualidade e uma maior flexibilidade para se adaptar às novas regulamentações e expectativas dos consumidores (Pressman, 2014).

A implementação estratégica deste sistema de rastreabilidade não apenas melhora a posição da empresa no mercado internacional, mas também estabelece um novo padrão de qualidade que beneficia toda a indústria. O projeto vai além da mera conformidade com normas estabelecidas, promovendo um avanço significativo na forma como a qualidade é assegurada e monitorada. Ao adotar essa nova tecnologia, a empresa não só garante uma melhoria na qualidade dos seus produtos, mas também reforça sua imagem no mercado como líder em inovação e confiabilidade (Rocha et al., 2018).

Adicionalmente, o desenvolvimento de sistemas especializados em teste funcional com rastreabilidade para carregadores de celulares representa um avanço significativo na garantia de qualidade para produtos eletrônicos. Essas ferramentas permitem uma gestão de informações mais precisa e eficaz, reduzem a incidência de erros e facilitam a identificação precoce de falhas. Esta abordagem avançada é crucial para a satisfação do consumidor e o sucesso das empresas no setor em um ambiente altamente competitivo e dependente de inovação tecnológica (Pedraza et al., 2020).

A relevância deste tema é sublinhada pela necessidade crescente da indústria de software de assegurar a qualidade e a confiabilidade dos produtos, especialmente num cenário marcado por desenvolvimento ágil e complexidade crescente. A rastreabilidade eficiente, através de sistemas especializados como o proposto neste estudo, é fundamental para atender às exigências do mercado e manter a competitividade das empresas no setor de produção de dispositivos eletrônicos. Este projeto, portanto, não apenas responde às necessidades imediatas da indústria, mas também estabelece uma base para futuras inovações que podem continuar a transformar o campo da fabricação eletrônica.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

Este referencial teórico fornece uma base sólida para a compreensão dos princípios e práticas da Engenharia de Software Ágil, Testes Funcionais e Rastreabilidade dentro do contexto de Indústria 4.0. As interconexões entre essas áreas fundamentam uma metodologia que é adaptativa, eficiente e orientada pela qualidade, garantindo que os processos de desenvolvimento de software não só atendam

às necessidades atuais do mercado, mas também sejam resilientes e capazes de evoluir com as demandas futuras.

## 2.1 ENGENHARIA DE SOFTWARE ÁGIL

A Engenharia de Software Ágil é uma metodologia que transformou as práticas de desenvolvimento de software, enfatizando flexibilidade, colaboração interfuncional e uma resposta rápida às mudanças. Originada do Manifesto Ágil de 2001, esta abordagem foi uma resposta direta às limitações dos métodos tradicionais de desenvolvimento, considerados por muitos como demasiado burocráticos, lentos e inflexíveis (Pressman, 2014).

Entre as metodologias ágeis mais prevalentes estão o Scrum, Kanban e Extreme Programming (XP), cada uma abordando o desenvolvimento de software de maneira que reforça a capacidade de adaptação e a eficácia operacional. Scrum, por exemplo, estrutura o desenvolvimento em ciclos chamados sprints, Kanban foca em maximizar a eficiência do fluxo de trabalho, e XP promove práticas de desenvolvimento de software com alta qualidade e resposta a mudanças (Reis, 2005).

Estas metodologias compartilham características comuns, tais como iterações de desenvolvimento curtas e regulares, planejamento adaptativo e entrega contínua, permitindo que as equipes reajam de maneira flexível às mudanças nos requisitos do cliente. A implementação bem-sucedida dessas metodologias ágeis exige uma mudança cultural significativa dentro das organizações, promovendo uma mentalidade que valoriza a transparência, a colaboração e a adaptabilidade (Barros, 2018).

## 2.2 TESTES FUNCIONAIS EM DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE

Os testes funcionais são cruciais para assegurar que o software funcione conforme especificado, focando na verificação das funcionalidades descritas nos requisitos do usuário. Estes testes avaliam partes específicas do software para garantir sua correta operação e são essenciais para a identificação de defeitos em fases iniciais do ciclo de vida do desenvolvimento, mitigando custos futuros associados à correção de falhas (Silva, 2019).

O teste funcional é estruturado em torno de casos de teste que derivam diretamente dos requisitos funcionais, garantindo que todos os aspectos do software sejam verificados. Isso inclui a realização de testes unitários, de integração e de sistema, cada um abordando diferentes componentes e aspectos do software. A importância desses testes é enfatizada pela necessidade de entregas de software de alta qualidade que satisfaçam as expectativas dos usuários finais e cumpram com os padrões regulatórios (Barbosa et al., 2023).

## 2.3 RASTREABILIDADE EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE

A rastreabilidade é um componente essencial na gestão de qualidade, facilitando o rastreamento de cada componente de um produto ao longo de seu ciclo de vida. Em um contexto de software, a rastreabilidade ajuda a ligar requisitos, desenhos de software, implementações e testes, proporcionando uma visão clara de como cada requisito é realizado em uma implementação final e testado ao longo do processo de desenvolvimento (Eckschmidt et al., 2009).

Na era da Indústria 4.0, a rastreabilidade ganha novas dimensões devido à integração de tecnologias como big data e IoT, que permitem a coleta e análise de grandes volumes de dados em tempo real. Estas tecnologias melhoram a precisão e a eficácia dos processos de rastreabilidade, permitindo às empresas responderem mais rapidamente a problemas de qualidade e adaptar processos em face de feedback em tempo real (Barros, 2018).

A implementação efetiva da rastreabilidade nos processos de desenvolvimento e produção requer sistemas robustos de gerenciamento de dados que possam capturar, armazenar e analisar informações detalhadas sobre cada etapa do desenvolvimento e produção. Isso é crucial para garantir a qualidade e para permitir a melhoria contínua dos produtos e processos (Batista, 2023).

## 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Nesta seção, descreve-se a metodologia empregada na pesquisa para o desenvolvimento de aplicações de sistema de teste funcional com rastreabilidade utilizando o software LabWindows/CVI para a empresa Salcomp Industrial Eletrônica da Amazônia Ltda.

### 3.1 MATERIAIS UTILIZADOS

#### 3.1.1 Software de Desenvolvimento: LabWindows/CVI

- Descrição: LabWindows/CVI é uma ferramenta de desenvolvimento integrado que utiliza a linguagem C para a criação de aplicativos de teste e medição.
- Características Principais:
  - Flexibilidade de Programação: Oferece uma plataforma robusta que combina a potência da programação em C com funções específicas para teste e medição.
  - Interface Gráfica do Usuário: Permite desenvolver interfaces customizadas que facilitam a interação do usuário e a visualização de dados.
  - Integração com Hardware: Excelente compatibilidade com uma variedade de hardware de teste e medição, otimizando a coleta e análise de dados.

### 3.1.2 Instrumentos de Teste

#### 1. Placa de Controle Interface GPIB (General Purpose Interface Bus)

- Modelo: PCI IEEE 488 da National Instruments.
- Função: Facilita a comunicação entre o computador e dispositivos de teste e medição.
- Características Principais:
  - Conectividade: Permite a conexão com até 14 dispositivos GPIB, facilitando o controle de múltiplos instrumentos simultaneamente.
  - Taxa de Transferência de Dados: Alta velocidade de transferência para eficiência na aquisição de dados e controle dos instrumentos.
  - Compatibilidade Universal: Suporta uma ampla gama de instrumentos de diversos fabricantes.

#### 2. Cartão de E/S Digital de Alta Velocidade

- Modelo: PCI 7432 da ADLINK.
- Função: Oferece conectividade digital entre o sistema de computador e dispositivos externos.
- Características Principais:
  - Canais de E/S: 32 canais configuráveis como entrada ou saída, proporcionando versatilidade no controle e monitoramento de sistemas.
  - Aplicações: Ideal para automação industrial e controle de processos, permitindo a integração com sensores e atuadores.

#### 3. Multímetro Digital

- Modelo: Agilent 34401A.
- Função: Realiza medições precisas de variadas grandezas elétricas.
- Características Principais:
  - Faixa de Medição Ampla: Capaz de medir tensão, corrente, resistência, frequência e outras grandezas com alta precisão.
  - Interface de Comunicação: Equipado com GPIB, RS-232, e USB para integração fácil com outros sistemas e automação de testes.

#### 4. Fonte AC

- Modelo: 6811A AC Power Source.
- Função: Fornece energia AC controlada para testes e simulações.
- Características Principais:



- Controle de Tensão e Corrente: Ajustes precisos de tensão e corrente para simular diferentes condições elétricas.
- Proteções de Segurança: Inclui proteções contra sobrecarga e sobretensão para uso seguro em testes rigorosos.

### 3.2 METODOLOGIA

Neste projeto, adotou-se uma abordagem de pesquisa aplicada, focada no desenvolvimento e teste de sistemas de fontes de alimentação para dispositivos eletrônicos, uma área crítica dentro das operações da Salcomp Industrial Eletrônica da Amazônia Ltda. O objetivo foi abordar desafios específicos e criar soluções tecnológicas inovadoras por meio de atividades intensivas de pesquisa e desenvolvimento (P&D).

A metodologia empregada baseou-se na integração e no uso eficaz de materiais e software especializados para realizar testes funcionais precisos e garantir a rastreabilidade completa dos dispositivos. Utilizou-se o LabWindows/CVI, uma ferramenta de desenvolvimento flexível que permite interações detalhadas com uma variedade de instrumentos de teste, como a Placa de Controle Interface GPIB e o Multímetro Digital Agilent 34401A. Esses testes foram projetados para validar a funcionalidade dos dispositivos eletrônicos sob variadas condições, monitorando suas respostas a diferentes estímulos e medições.

O escopo desta pesquisa incluiu profissionais diretamente envolvidos nos processos de teste funcional, como engenheiros, técnicos e desenvolvedores, selecionados com base em sua experiência e familiaridade com o software LabWindows/CVI. Para garantir a conformidade ética e regulatória, todos os participantes forneceram consentimento informado.

O processo de desenvolvimento seguiu uma sequência metodológica clara, começando com um levantamento detalhado de requisitos através de reuniões e análise de documentos. Após definir uma arquitetura robusta, modular e escalável, procedeu-se com a implementação do sistema, seguindo boas práticas de programação e realizando uma série de testes, incluindo testes unitários, de integração e de sistema. Esses passos asseguraram que todas as soluções desenvolvidas fossem rigorosamente testadas e validadas antes da implantação e do treinamento dos usuários finais.

Esta metodologia integrada e sistemática permite não apenas testar e validar eficazmente os produtos, mas também garante que todos os aspectos do dispositivo sejam meticulosamente avaliados e que os resultados dos testes sejam rastreáveis, suportando os elevados padrões de qualidade e segurança exigidos pela indústria e pelo mercado.

- Planejamento do Sistema de Teste



### 3.3 DEFINIÇÃO DE REQUISITOS

**Descrição:** O processo começou com sessões de brainstorming e reuniões com a equipe técnica da Salcomp para captar e documentar os requisitos do sistema de teste funcional. Isso incluiu identificar as necessidades específicas dos dispositivos eletrônicos que requerem teste, assim como as expectativas do usuário final.

**Objetivos:** Estabelecer uma compreensão clara das funcionalidades necessárias, a performance esperada do sistema e os critérios de aceitação para os testes de rastreabilidade.

- **Desenvolvimento e Implementação**

Seleção de Hardware e Software

**Software:** Escolha do LabWindows/CVI baseada em sua compatibilidade com uma variedade de hardware de medição e teste, além de sua flexibilidade para programação personalizada.

**Hardware:** Identificação e seleção dos instrumentos de teste mais adequados, incluindo a Placa de Controle Interface GPIB e o Multímetro Digital Agilent 34401A, que são essenciais para a coleta e análise precisa dos dados.

Desenvolvimento das Aplicações de Teste Funcional

**Procedimentos de Teste:** Desenvolvimento de rotinas de teste personalizadas utilizando o LabWindows/CVI, permitindo a execução automática de testes, coleta de dados e geração de relatórios.

**Integração de Sistemas:** Configuração e integração dos diversos componentes de hardware com o software para garantir operações de teste suaves e eficientes.

Integração de Leitores de QR Code e Dispositivos de Rastreamento

**Implementação:** Instalação de leitores de QR Code e dispositivos de rastreamento para facilitar a identificação e rastreabilidade dos dispositivos em teste, garantindo a integridade dos dados e conformidade com os padrões de rastreabilidade.

- **Validação e Testes do Sistema**

Testes de Funcionalidade

**Execução:** Realização de uma série de testes de funcionalidade para validar a performance do sistema de teste em simular e medir as operações dos dispositivos sob teste.

**Avaliação:** Análise dos dados coletados para verificar a precisão e confiabilidade do sistema de teste funcional desenvolvido.

Verificação da Rastreabilidade

Processo de Verificação: Utilização dos leitores de QR Code e dispositivos de rastreamento integrados para testar a eficácia do sistema de rastreabilidade em registrar e manter os dados precisos sobre os dispositivos testados.

- Documentação e Treinamento

Documentação do Sistema

Detalhamento: Criação de uma documentação completa que descreve o funcionamento, a configuração e a manutenção do sistema de teste, essencial para futuras referências e auditorias.

Disponibilidade: Assegurar que a documentação seja acessível para todos os técnicos e engenheiros envolvidos, promovendo uma compreensão uniforme do sistema.

Treinamento da Equipe

Programa de Treinamento: Desenvolvimento e implementação de um programa de treinamento para os usuários finais, focando no uso adequado, manutenção e troubleshooting do sistema de teste.

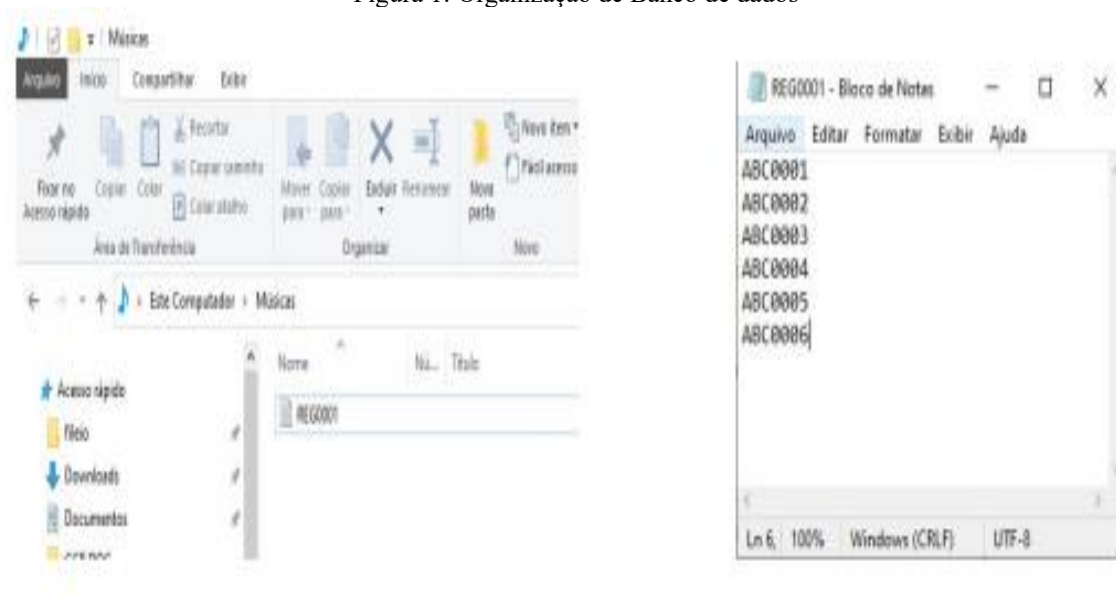
Feedback e Melhoria Contínua: Coleta de feedback dos usuários para melhorias contínuas do sistema e refinamento dos processos de treinamento.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

- Levantamento de Requisitos

Antes de iniciar o desenvolvimento, foi realizada uma coleta detalhada de requisitos através de reuniões com todos os interessados. Durante essas reuniões, identificaram-se e documentaram-se requisitos funcionais e não funcionais, incluindo detalhes sobre desempenho, segurança e usabilidade. Requisitos de rastreabilidade específicos também foram considerados para garantir a capacidade de rastrear cada funcionalidade do sistema até seus requisitos correspondentes, como demonstrado na Figura 1.

Figura 1: Organização de Banco de dados



Fonte: Elaboração Própria

- Design e Arquitetura

A fase de Design e Arquitetura focou em desenvolver uma arquitetura de software que fosse robusta, escalável e modular. A seleção de tecnologias adequadas foi baseada em critérios como desempenho e facilidade de manutenção. A decisão por cada tecnologia e cada aspecto do design foi documentada e está representada na Figura 2.

Figura 2: Tabela de Testes (.txt)

Modelo	,min	,max	,gra	,seq	,step	,start	,nome
1 ,AC_POWER[90	,1	,1	,OP	,1			
2 ,FREQ[47	,1	,1	,OP	,2			
3 ,LOAD_CC[1.67	,1	,1	,OP	,3			
4 ,DELAY[4.8	,1	,1	,OP	,4			
6 ,STATIC_VOLTAGE_TEST_1	,8.9	,9.45	,VOLT	,5			,TENSÃO(9V) 90V 47HZ 1.67A
12 ,OCP_TEST_1	,1.67	,2.17	,ARMS	,6	,0.05	,1.80	,OCP(9V) 90V 47HZ
4 ,DELAY[1.0	,1	,1	,OP	,7			
6 ,STATIC_VOLTAGE_TEST_2	,8.9	,9.45	,VOLT	,8			,TENSÃO(9V) 90V 47HZ 0A
5 ,LOAD_CV[7.5	,1	,1	,OP	,9			
4 ,DELAY[0.5	,1	,1	,OP	,10			
10 ,STATIC_CURRENT_TEST_1	,1.7	,2.0	,ARMS	,11			,CORRENTE(9V) 90V 47HZ 7.5V
1 ,AC_POWER[264	,1	,1	,OP	,12			
2 ,FREQ[63	,1	,1	,OP	,13			
5 ,LOAD_CV[7.5	,1	,1	,OP	,14			
4 ,DELAY[0.5	,1	,1	,OP	,15			
10 ,STATIC_CURRENT_TEST_2	,1.73	,1.95	,ARMS	,16			,CORRENTE(9V) 264V 63HZ 7.5V
11 ,IO_OUTPUT_CARD[08	,1	,1	,OP	,17			
4 ,DELAY[1.8	,1	,1	,OP	,18			
1 ,AC_POWER[264	,1	,1	,OP	,19			
2 ,FREQ[63	,1	,1	,OP	,20			
3 ,LOAD_CC[0	,1	,1	,OP	,21			
4 ,DELAY[0.1	,1	,1	,OP	,22			
6 ,STATIC_VOLTAGE_TEST_3	,4.95	,5.25	,VOLT	,23			,TENSÃO(5V) 264V 63HZ 0A
3 ,LOAD_CC[2.0	,1	,1	,OP	,24			
4 ,DELAY[0.1	,1	,1	,OP	,25			
6 ,STATIC_VOLTAGE_TEST_4	,4.95	,5.25	,VOLT	,26			,TENSÃO(5V) 264V 63HZ 2A
5 ,LOAD_CV[3.7	,1	,1	,OP	,27			
4 ,DELAY[0.5	,1	,1	,OP	,28			
10 ,STATIC_CURRENT_TEST_3	,2.03	,2.4	,ARMS	,29			,CORRENTE(5V) 264V 63HZ 3.7V
12 ,OCP_TEST_2	,2.00	,2.50	,ARMS	,30	,0.05	,2.20	,OCP(5V) 264V 63HZ
FIM							

Fonte: Elaboração Própria

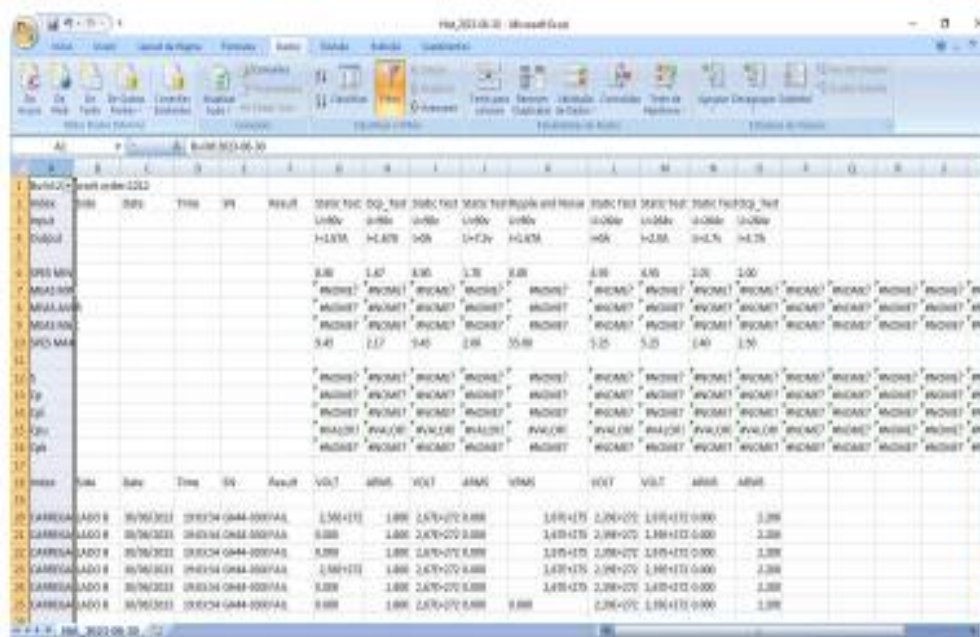
- Implementação

Durante a implementação, foram codificados os componentes do sistema conforme especificado nas fases anteriores. Este processo foi meticulosamente documentado e os mecanismos de rastreabilidade foram integrados para capturar informações detalhadas durante os testes, conforme ilustrado nas Figuras 3 e 4.

- Testes

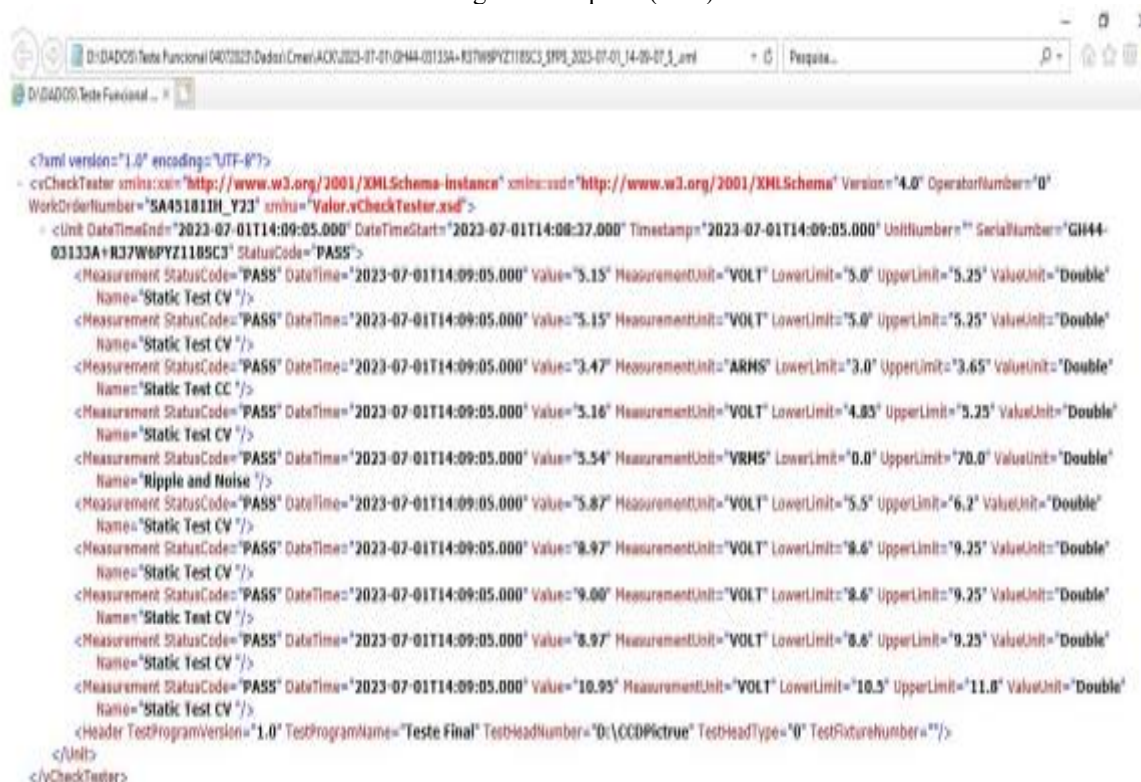
Os testes abrangeram várias fases, incluindo testes unitários, de integração e de sistema. O planejamento e os resultados destes testes são detalhados nas Figuras 5 e 6 (incluídas posteriormente), onde são mostrados gráficos do teste de tensão e de OCP (Over Current Protection), demonstrando como os carregadores respondem sob condições de teste específicas.

Figura 3: arquivo (.csv)



Fonte: Elaboração Própria

Figura 4: Arquivo (.xml)



```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<vCheckTester xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xmlns:sd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" Version="4.0" OperatorNumber="0"
WorkOrderNumber="SA451811H_Y23" xmlns="Valor.vCheckTester.xsd">
  <Unit DateTimeEnd="2023-07-01T14:09:05.000" DateTimeStart="2023-07-01T14:08:37.000" Timestamp="2023-07-01T14:09:05.000" UnitNumber="" SerialNumber="GH44-
03133A+R37W6PYZ1105C3" StatusCode="PASS">
    <Measurement StatusCode="PASS" DateTime="2023-07-01T14:09:05.000" Value="5.15" MeasurementUnit="VOLT" LowerLimit="5.0" UpperLimit="5.25" ValueUnit="Double"
      Name="Static Test CV"/>
    <Measurement StatusCode="PASS" DateTime="2023-07-01T14:09:05.000" Value="5.15" MeasurementUnit="VOLT" LowerLimit="5.0" UpperLimit="5.25" ValueUnit="Double"
      Name="Static Test CV"/>
    <Measurement StatusCode="PASS" DateTime="2023-07-01T14:09:05.000" Value="3.47" MeasurementUnit="ARMS" LowerLimit="3.0" UpperLimit="3.65" ValueUnit="Double"
      Name="Static Test CC"/>
    <Measurement StatusCode="PASS" DateTime="2023-07-01T14:09:05.000" Value="5.16" MeasurementUnit="VOLT" LowerLimit="4.95" UpperLimit="5.25" ValueUnit="Double"
      Name="Static Test CV"/>
    <Measurement StatusCode="PASS" DateTime="2023-07-01T14:09:05.000" Value="5.54" MeasurementUnit="VRMS" LowerLimit="0.0" UpperLimit="70.0" ValueUnit="Double"
      Name="Ripple and Noise"/>
    <Measurement StatusCode="PASS" DateTime="2023-07-01T14:09:05.000" Value="5.87" MeasurementUnit="VOLT" LowerLimit="5.5" UpperLimit="6.2" ValueUnit="Double"
      Name="Static Test CV"/>
    <Measurement StatusCode="PASS" DateTime="2023-07-01T14:09:05.000" Value="8.97" MeasurementUnit="VOLT" LowerLimit="8.6" UpperLimit="9.25" ValueUnit="Double"
      Name="Static Test CV"/>
    <Measurement StatusCode="PASS" DateTime="2023-07-01T14:09:05.000" Value="9.00" MeasurementUnit="VOLT" LowerLimit="8.6" UpperLimit="9.25" ValueUnit="Double"
      Name="Static Test CV"/>
    <Measurement StatusCode="PASS" DateTime="2023-07-01T14:09:05.000" Value="8.97" MeasurementUnit="VOLT" LowerLimit="8.6" UpperLimit="9.25" ValueUnit="Double"
      Name="Static Test CV"/>
    <Measurement StatusCode="PASS" DateTime="2023-07-01T14:09:05.000" Value="10.95" MeasurementUnit="VOLT" LowerLimit="10.5" UpperLimit="11.0" ValueUnit="Double"
      Name="Static Test CV"/>
  </Unit>
</vCheckTester>
```

Fonte: Elaboração Própria

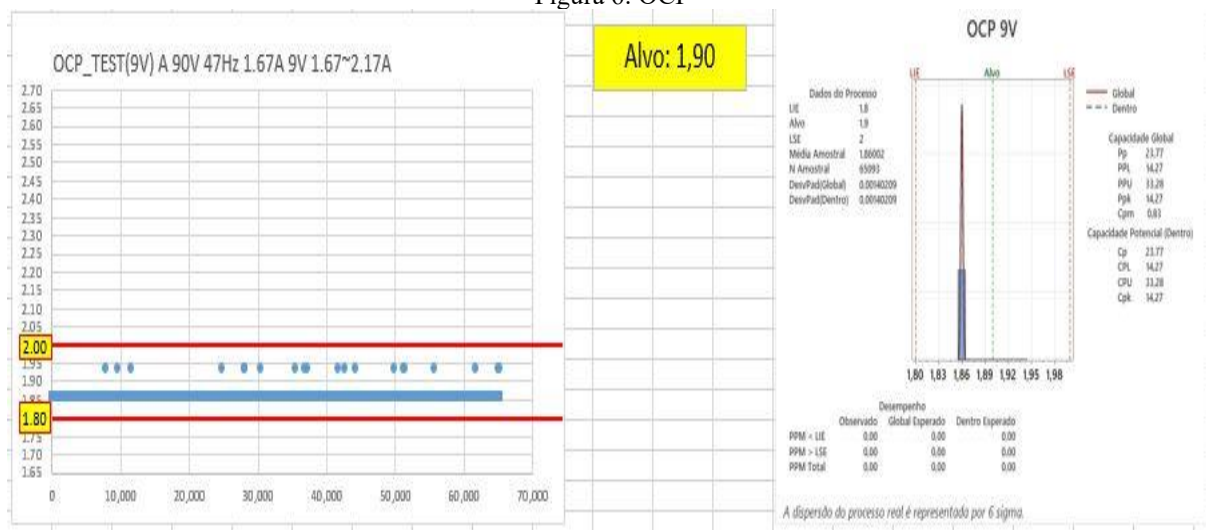
Figura 5: teste de tensão



Fonte: Elaboração Própria



Figura 6: OCP



Fonte: Elaboração Própria

### • Implantação

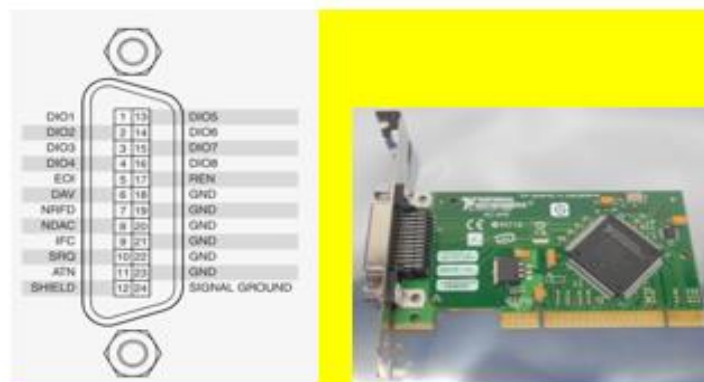
A integração e os testes no ambiente de produção foram cuidadosamente planejados e executados. O Rack de teste e seus componentes são detalhados na Figura 7, e os procedimentos de conexão e configuração do sistema são ilustrados na Figura 8.

Figura 7: Rack de teste e seus componentes



Fonte: Empresa Salcomp – 2024.

Figura 8: PCI GPIB

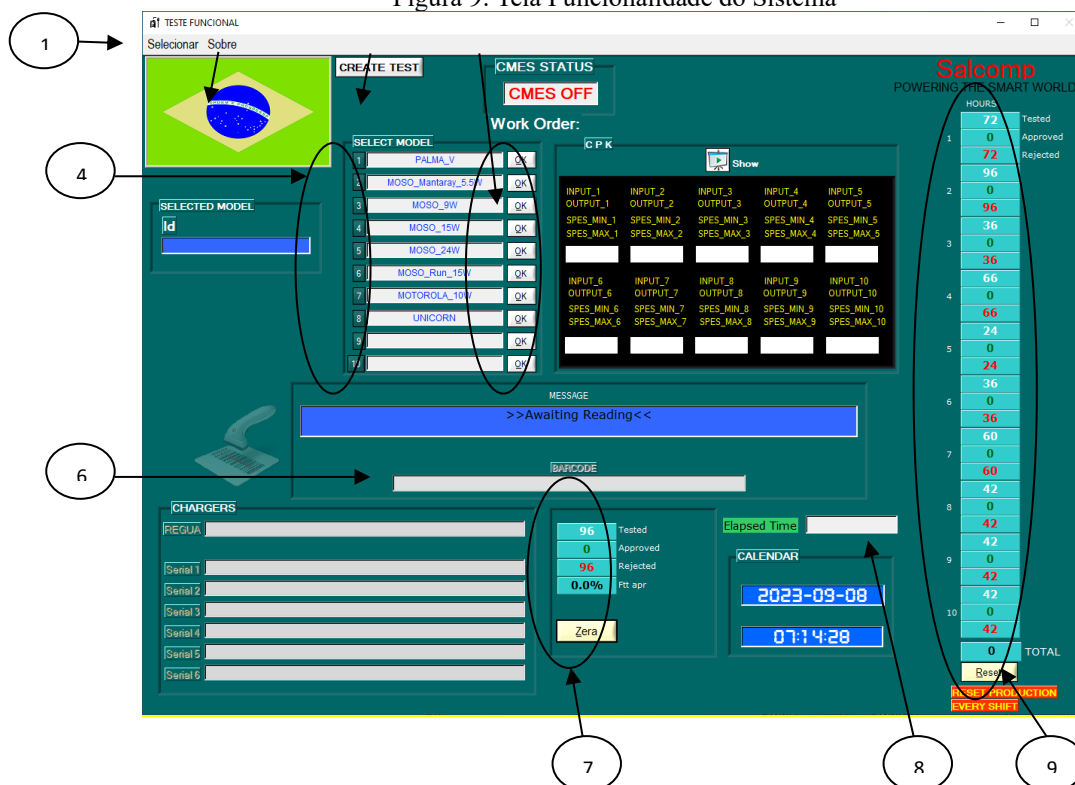


Fonte: Elaboração Própria - 2024

- Treinamento

Foram desenvolvidos e implementados materiais de treinamento abrangentes, cujas sessões práticas são representadas na Figura 9. Este material ajudou a garantir que todos os usuários compreendessem completamente a operação e manutenção do novo sistema.

Figura 9: Tela Funcionalidade do Sistema



Fonte: Elaboração Própria – 2024.



## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O desenvolvimento deste projeto de pesquisa para o teste funcional com rastreabilidade de carregadores de celular na Salcomp abordou desafios significativos relacionados ao desenvolvimento e teste de sistemas de fontes de alimentação para dispositivos eletrônicos. Através de uma metodologia que integrou pesquisa e desenvolvimento (P&D), buscamos criar soluções tecnológicas inovadoras que atendessem às necessidades específicas da empresa.

Durante a execução do projeto, diversos aprendizados e conclusões foram evidenciados. A seleção de uma amostra composta por profissionais experientes em teste funcional e familiarizados com o software LabWindows/CVI provou ser crucial. Esse foco permitiu um entendimento profundo e preciso dos requisitos do sistema, essencial para o sucesso do desenvolvimento.

A arquitetura de software adotada destacou-se por sua escalabilidade e modularidade, facilitando o desenvolvimento de soluções robustas e eficazes. Os testes realizados, que incluíram avaliações unitárias, de integração e sistêmicas, foram vitais para validar a funcionalidade e conformidade do sistema com os padrões e expectativas definidos.

Os resultados demonstraram vantagens significativas da metodologia aplicada, como a abrangência e a profundidade no tratamento das fases de desenvolvimento, culminando na entrega de um sistema de teste funcional confiável e eficaz. No entanto, enfrentou-se desafios, especialmente na integração e implantação em ambiente industrial. Estes desafios destacaram a necessidade de estratégias de monitoramento contínuo e suporte pós-implantação robusto, fundamentais para assegurar a operacionalidade e sustentabilidade do sistema no longo prazo.

Em conclusão, o projeto alcançou seu objetivo de desenvolver aplicações de teste funcional com rastreabilidade para carregadores de celular, utilizando efetivamente o software LabWindows/CVI. Os resultados não apenas satisfizeram os requisitos do cliente, mas também reforçaram a importância da pesquisa aplicada no avanço da indústria de desenvolvimento de dispositivos eletrônicos. Este sucesso sublinha a relevância de continuar investindo em tecnologias e metodologias que impulsionem a inovação e a eficiência na produção industrial.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Gestão de Processos, Sistemas e Ambiental do Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia (PPG.EGPSA/ITEGAM), ao ITEGAM e as empresas Salcomp, Foxconn, Procomp/Diebold, Inventus Power, Coelmatic por meio da Lei no. 8.387/1991 de Informática para incentivo a Projetos de PD&I com apoio financeiro PUR044/2023/CITS ao projeto de Mestrado através da Coordenadora do Programa Prioritário da

Indústria 4.0 e Modernização Industrial, o Centro Internacional de Tecnologia de Software (CITS)/CAPDA/SUFRAMA/MDIC.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 9001: sistema de gestão de qualidade –requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2008
- BARBOZA, H. N. et al. Teste de usabilidade do aplicativo Avazum. CoDAS, v. 35, n. 5, p. e20220103, 2023.
- BARROS, R. C. A importância da gestão de requisitos para projetos de desenvolvimento de software / Ricardo Correia Barros. São Paulo: [s.n.], 2018. 98 f.
- BATISTA, T. F. F. Análise de dados de rastreabilidade para tomada de decisões a partir do acompanhamento em tempo real do processo produtivo: um estudo de caso voltado a melhoria contínua no processo produtivo / Thiago Francisco Ferreira Batista. - Caruaru, 2023. 70: il., tab
- CAVALCANTE, I. M. INDÚSTRIA 4.0 E SUAS PERSPECTIVAS FUTURAS PARA O BRASIL: Uma revisão sistemática da Literatura. Bananeiras 2019, 47 f.
- ECKSCHMIDT, T. et al. O Livro Verde de Rastreamento: conceitos e desafios. Livraria Varela, São Paulo, 2009.
- EDER, S. et al. Diferenciando as abordagens tradicional e ágil de gerenciamento de projetos. Production, v. 25, n. 3, p. 482-497, jul./set. 2015.
- KIESEBERG, P. et al. QR-Code Security, In: 8th International Conference on Advances in Mobile Computing and Multimedia, ACM, Paris, 2010.
- MAZZAFERRO, J. A. E. Indústria 4.0 e a Qualidade da Informação. Soldagem & Inspeção, v. 23, n. 1, p. 1–2, jan. 2018.
- MOLINARI, L. Testes de Aplicações Mobile Qualidade e Desenvolvimento em Aplicativos Móveis, Saraiva Educação SA, 2018.
- MOTA, R. N; AMICI, T. T; FERRER, J. A. G; DE OLIVEIRA, M. T. Rastreabilidade no processo industrial baseado em conceitos da Indústria 4.0. Revista Brasileira de Mecatrônica, [S. l.], v. 5, n. 1, p. 39–62, 2022.
- MYERS, G. J., et al. The art of software testing, Wiley Online Library. , 2004.
- PEDRAZA, L. L; MORAES, J. R. W; RABELO-SILVA; E. R. Development and testing of a text messaging (SMS) monitoring software application for acute decompensated heart failure patients. Rev. Latino-Am. Enfermagem. 2020;28:e3301.
- PEDROSA, R. A. Gestão da Produção em Foco - Volume 45/ Organização – Belo Horizonte - MG: Poisson, 1 ed. 2021.
- PRESSMAN, R. S. "Engenharia de Software: Uma Abordagem Profissional." McGraw-Hill, 2014.

RAMALHO, T. S. et al. Internet das coisas a serviço da defesa: proposição de um sistema de rastreamento de armamentos. RASI-Revista de Administração, Sociedade e Inovação, Volta Redonda/RJ, v. 6, n. 1, p. 43-59, jan.-abr. 2020.

REIS, A. F. DOS; COSTA, I. DA. Proposta de integração da engenharia de software nas estratégias empresariais. Production, v. 15, n. 3, p. 448-455, set. 2005.

ROCHA, C. X. S. S. et al. A percepção do cliente sobre a importância da rastreabilidade das garrafas de vidro na cadeia cervejeira. Marketing & Tourism Review, Belo Horizonte-MG, v. 3, n. 3, p. 1-26, set. 2018. DOI: <https://doi.org/10.29149/mtr.v3i3.4513>

SILVA, A. M. Engenharia de Software e Métodos Ágeis como forma de Inclusão / Anderson Mateus Silva. - 2019. 140 f.

SILVA, A. R. da; GASPAROTTO, A. M. S. Um estudo sobre rastreabilidade visando ao controle de processos. Revista Interface Tecnológica, [S. l.], v. 17, n. 1, p. 708-720, 2020.