

**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ  
MESTRADO EM ENGENHARIA MECÂNICA**

**JURANDIR MIGUEL DOS SANTOS**

**PROJETAR UM BANCO DE TESTE POLIVALENTE  
PARA VERIFICAÇÃO DA QUALIDADE  
FINAL DE VEÍCULOS AUTOMOTIVOS**

Taubaté  
2015

**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**  
**MESTRADO EM ENGENHARIA MECÂNICA**

**JURANDIR MIGUEL DOS SANTOS**

**PROJETAR UM BANCO DE TESTE POLIVALENTE**  
**PARA VERIFICAÇÃO DA QUALIDADE**  
**FINAL DE VEÍCULOS AUTOMOTIVOS**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Mecânica, do programa de Mestrado Profissional de Engenharia Mecânica do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté.

**Área de Concentração: Automação**

**Orientador: Prof. Dr. João Bosco Gonçalves**

Taubaté  
2015

**JURANDIR MIGUEL DOS SANTOS**

**PROJETAR UM BANCO DE TESTE POLIVALENTE  
PARA VERIFICAÇÃO DA QUALIDADE  
FINAL DE VEÍCULOS AUTOMOTIVOS**

**Dissertação apresentada como parte dos requisitos para  
obtenção do Título de Mestre em Engenharia Mecânica, do  
programa de Mestrado Profissional de Engenharia  
Mecânica do Departamento de Engenharia Mecânica da  
Universidade de Taubaté.**

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. João Bosco Gonçalves

---

Prof. Dr. Álvaro Manoel de S. Soares

---

Prof. Dr. José Vitor Candido de Souza

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por ter dado saúde, paz e perseverança para atingir o objetivo.

A minha esposa Silmara Moreira Ferreira Santos pela dedicação e paciência durante o período de estudos.

Aos meus pais José Miguel dos Santos e Vicentina Nascimento dos Santos que mesmo não estando mais entre nós participaram desta caminhada.

Ao Prof. Dr. João Bosco Gonçalves, pela paciência na elaboração da tese em vista dos meus compromissos profissionais que por muitas vezes não me permitiam estar presente na UNITAU.

*O segredo do sucesso é a constância do propósito.*  
*Benjamin Disrael*

## **RESUMO**

O objetivo do trabalho é desenvolver a automação de um equipamento a ser instalado para Teste de Qualidade em uma montadora de veículos do Sul Fluminense, usando a ferramenta de qualidade de solução/alcance de metas PDCA para indicar sua eficácia. O equipamento será instalado na saída da linha de montagem de veículos visando substituir os testes livres em pista, executados por operadores, a fim de obter resultados precisos e confiáveis. O Teste de Qualidade com Banco Polivalente visa reduzir os possíveis acidentes que ocorriam durante os testes livres, permitindo verificar com exatidão o desempenho do carro, nos quesitos: freios, refrigeração, arrefecimento, ignição, bateria, balanceamento e motor.

Palavras - chave: Banco Polivalente. Teste livre. Ciclo PDCA.

## **ABSTRACT**

The objective is to develop the automation equipment to be installed for quality testing in an assembly plant of South Fluminense vehicles using the solution quality tool / PDCA-range goals to indicate its effectiveness. The equipment will be installed off the vehicle assembly line for replacing the free tests on the track, carried out by operators in order to obtain accurate and reliable results. The Quality Testing with Versatile Bank also aims to end the possible accidents that occurred during the free tests, allowing you to check the exact car's performance, in the categories: brakes, cooling, cooling, ignition, battery, balance and motor.

Key – Words: Polyvalent Bank. Free Test. PDCA Cicle.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - PLC Siemens .....	18
Figura 2 - Ciclo PDCA .....	27
Figura 3 - Pista de teste livre .....	33
Figura 4 - DVT (Defeito por veículo terminado) .....	34
Figura 5 - Diagrama Causa – efeito .....	36
Figura 6 – Fluxograma .....	40
Figura 7 - Construção do PIT .....	41
Figura 8 - Polias de movimentação .....	42
Figura 9 - Painel elétrico e monitor .....	42
Figura 10 - Entrada do teste de rolagem .....	42
Figura 11 - Rolos internos do teste de rolagem .....	43
Figura 12 - Angulo de visão dos operadores .....	44
Figura 13 - Monitor simulador do teste de rolagem .....	44
Figura 14 - Equipamento Kairo .....	45
Figura 15 - Kairo conectado no painel .....	45
Figura 16 - Kairo fixado no para brisa .....	45
Figura 17 - Odisse .....	46
Figura 18 - Fluxograma do teste de rolagem .....	46
Figura 19 - Circuito da micro pista .....	48
Figura 20 - Desenho do banco polivalente .....	52
Figura 21 - Código de barras .....	53
Figura 22 - Teclado para inserção manual .....	53
Figura 23 - Púlpito de início de ciclo .....	53
Figura 24 - Rolos do banco .....	53
Figura 25 - Configuração geral do Roll Break .....	54
Figura 26 - Lay out da rede .....	55
Figura 27 - Modo manutenção .....	56
Figura 28 - Movimentos manuais .....	56
Figura 29 - Manutenção variadores .....	57
Figura 30 - Modo sistema .....	57
Figura 31 - Informações do ciclo .....	57
Figura 32 - Modo calibração .....	57
Figura 33 - Tela touch de comando .....	58
Figura 34 - Computador Roll Break .....	58
Figura 35 – Grafiset .....	59
Figura 36 - PLC Siemens .....	60
Figura 37 - I/O PLC Siemens .....	60
Figura 38 - Lay out interno do painel .....	60
Figura 39 - Lay out externo do painel .....	60
Figura 40 - Lógica ladder .....	61
Figura 41 - Simotion .....	61
Figura 42 - Lay out simotion D .....	62
Figura 43 - Lay out integração do sistema .....	63
Figura 44 - Acidentes registrados .....	64
Figura 45 - Tempo de realização do teste .....	65
Figura 46 - Veículos testados em março .....	65



Figura 47 - Veículos testados em abril .....	65
Figura 48 - Veículos testados em maio .....	66
Figura 49 - Abastecimento de combustível .....	67

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Lista de Material -----	39
Quadro 2 - Principais funções do Teste de rolagem -----	47
Quadro 3 - Etapas da montagem e treinamento-----	49
Quadro 4 - Lista de defeitos -----	66

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

DVT – Defeito por Veículo Terminado  
CDC – Caderno de Encargos  
VIS – Números de verificação do chassi  
PLC- Programmable Logic Controller  
CLP - Controlador Lógico Programável  
MASP – Metodologia Análise de Solução de Problemas  
PDCA – Ciclo de Melhoria Contínua (Plan; Do; Check; Action)  
API – Interface de Aplicação de Programa  
TX - Transmissão  
RX - Recepção  
PC – Computador Pessoal  
C++ - Linguagem de Programação  
Visual Basic – Linguagem de Programação  
TAGS – Identificação utilizada em circuitos elétricos.  
I/O – Input / Output  
CNT - Confederação Nacional do Transporte  
ANFAVEA – Associação Nacional de Fabricantes de Veículos Automotores.  
IHM – Interface Homem Máquina  
VHN – Veículos por Horário Nominal

## GLOSSÁRIO

Layouts	Forma de organizar os objetos em um espaço físico
Check list	Folha de avaliação de processo.
Buy Off	Auditoria no fornecedor para fechar a compra de serviço.
Ângulo Ergonômico	Campo de visão dos operadores de modo a facilitar a percepção.
Kairo	Equipamento que permite comunicação com Odisse.
Odisse	Equipamento onde estão as gamas de teste de cada veículo.
LVV	Limitador de Velocidade.
RVV	Regulador de Velocidade.
Roll Break	Software utilizado para realização do teste.
ABS	Tipo de sistema de freio para veículos automotores.
Siemens Simotion	Linguagem de programação de PLC.
Ladder	Linguagem de programação de PLC.
Profinet (Ethernet)	Modelo de rede de comunicação.
Profibus	Modelo de rede de comunicação.
Sistema de frenagem,	Sistema de freio.
Sistema de arrefecimento	Refrigeração do motor.
Climatização de conforto	Ar condicionado.
Elétrico-eletrônica	Computador de bordo, injeção eletrônica, direção elétrica.
SQIP	Sistema onde são armazenados todos os dados de teste dos veículos, tais como torque, teste de paralelismo e outros.
Impressora Zebra	Marca de impressora industrial.
Gama	Roteiro o qual deve ser seguido pelo operador e ou equipamento.
Dossiê	Documento onde estão os dados de produção do veículo.
Retex	Retorno de Experiência dos clientes.
Grafset	Linguagem de programação de PLC.
Festo	Fabricante de material eletropneumático
MTPR	Método Técnico de Porto Real
UTC	Unidade Técnica Central

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
1.1 OBJETIVO GERAL .....	15
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	16
1.3 ESTRUTURA DA PROPOSTA.....	16
<b>2 REVISÃO DE BIBIOGRÁFICA .....</b>	<b>17</b>
2.1 BANCO DE TESTE POLIVALENTE.....	17
2.2 QUALIDADE.....	17
2.3 CLP .....	17
2.4 TOPOLOGIAS .....	19
2.4.1 Topologia ponto a ponto .....	19
2.4.2 Topologia de Barramento .....	19
2.4.3 Topologia do tipo anel .....	19
2.4.4 Topologia do tipo estrela .....	20
2.4.5 Topologia do tipo árvore .....	20
2.5 PROFINET (ETHERNET).....	20
2.6 PROFBUS.....	20
2.7 INTERFACE HOMEM-MAQUINA .....	21
2.8 AUTOMAÇÃO PNEUMÁTICA E AUTOMATISMO.....	21
2.9 HISTÓRIA DA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA NO BRASIL .....	22
2.10 SETOR AUTOMOTIVO ATUAL .....	24
2.10.1 Importância .....	24
2.10.2 Qualidade .....	24
2.10.3 Rodovias .....	25
2.10.4 Resultados de produção .....	25
2.11 A HISTÓRIA DA SAÚDE TRABALHISTA.....	25
2.12 PDCA CICLO DE MELHORIA CONTÍNUA .....	26
2.13 DIAGRAMAS DE CAUSA – EFEITO .....	30
<b>3 PROBLEMATIZAÇÃO .....</b>	<b>31</b>
3.1 ESPAÇO DE ANÁLISE.....	31
3.2 OBJETO DE ESTUDO .....	32
3.3 HIPÓTESE DIRETRIZ .....	32
3.4 PISTA DE TESTE DE VEÍCULOS .....	32
3.4.1. Histórico do Teste Livre .....	34
<b>4 METODOLOGIA.....</b>	<b>35</b>
4.1. ETAPA PLANEJAR .....	35
4.1.1. Diagrama de causa – efeito.....	36
4.2 ESTABELECEER META: .....	37
4.3 PLANO DE AÇÃO .....	37
<b>5 CRONOGRAMA GERAL .....</b>	<b>39</b>
5.1 CRIAR O CDC FUNCIONAL.....	39

5.2 EQUALIZAÇÃO TÉCNICA .....	41
5.3 APROVAÇÃO E CRIAÇÃO DO CONTRATO .....	41
5.4 BUY OFF.....	41
5.5 TESTE DE ROLAGEM .....	42
5.6 PRINCIPAIS FUNÇÕES DO TESTE DE ROLAGEM .....	47
5.7 A MICRO PISTA .....	48
5.8 ETAPA FAZER:.....	49
<b>6 FUNCIONAMENTO DO BANCO E SUA AUTOMAÇÃO .....</b>	<b>51</b>
6.1 DESENHO DO BANCO POLIVALENTE.....	52
6.2 A ENTRADA DO VEÍCULO E INÍCIO DOS TESTES .....	52
6.3 SOFTWARE ROLL BREAK.....	57
6.4 PLC (SIEMENS SIMOTION).....	60
6.4.1 Siemens Simotion .....	60
6.5 INTEGRAÇÕES DOS SOFTWARES.....	62
6.6 INVESTIMENTO.....	63
<b>7 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>64</b>
7.1 ETAPA CHECAR .....	64
<b>8 CONCLUSÃO.....</b>	<b>68</b>
<b>9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>69</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Com a ampliação de uma montadora de veículos no Sul Fluminense, desenvolvemos estudo para buscar uma solução, afim de melhorar o teste final de qualidade dos veículos, abrangendo sistema de frenagem, sistema de arrefecimento, climatização de conforto, verificação elétrico-eletrônica, análise da emissão de gases e outros itens que apresentavam limitações no sistema de avaliação.

O objetivo do trabalho é desenvolver a automação de um equipamento a ser instalado para teste de qualidade em uma montadora de veículos do Sul Fluminense, vamos utilizar a ferramenta de qualidade de solução/alcance de metas PDCA para indicar sua eficácia. O equipamento irá possuir automação com leitura de códigos de barras, fechamento e abertura de portas, informações do teste enviadas via software, o mesmo será instalado na saída da linha de montagem de veículos visando substituir os testes livres em pista executados por operadores, a fim de obter resultados precisos e confiáveis. O teste de qualidade com banco polivalente visa reduzir os possíveis acidentes durante os testes livres, permitindo verificar com exatidão o desempenho do carro nos quesitos: freios, refrigeração, arrefecimento, ignição, bateria, balanceamento e motor.

Algumas limitações dos testes em pista livre: número restrito de possíveis defeitos identificados, necessitar de uma maior sensibilidade dos operadores, não obter resultados padronizados, longo tempo de duração do teste, expor os operadores a possíveis acidentes e gerar um produto final de qualidade inferior ao que a empresa busca oferecer aos clientes

Com o intuito de aplicar a metodologia PDCA de defeito, desenvolvemos um projeto que visa controlar e conseguir resultados eficazes, confiáveis nas atividades de avaliação final de qualidade dos veículos produzidos na organização, apresentar uma melhoria no processo de teste da qualidade final de veículos automotivos, padronizar informações do controle da qualidade dos veículos, evitar erros lógicos nas análises dos veículos testados, entre outros.

### 1.1 OBJETIVO GERAL

Substituir o teste de pista livre, propondo um banco de teste polivalente automatizado, que visa melhorar no âmbito fabril a qualidade final dos veículos produzidos, afim de possibilitar maior identificação dos defeitos, aumentar a segurança dos operadores, aumentar a produtividade.

## 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Criar um equipamento automatizado que visa reduzir a análise feita pelo operador, garantir a qualidade dos veículos produzidos, melhorar a reatividade nos defeitos encontrados, e aumentar a cadência dos veículos.

## 1.3 ESTRUTURA DA PROPOSTA

O projeto foi organizado em nove capítulos, um apêndice e três anexos.

**Capítulo 1 - Introdução:** Introduz os objetivos geral e específico deste projeto.

**Capítulo 2 - Revisão bibliográfica:** Fornece embasamento teórico, apresenta os métodos experimentais utilizados na pesquisa.

**Capítulo 3 - Problematização:** Fornece detalhes do objeto de estudo, a hipótese diretriz, a explicitação das variáveis e os elementos de relação causal entre a variável independente e a variável dependente.

**Capítulo 4 - Metodologia:** Define o método de abordagem, descreve como o trabalho foi elaborado e conduzido para obtenção dos resultados.

**Capítulo 5 - Cronograma geral:** Define os passos para a execução do projeto, as etapas e componentes importantes do sistema de gestão.

**Capítulo 6 - Funcionamento do banco polivalente e sua automação:** Define os procedimentos de automação, definição de software, rede, comunicação, topologia e outros.

**Capítulo 7 - Resultados e discussões:** Descreve os resultados atingidos.

**Capítulo 8 - Conclusão do trabalho:** Apresenta uma conclusão sobre o trabalho, o aprendizado, as experiências.

**Capítulo 9 - Revisão bibliográfica:** Reúne a bibliografia utilizada no presente trabalho.

**Anexo e apêndices:** Contêm quadros e documentos utilizados no estudo.



## 2 REVISÃO DE BIBIOGRÁFICA

### 2.1 BANCO DE TESTE POLIVALENTE

Trata-se de uma cabine de teste, utilizado para verificar a qualidade final dos veículos. Equipamento com capacidade para avaliar o desempenho do motor, refrigeração, freios, componentes elétricos e outros. “Atualmente mais de duzentos e cinquenta produtores automotivos possuem um banco de teste (banco de rolos) tanto para veículos pesados (caminhões e ônibus) e veículos leves”. (<http://www.durr-ap.de/>)

### 2.2 QUALIDADE

Segundo CAMPOS (1999 p. 60) qualidade pode ser facilmente compreendida como atender perfeitamente, de forma confiável, acessível, segura e no tempo certo, às necessidades do cliente.

### 2.3 CLP

Atualmente à automação faz parte da nossa sociedade, permeando todos os sistemas de trabalho, sendo mais evidente na indústria. Ela permite alcançar melhores resultados, além de diminuir nossa participação em tarefas onde há risco para a integridade física do operador, tarefas entediantes e repetitivas, nos livrando de serviços manuais cansativos e prejudiciais a saúde, poupando nossas energias para tarefas que possam exigir mais da nossa capacidade intelectual.

Dê acordo com RIBEIRO (2001 p. 25) a automação vem evoluindo de longas datas, somando com conhecimentos antigos e expandindo com as últimas conquistas da ciência. A automação está intimamente ligada ao desenvolvimento da humanidade.

Com a criação do transistor em 1947, este se tornou a base dos microprocessadores modernos. Pois se tratava de um componente eletrônico que controlava a passagem de corrente, em sinais digitais (ligado-desligado), diferentemente das válvulas termiônicas que geravam sinais analógicos (sinal contínuo que varia em função do tempo). Até 1960, as empresas automobilísticas tinham

linhas de produção fixas, que produziam com relativa eficiência, modelos pré-programáveis, mas quando se necessitava fazer algumas variações no modelo, como mudanças de cor ou detalhes no painel, precisava-se alterar os circuitos de controle (a base de relés). O que fazia a produção destes modelos mais custosa, e excessivamente demorada. Para atender a essa necessidade de flexibilidade na produção, surgiu o primeiro CLP, desenvolvido pela empresa Allen-Bradley, que revolucionou todas as indústrias nos anos posteriores. RIBEIRO (2001 p.22)

Em grandes plantas de processo industrial, é necessário visualizar e controlar os processos, o que torna indispensável um sistema supervisor e também a aquisição de dados conhecidos em ambiente industrial como SCADA. Em um sistema automatizado, cabe aos controladores lógicos programáveis (CLP) adquirir as informações dos sensores, converter os sinais físicos, como nível de água, pressão, velocidade em sinais analógicos ou digitais, além de gerenciar atuadores, como partida e parada de motores ou fechamento de uma válvula, por exemplo.



Figura 1 - PLC Siemens  
Fonte: Autor

O CLP por meio de rede de comunicação está interligado com o sistema de supervisão, o qual o operador torna-se responsável por comandar e monitorar as variáveis dos processos, obtidas pelo controlador no chão-de-fábrica. Os tipos de variáveis dividem em analógicas e digitais, a qual a primeira assume valores entre 4mA a 20mA, enquanto as variáveis digitais podem assumir dois valores (0 ou 1) de acordo com a lógica booleana.

As principais características de um sistema de supervisão são: compatibilidade com CLPs industriais, possibilidade em trocar dados com outros aplicativos e ferramentas, gerar relatórios completos, planejar e executar tarefas, além da própria programação.

## 2.4 TOPOLOGIAS

### 2.4.1 Topologia ponto a ponto

Têm comunicação entre dois ou mais processadores, não necessariamente conectados diretamente, que podem usar outros nós como roteadores. Essa topologia é pouco utilizada porque a adição de novos dispositivos ou a falha de algum deles causam interrupções na comunicação. Uma aplicação comum, são as ditas comunicações temporárias (provisórias), como, por exemplo, a comunicação de um notebook e um CLP. (RIBEIRO 2001 p.146).

### 2.4.2 Topologia de Barramento

Quando o meio físico de comunicação é compartilhado entre todos os processadores, sendo que o controle pode ser centralizado ou distribuído. É largamente utilizado, possui alto poder e expansão, um nó em falha normalmente não prejudica os demais, dependendo da falha. (RIBEIRO 2001 p.146)

### 2.4.3 Topologia do tipo anel

Trata-se de uma arquitetura ponto a ponto em que cada processador é conectado a outro, fechando-se o último ao primeiro. O sinal circula no anel até chegar ao destino. Para a introdução de outro nó, a conexão deve ser interrompida. É uma topologia mais confiável que a ponto a ponto, porém possui grande limitação quanto a sua expansão devido ao aumento no retardo de transmissão. Um nó com problema interfere em toda a rede, porém se houver a comunicação nos dois sentidos a mesma continua operando, degradando apenas o processador em falha.(RIBEIRO 2001 p.147)

#### 2.4.4 Topologia do tipo estrela

Utiliza um nó central para gerenciar a comunicação entre as máquinas. Quando possuir nó em falha, este não prejudica os outros, com exceção do nó central, que provoca falha em toda a rede. Por esse motivo, nessa posição geralmente são utilizados processadores em duplicidade (redundância), para garantir confiabilidade para o sistema. (RIBEIRO 2001 p.147)

#### 2.4.5 Topologia do tipo árvore

Disposta numa hierarquia como ramos de uma árvore. Existe somente um caminho para se chegar a um nó, sendo assim não existem problemas de distribuição (roteamento), porém se qualquer conexão vir a quebrar interrompe-se a comunicação porque não há rotas alternativas. Um exemplo de redes estruturadas em árvore acontece frequentemente em sistemas de fabricação, onde diferentes processos de diferentes níveis devem alimentar-se de informações, um computador de nível hierárquico superior para fins de gerenciamento, controle e planejamento. (RIBEIRO 2001 p.148).

### 2.5 PROFINET (ETHERNET)

Este protocolo satisfaz todos os requisitos da tecnologia de automação. Independente da aplicação envolver automação de manufatura, automação de processos ou acionamentos (com ou sem segurança funcional), profinet é a melhor opção em todos os níveis na indústria automotiva, está amplamente disseminado na fabricação de máquinas, indústrias de alimentos, bebidas, embalagem e logística industrial. Novas áreas de aplicação estão surgindo constantemente, como aplicações marítimas, ferroviárias ou mesmo nas operações diárias numa fábrica de bebidas.

Com sua comunicação integrada, baseada em Ethernet, profinet satisfaz uma ampla gama de requisitos, desde atribuições de parâmetros com grande quantidade de dados até trocas de dados de I/O extremamente rápidas. (RIBEIRO 2001 p.149).

### 2.6 PROFBUS

Segundo RIBEIRO (2001 p. 160) Profibus (Process Fieldbus) é o resultado de um projeto iniciado na Alemanha nos anos 80 numa associação de 13 fabricantes e 5 institutos técnico/científicos. A primeira versão normalizada deste protocolo foi definida como a norma

alemã DIN 19254 (1987). Posteriormente este protocolo foi padronizado como a norma europeia EN 50170 (1996). No ano de 2002 o protocolo foi incluído junto a outros 7 protocolos para a definição da norma internacional IEC 61158. O Profibus é um protocolo de comunicação digital serial, utilizado na interligação de elementos: sensores, atuadores e controladores em um ambiente fabril, com finalidade de atuar em vários segmentos do setor de automação, operando desde os níveis de célula até aos de campo. O Profibus utiliza o conceito de barramento chão-de-fábrica, onde as mensagens que circulam pelos meios físicos são recebidas simultaneamente por todas as estações presentes. Como rede chão-de-fábrica, o Profibus tem as seguintes características:

- Possibilidade de alcançar distâncias elevadas (até alguns quilômetros);
- Mensagens curtas (até algumas centenas de bytes); Tempo real / determinístico;
- Elevada imunidade à interferência eletromagnética;
- Controle dividido em estações-mestre e estações-escravo;

## 2.7 INTERFACE HOMEM-MAQUINA

Interface homem-maquina (IHM), ou em inglês, machine-man interface (MMI), é um dispositivo que se comunica diretamente com o CLP, têm como objetivo visualizar dados de processo para executar funções de monitoramento, controlar máquinas, processos e instalações industriais. E por meio da IHM que o operador pode interagir e controlar o sistema, exercer uma função extremamente importante, pois com as informações recebidas da IHM ele pode realizar intervenções para manter a segurança, bom funcionamento e disponibilizar alguns serviços. Seus principais componentes são: visor (display), teclas e botões para navegar ou inserir dados, barramentos para placas de expansão, portas de comunicação e software. (RIBEIRO 2001 p.166).

## 2.8 AUTOMAÇÃO PNEUMÁTICA E AUTOMATISMO

De acordo com FIALHO (2011 p. 17) automatismos são os meios, instrumentos, máquinas, processos de trabalho, ferramentas e ou recursos de trabalho capazes de potencializar, reduzir ou mesmo eliminar a ação humana dentro de determinado processo.

## 2.9 HISTÓRIA DA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA NO BRASIL

A indústria automobilística no Brasil teve início tardio em relação a outras nações desenvolvidas. Essas nações conviviam há pelo menos 50 anos com o automóvel quando as primeiras fábricas e montadoras se estabeleceram no país.

O Brasil sempre foi um país onde as pessoas se interessam por automóveis. A prova dessa afirmação é o motivo pelo qual as indústrias automobilísticas resolveram começar a produzir no país: um ilustre brasileiro, Santos Dumont trouxe o primeiro exemplar importado e os demais brasileiros ficaram deslumbrados com o produto. Devido ao interesse dos brasileiros, a Ford resolveu então se instalar no Brasil para produzir e vender seus exemplares.

Foi em novembro de 1891 que o primeiro carro motorizado chegou em solo brasileiro. A bordo do navio Portugal, que aportou na cidade de Santos, um único exemplar de um Peugeot, comprado por 1.200 francos. O proprietário era um rapaz de dezoito anos chamado Alberto Santos Dumont, o futuro Pai da Aviação, que acabava de retornar da França com a família. Faziam fila na época de figuras ilustres da sociedade paulista: Antônio Prado Júnior, Ermelindo Matarazzo, Ramos de Azevedo, José Martinelli e muitos outros. De olho nesse mercado, a empresa Ford decide em 1919 trazer a empresa para o Brasil. O próprio Henry Ford sentencia: "O automóvel está destinado a fazer do Brasil uma grande nação". A primeira linha de montagem e o escritório da empresa foram montados na Rua Florêncio de Abreu, centro da cidade de São Paulo. Em 1925, foi a vez da General Motors do Brasil abrir sua fábrica no bairro paulistano do Ipiranga. Meses depois já circulava o primeiro Chevrolet. Dois anos depois, a companhia inicia a construção da fábrica de São Caetano do Sul. Nessas alturas, o som das buzinas e o barulho peculiar dos motores já fazem parte do cotidiano do paulista. Estradas são construídas em todo o Estado de São Paulo. O reflexo dessas iniciativas no aumento da frota de veículos é surpreendente: entre 1920 e 1939, só no Estado de São Paulo, o número de carros de passeio salta de 5.596 para 43.657 e o de caminhões vai de 222 para 25.858. Entra o ano de 1940, tem início a Segunda Guerra Mundial. As importações são prejudicadas e a frota de veículos no Brasil vai ficando ultrapassada. As fábricas só montavam seus automóveis aqui e não produziam suas peças. Era preciso desenvolver o parque automotivo brasileiro. O então presidente da República, Getúlio Vargas, proíbe a importação de veículos montados e cria obstáculos à

importação de peças. Foi Juscelino Kubitschek, presidente empossado em 31 de janeiro de 1956, que deu o impulso necessário à implantação definitiva da indústria automotiva, ao criar o GEIA - Grupo Executivo da Indústria Automobilística. A revolução automotiva da década de 1950 trouxe aos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais, tecnologia de ponta, e empregos(JUNIOR,2008p.20).

A crise econômica vivida após a 2ª Guerra Mundial atrasou notavelmente o desenvolvimento da indústria automobilística no Brasil, pois muitos países optaram por reduzir o comércio importado. Com isso Getúlio Vargas, veio a proibir a importação de veículos e peças automotivas, obrigando Ford e GM a investir em suas fábricas brasileiras para não perder o investimento e oportunidade em um mercado com crescente expansão. O ato de proibir gerou uma grande quantidade de incentivos dados pelo governo do Brasil para subsidiar a instalação de outras fábricas, principalmente no estado de São Paulo, que foi o estado de maior investimento na época. Mais tarde foi possível equilibrar a equação custo-benefício para instalar uma fábrica no Brasil e em 1956 a Volkswagen construiu sua primeira filial em São Bernardo do Campo/SP.

Os interesses políticos sempre estiveram presentes no processo desde o início, porém os resultados foram favoráveis para o Brasil, que pôde contar com a indústria automobilística para impulsionar o crescimento da economia.

Em 1980, a indústria japonesa começou a se destacar no mercado com seu crescimento e desenvolvimento com técnicas de gerenciamento, para reduzir gastos, erros e garantir uma maior qualidade.

A década de 1980 foi marcada pela ascensão das montadoras japonesas no mercado mundial. Técnicas de gerenciamento da produção – a chamada produção enxuta – e de controle da qualidade fizeram com que os produtos desse país passassem a competir globalmente em termos de custos e qualidade. Montadoras do Japão conseguiram reduzir estoques e diminuir o tempo de preparo das máquinas. Com isso passaram a trabalhar com lote de produção menor (produção mais ágil) e produzir somente o necessário no momento (Just in time), reduzindo o custo de armazenamento, pois o estoque está em trânsito, sobre rodas. (CANGUE, 2004 p. 40).

Segundo CANGUE (2004 p.41) o presidente Fernando Collor não defendia os veículos produzidos no Brasil e ainda desfazia dos produtos. Assim, para que as empresas pudessem continuar vendendo seus exemplares, foi necessário desenvolver vantagens competitivas com os veículos importados.

Uma referência aos automóveis brasileiros tornou-se famosa, cunhada pelo então presidente Fernando Collor de que os veículos nacionais eram verdadeiras carroças. Juntamente com o avanço tecnológico para acompanhar os produtos importados que fizessem frente aos produtos nacionais, a indústria automobilística brasileira se viu obrigada a desenvolver-se. As empresas, para sobrevirem neste contexto, têm que procurar uma vantagem competitiva, sustentável e defensável. (CANGUE, 2004 p 41).

Os veículos produzidos no Brasil passaram então a desenvolver protótipos menos agressivos ao meio ambiente, com materiais mais leves e econômicos, reestruturando seus projetos e todo setor de fabricação para garantir seu lucro e a satisfação do cliente. Assim, as empresas procuraram melhorar a qualidade dos produtos ou ainda desenvolver produtos mais arrojados.

## 2.10 SETOR AUTOMOTIVO ATUAL

### 2.10.1 Importância

Segundo a ANFAVEA (2015) o setor automotivo tem importante participação na estrutura industrial mundial. No Brasil, representa cerca de 20% do PIB industrial. Devido aos seus encadeamentos, é um setor cujo desempenho pode afetar significativamente a produção de vários outros setores industriais.

### 2.10.2 Qualidade

Hoje as indústrias nacionais possuem melhor qualidade nos veículos produzidos, porém precisa evoluir para atingir níveis internacionais (custo-benefício), o custo ainda é alto, devido aos impostos e ao preço praticado pelo mercado.



### 2.10.3 Rodovias

Dê acordo com a CNT (2016) após percorrer mais de 100 mil quilômetros as rodovias brasileiras apresentam significativa diferença entre as rodovias privatizadas e as públicas. Acarretando perda de competitividade para escoamento de produção, 57,3% apresentaram algum tipo de deficiência no estado geral (que inclui a avaliação conjunta do pavimento, da sinalização e da geometria da via), sendo que 6,3% estavam em péssimo estado, 16,1% ruim e 34,9% regular. Possuem condições adequadas de segurança e desempenho 42,7%, que tiveram classificação ótima ou boa no estado geral. Em relação ao pavimento, foram identificados 48,6% da extensão com algum tipo de deficiência. As sinalizações apresentam problemas em 51,4% da extensão avaliada, e a geometria da via em 77,2%. Os problemas das rodovias brasileiras tornam-se ainda mais graves com a constatação de que 86,5% dos trechos avaliados apresentam rodovias simples de mão dupla.

### 2.10.4 Resultados de produção

Dê acordo com a ANFAVEA (2016) a produção de veículos no Brasil teve uma queda de 29,3 % comparando janeiro de 2015 com 2016, foram produzidos em janeiro de 2015: 203.000 veículos e em janeiro de 2016: 145.000 veículos. A ANFAVEA analisa que os incentivos fiscais no primeiro trimestre de 2015 foram o grande diferencial, juntamente com o agravamento da crise econômica o que deixou os clientes receosos em contrair financiamentos.

## 2.11 A HISTÓRIA DA SAÚDE TRABALHISTA

Junto com o crescimento das indústrias, houve também o início da preocupação com a saúde do trabalhador. Os ambientes de trabalho deixaram de ser prejudiciais e passaram a dar atenção às condições ideais de trabalho. Com isso, as empresas passaram a respeitar os limites dos homens e adaptaram o setor de produção de forma a não prejudicar a saúde dos operadores.

Com a Revolução Industrial, a partir do século XVIII, houve uma maior preocupação com esse problema, trabalho x homem. As primeiras fábricas eram sujas, com barulhos excessivos, com iluminação precária e as jornadas de trabalho ultrapassavam oito horas diárias, sem férias, em regime

semiescravidão, determinado pelos empresários das classes dominantes. Com o passar do tempo surgiram nos Estados Unidos estudos mais sistemáticos de trabalho. Em 1912, foi publicada a obra *Princípio de Administração científica*. Este movimento, conhecido como taylorismo, defendia que o trabalho deveria ser analisado com critérios e métodos corretos de execução para cada atividade, com o tempo determinado, usando-se as ferramentas adequadas. Dessa forma, os trabalhadores eram monitorados durante a produtividade e ao melhor desempenho de trabalho. Durante a I Guerra Mundial, na Inglaterra (1914 – 1917), psicólogos e fisiologistas prestaram valiosa colaboração para a melhoria do trabalho, o que resultou no aumento de produção de armamentos e na criação da Comissão de Saúde dos Trabalhadores nas Indústrias de Munições, em 1915. Posteriormente, com o fim da guerra, mudou-se o nome para Instituto de Pesquisa da Fadiga Industrial, no qual se realizavam pesquisas pertinentes a fadiga industrial. Em 1929, esse instituto transformou-se no Instituto de Pesquisa sobre Saúde no Trabalho, que elaboram pesquisas sobre posturas no trabalho, carga manual, seleção, treinamento, iluminação e ventilação. Nesse momento, o grande avanço obtido foi o trabalho interdisciplinar e os conhecimentos de fisiologia e de psicologia que favoreceram o estudo do trabalho. Na II Guerra Mundial (1939 – 1945), com a construção de instrumentos bélicos, muitos acidentes fatais ocorreram. Dessa forma, o alvo era redobrar o esforço de pesquisa para reduzir fadiga e os acidentes. Hoje existe a preocupação quanto ao reconhecimento da capacidade de realização das forças do ser humano, para facilitar o trabalho e reduzir o estresse, os perigos à saúde e a integridade do trabalhador. (PINHEIRO, 2008 p. 72).

Na indústria automotiva, essa preocupação não foi diferente. Os setores passaram a desenvolver estudos para facilitar o trabalho dos operadores e formas de executar as tarefas para não prejudicar a saúde do operador, seja ela corporal ou psicológica.

## 2.12 PDCA CICLO DE MELHORIA CONTÍNUA

As iniciais PDCA são palavras originalmente inglesas que significam: PLAN (planejar), DO (fazer), CHECK (verificar) e ACTION (agir).

A figura abaixo mostra a divisão do ciclo PDCA:

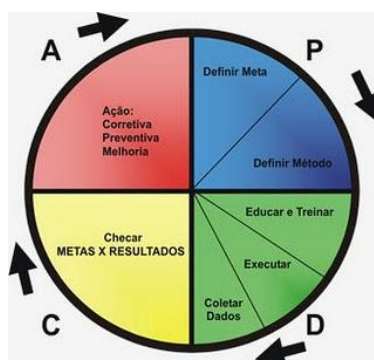


Figura 2 - Ciclo PDCA

Fonte: [http://publicacoes.pcc.usp.br/PDF/BTs\\_Petreche/BT371-%20Andrade.PDF](http://publicacoes.pcc.usp.br/PDF/BTs_Petreche/BT371-%20Andrade.PDF)

A ferramenta PDCA, criada por Stewart, é uma técnica que busca reduzir erros, padronizar resultados, permitir a melhoria contínua na qualidade do processo.

O ciclo PDCA, foi criado por volta de 1920, por Walter A. Stewart, mas se tornou popular como ciclo de Deming somente em 1950. É uma ferramenta da qualidade que visa o controle do processo, podendo ser usado de forma contínua para o gerenciamento das atividades de uma organização. A técnica controla e gera resultados eficazes e confiáveis nas atividades de uma organização, desenvolvendo uma melhoria no processo, padronizando informações do controle da qualidade, minimizando erros lógicos nos resultados, etc. Pode também ser usado para facilitar a transição para o estilo de administração direcionada para melhoria contínua. (DESIDÉRIO, 2007 p. 1).

O desdobramento do ciclo PDCA permite alcançar os objetivos de todos os setores da organização, mas para isso é necessário o planejamento do processo que se busca melhorar. O autor também cita os cinco passos lógicos de Deming.

Dentro do contexto de sistema de gestão da qualidade, o PDCA é um ciclo dinâmico que pode ser desdobrado dentro de cada um dos processos da organização, e para o sistema de processos como um todo. É intimamente associado com o planejamento, implementação, controle, melhoria contínua da realização do produto e de processos no sistema de gestão da qualidade. Para Deming a reflexão para solução de problemas contém cinco passos logicamente distintos: perceber a dificuldade, localizar e definir o problema, sugestões de possíveis soluções, desenvolvimento por raciocínio das influências da sugestão, observação do posterior e experimentação que

levem a sua aceitação ou rejeição. Através do PDCA alcança-se a manutenção e a melhoria contínua da capacidade do processo em todos os níveis dentro da organização. Isto é aplicado para auto nivelar processos estratégicos, como o planejamento do sistema de gestão da qualidade, ou análise crítica pela direção e pelas atividades operacionais simples levadas fielmente como uma parte de processos de realização do produto. (ORIBE, 2012 p. 25)

O ciclo PDCA é projetado para ser usado como um modelo dinâmico. A conclusão de uma volta do ciclo irá fluir no começo do próximo ciclo, e assim sucessivamente. Seguindo no espírito de melhoria de qualidade contínua, o processo sempre pode ser reanalisado e um novo processo de mudança poderá ser iniciado.

Em caso de sucesso, devem-se padronizar as contramedidas efetivas para impedir a recorrência do problema. E no caso de insucesso, deve-se iniciar novamente o giro do ciclo PDCA.

A cada giro do ciclo PDCA a resolução do problema, melhoria contínua ou padronização do processo, agrega maior grau de complexidade. Os planos se tornam cada vez mais ousados e conseqüentemente mais difíceis para implementar, treinar e qualificar.

Os conceitos do ciclo PDCA estão ligados aos conceitos da administração, o que faz com que a ferramenta se torne tão simples de ser compreendida. (ANDRADE 2003 p. 68).

PLANEJAR é a fase inicial, onde devem ser definidos os itens de controle e estabelecer suas metas. Por ser o ponto de partida do ciclo, sua eficácia é fundamental, pois nela estarão as informações necessárias para as demais etapas. É muito importante que o planejamento seja bem elaborado e que não se perca nenhuma informação, um planejamento bem feito garante que as metas sejam alcançadas. A fase de planejamento é a mais complexa e mais demorada de se elaborar.

PLAN (PLANEJAR) – estabelecer os objetivos e os processos necessários para fornecer resultados de acordo com os requisitos do cliente e políticas da organização (ABNT, 2001).

Planejar abrange várias etapas de processos, que podem ser divididas da seguinte forma:

1. Localizar o problema
2. Estabelecer meta
3. Análise do fenômeno (utilização do Gráfico de Pareto e outros diagramas estatísticos).
4. Análise do processo (causas prováveis – utilização do diagrama de causa e efeito, Ishikawa).
5. Elaborar plano de ação.

FAZER é realizar o plano de ação elaborado na fase anterior. As ações estabelecidas devem ser divulgadas a todos os envolvidos e garantir o treinamento destes para que o plano de ação ocorra exatamente como planejado. Deve-se seguir o cronograma estabelecido e coletar suas informações para serem registradas para futura verificação.

DO (FAZER) – implementar os processos (ABNT, 2001).

CHECAR é verificar a eficácia dos resultados obtidos e comparar com o planejado. A análise dos dados nessa fase deve indicar se o processo está de acordo com o plano de ação elaborado. É muito importante essa verificação, pois garante a redução das possibilidades de erros, redução do tempo e recursos.

CHECK (CHECAR) – monitorar, medir processos e produtos em relação às políticas, aos objetivos e aos requisitos para o produto, relatar os resultados (ABNT, 2001).

Assim, esta fase exige a elaboração das seguintes tarefas:

1. Comparar resultados (planejamento e executados)
2. Listar efeitos secundários (oriundos das ações executadas)
3. Verificar continuidade ou não do problema (eficácia das ações tomadas)

AGIR é padronizar os procedimentos implantados caso as metas tenham sido alcançadas. Caso contrário, deve-se atuar corretivamente sobre as causas que não atingiram as metas e assim girar novamente o ciclo PDCA. Para a realização do processo de padronização, é necessário:

1. Elaborar ou alterar padrão

2. Comunicar
3. Educar e treinar
4. Acompanhar a utilização padrão

A conclusão do processo também ocorre nesta fase, podendo ser estipuladas novas metas para que o processo de melhoria contínua possa ser desencadeado.

ACT (AGIR) – executar ações para promover continuamente a melhoria do desempenho do processo (ABNT, 2001).

## 2.13 DIAGRAMAS DE CAUSA – EFEITO

Os diagramas de causa – efeito foi desenvolvido por Kaoru Ishikawa, em 1943, foi batizado por diagrama de Ishikawa em 1962 por J. M. Juran. Surgiu da necessidade de explicar como vários fatores podem ser ordenados e estar relacionados, ou seja, cada efeito possui uma causa. É desenhado para mostrar várias causas que afetam um processo por classificação e relação das causas. Para cada efeito existem, seguramente, inúmeras categorias como os 6M's: método, mão-de-obra, matéria-prima, máquinas, mensuração e meio ambiente.

O diagrama de causa – efeito é um método, particularmente efetivo de ajuda à pesquisar as raízes do problema. Eles fazem isso formulando as mesmas questões: “o que, como e por que”, mas dessa vez acrescentando de causa – efeito torna-se extensivamente usados em programas de melhoramento. Isso se deve ao fato de que fornecem uma forma de estruturar sessões de geração de ideias em grupo (brainstorming). Na prática, no entanto, qualquer caracterização que cubra todas as possíveis causas relevantes pode ser usada. (SLACK, 2009 p.43) algumas “respostas” possíveis de forma explícita. Eles também podem ser usados para identificar áreas onde são necessários mais dados. Os diagramas.

### 3 PROBLEMATIZAÇÃO

Durante muitos anos a indústria automobilística tinha como objetivo reduzir o nível de risco com acidentes nas pistas de teste e aumentar a qualidade dos veículos produzidos. A sociedade moderna foi condicionada a conviver com acidentes nos testes, muitos com vítimas fatais durante anos. Conseqüentemente esta cultura nos levou a produzir milhões de veículos sem nos atentar a itens básicos de qualidade e segurança dos operadores e proprietários.

Aumentar as vendas está intrinsicamente ligado à produção industrial. Os acidentes gerados durante os testes são tão ou mais graves do que os ocorridos com os proprietários, principalmente por que os testes são feitos para verificar o desempenho de vários itens do veículo, tais como: freio, refrigeração do motor, ar condicionado etc. Estes fatores acarretam uma maior dificuldade de diagnóstico, pois são necessários operadores bem treinados para efetuar os testes com grande eficiência. Ainda podemos salientar a habilidade (gosto) de cada um dos operadores que influi diretamente no desempenho teste.

Para o setor industrial o teste com equipamentos modernos representam economia, maior segurança e melhor controle da qualidade dos veículos produzidos. Nos últimos anos tem crescido os incentivos fiscais e a preocupação do governo com a segurança dos veículos produzidos, que visam reduzir os índices de acidentes nas rodovias brasileiras e melhorar a qualidade, onde a dirigibilidade é fator primordial. Para preservação da vida a montadora tem investido na modernização da produção, o governo com campanhas de conscientização, aliado a leis mais rígidas. Hoje, a responsabilidade social empresarial se incorpora à gestão e abrange toda a cadeia de relacionamentos: funcionários, clientes, fornecedores, investidores, governo, concorrentes, acionistas, meio ambiente e a sociedade em geral. Essa evolução tem acompanhado as expectativas do próprio mercado (ETHOS, 2000, p.24).

#### 3.1 ESPAÇO DE ANÁLISE

A pesquisa abordou uma solução empresarial que visa aumentar a segurança durante os testes de rodagem, melhorar a reatividade em relação à qualidade final. Considerar o teste com veículos da linha de produção de uma montadora do sul fluminense com dados mensais.

A gestão dos testes é realizada no âmbito interno da empresa pelo setor de qualidade. Dentre as atribuições considerar-se-á o resultado de DVT (Defeito por Veículo Terminado).

### 3.2 OBJETO DE ESTUDO

A questão central deste trabalho é mostrar a preocupação com a proporção dos resultados obtidos usando banco polivalente (equipamento de simulação de teste de pista livre) baseando a análise na sua automação (descrita no capítulo 6), segurança, qualidade, curvas de teste e comparativo dos resultados com a pista livre.

A preocupação leva a refletir sobre a adoção da responsabilidade social da montadora em trabalhar no processo de automação e melhoria contínua, visando oferecer ao cliente final um produto com qualidade sem esquecer a segurança em todas as etapas.

### 3.3 HIPÓTESE DIRETRIZ

A hipótese, que esta pesquisa tentará demonstrar, é a automação do processo de teste de qualidade final que visa propiciar a responsabilidade social (controle de emissão de gases, segurança veicular), e promover a integração entre as empresas, consumidores, proporcionando eficiência e eficácia.

### 3.4 PISTA DE TESTE DE VEÍCULOS

Os testes finais de qualidade dos veículos eram feitos por qualquer operador, onde realizava o teste do veículo seguindo uma folha de avaliação (anexo I), a qual deveria preencher ao final do circuito de teste, depois digitalizar e arquivar.

A pista de teste consiste em um circuito de 2,5 km com obstáculos e velocidades controladas, onde cada obstáculo permite a percepção de possíveis defeitos e as velocidades variavam em 10 km/h a 110 km/h.

Os obstáculos da pista são: revestimento granuloso, paralelepípedo, bandas rugosas, torção da carroceria, asfalto deformado, descida de calçadas, ondulações alternadas, trilhos, côncavos, manobras (teste S), muro acústico, manobra de ré, depressão do terreno, lombadas, pista sinusoidal, elevações do terreno, túnel de frenagem, reta de aceleração, tendência direcional, teste de acionamento de freio, conforme a figura 03.



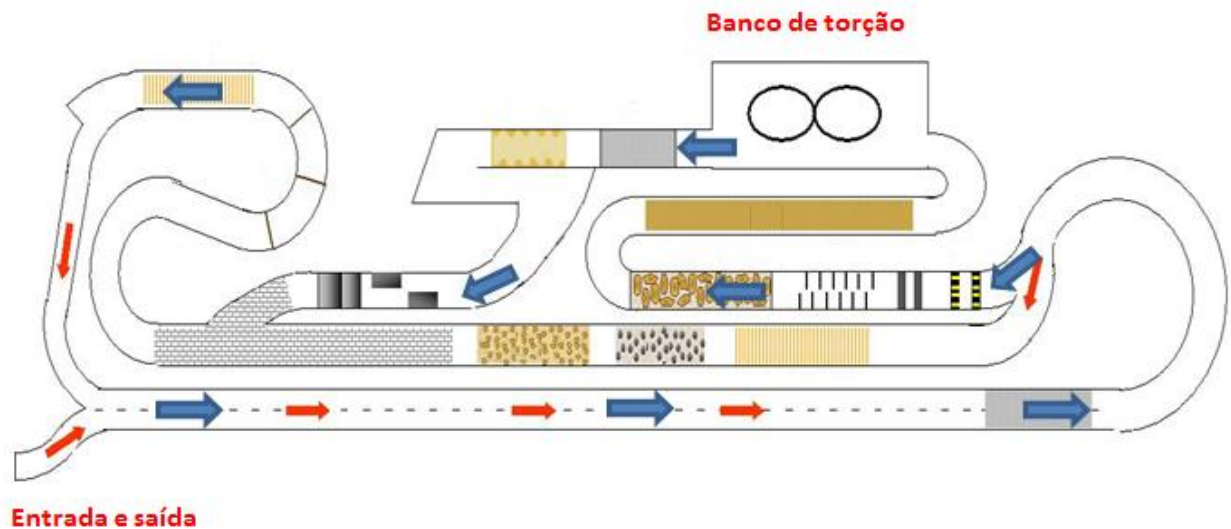


Figura 3 - Pista de teste livre  
Fonte: Autor

O teste era constituído de um circuito dividido em duas partes que possuíam obstáculos diferentes, na primeira parte, o trajeto era feito conforme as setas em vermelho. A segunda parte o trajeto deveria passar no banco de torção, após seguir conforme as setas em azul. O piloto era autorizado a realizar uma terceira parte, a mesma só era feita caso houvesse a necessidade de confirmar algum problema observado e a escolha era particular do operador, era escolhido o trajeto em que foi percebido o possível defeito. O teste poderia ter a duração máxima de quinze minutos, caso fosse realizada a terceira volta.

A montadora possui um sistema de três turnos e a realização do teste de qualidade final dos veículos era feito somente nos horários diurnos e vespertinos. Cada turno era formado por seis operadores e cada operador era autorizado a avaliar dez veículos/dia em seu turno de trabalho.

Os defeitos eram divididos em três categorias:

- Defeito nível A: é percebido e encontrado por qualquer pessoa;
- Defeito nível B: é percebido por qualquer pessoa, porém não é possível identificar sua localização;
- Defeito nível C: é percebido somente pelo operador e na pista de teste, onde é possível localizá-lo em um dos obstáculos.

Os veículos reprovados deveriam seguir para investigação, onde era detectada a origem da falha e depois outro teste era realizado para confirmar a perfeição do veículo.

O veículo aprovado segue para a ducha série (equipamento onde é verificado a estanqueidade) que não influencia no objetivo do trabalho.

### 3.4.1. Histórico do Teste Livre

Durante os testes na pista livre, foi observado que a maioria dos defeitos são encontrados nos seguintes obstáculos: revestimento granuloso, paralelepípedos, bandas rugosas, preparação pista e torção carroceria.

A figura 04 mostra a relação DVT (defeito por veículo terminado) da pista de teste livre, entre 2009 e 2010, com ele é possível saber onde estão os obstáculos que mais detectam anomalias.

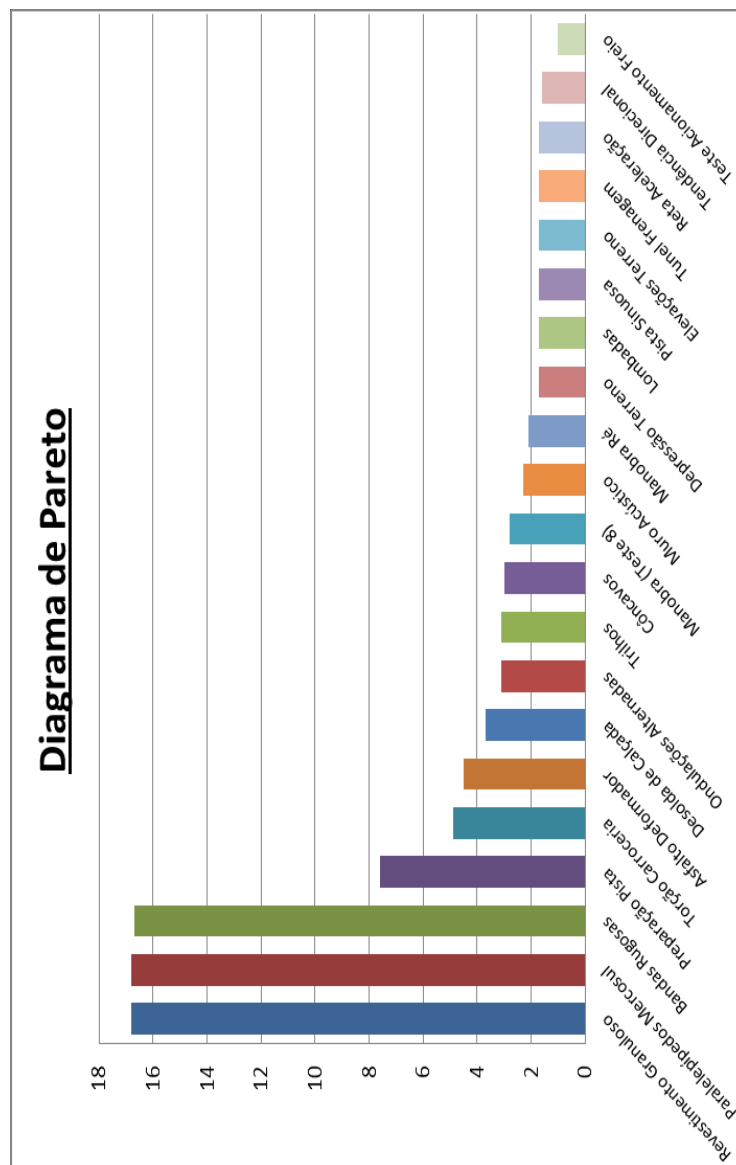


Figura 4 - DVT (Defeito por veículo terminado)

Fonte : Autor

## 4 METODOLOGIA

A metodologia para coletar e analisar os dados é de abordagem qualitativo, com estudo e desenvolvimento da proposta realizados no período de Fevereiro/2012 à Junho/2012 e para isso foi escolhido um equipamento a ser implantado em uma montadora de veículos da região Sul Fluminense.

Para dimensionar as dificuldades de percepção de ruído, falha de freio, sistema de conforto, refrigeração do motor e outros na pista de teste livre (circuito de teste de rolagem composto por curvas, quebra mola, subidas e outros) foi utilizada uma avaliação com os operadores que realizavam os circuitos. Alguns integrantes do grupo participaram da avaliação que testavam os veículos na pista de teste livre, estes foram escolhidos por entrevistas com questionário relativo a qualidade dos veículos, para conhecer a fundo o percurso. Para obter o resultado final a equipe se reuniu e discutiu os fatos relatados. Também foram colhidas informações no histórico da pista de teste livre da montadora, utilizando os dados de defeito por veículo terminado (DVT) nos últimos três anos de produção.

Após dimensionar as dificuldades em verificar freio, sistema de conforto, parte elétrico-eletrônica e etc... Estas informações nos ajudaram a dimensionar uma possível estrutura e seu funcionamento. As informações foram coletadas a partir de pesquisas com os responsáveis pela implantação do equipamento, com os operadores e por documentos internos da montadora.

Analisadas as informações coletadas (DVT, entrevistas, retex de clientes) tornou-se possível montar o PDCA, onde identificamos os problemas, o plano com as ações e realizar as ações necessárias para obter os resultados planejados. Seguindo as referências bibliográficas utilizadas no trabalho, montamos o PDCA do teste de rolagem.

### 4.1. ETAPA PLANEJAR

Na etapa planejar foram levantadas as necessidades de cada setor envolvido, civil, controle de produção, automação e mecânica. Na automação de acordo com o planning, deveríamos fazer um cronograma geral onde os prazos de todas as equipes envolvidas (Engenharia Civil, Setor de Compras, Engenharia de Logística, Engenharia de automação, Engenharia de Mecânica e outros) seriam compartilhados (ver anexo II) e um plano específico, onde criamos um formulário para acompanhar o projeto em etapas (ver anexo III). Estas seriam validadas pelas áreas impactadas.

Algumas ações do planejamento na automação:

Criar o CDC funcional.

Definir fornecedor

Definir software a ser utilizado.

Definir cartões de I/O.

Definir motorização, cabeamento e outros.

O controle das etapas (anexo III) foi constituído para acompanhar o desenvolvimento de todo o projeto e suas validações.

#### 4.1.1. Diagrama de causa – efeito

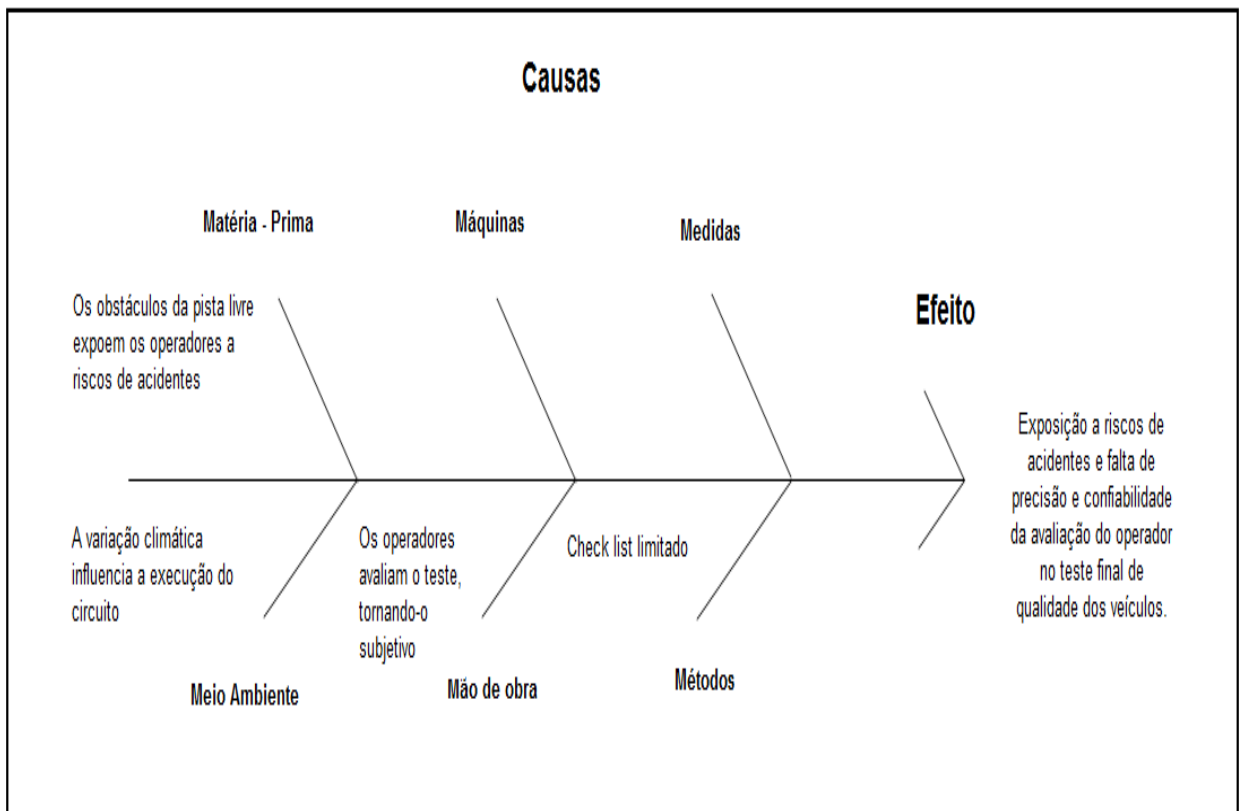


Figura 5 - Diagrama Causa – efeito  
 Fonte: <https://www.google.com.ar/>

A figura 05 apresenta a disposição das causas encontradas que interferem na veracidade dos efeitos, ou seja, o porquê do processo utilizado na avaliação final de qualidade dos veículos.

Falha causada devido à matéria – prima: Os obstáculos que constituem a pista livre expõem os operadores a riscos de acidentes, para atingir o objetivo esperado da avaliação é necessário o operador atingir velocidades altas e o circuito se torna inseguro para o operador.

Falha causada devido ao meio ambiente: A variação climática pode influenciar diretamente na segurança da pista livre, pois dependendo das condições climáticas o circuito se tornará mais propício a acidentes. Exemplo: com o tempo chuvoso a pista se torna escorregadia, logo se torna mais insegura e o barulho da pista molhada interfere na audição do operador, impedindo que alguns ruídos sejam detectados, com o tempo ensolarado a visibilidade diminui devido ao reflexo do sol no para-brisas.

Falha causada devido à mão de obra: Como são os operadores a avaliar a qualidade do veículo, sua confiabilidade se torna subjetiva, pois o resultado é particular do operador que vir a executar o teste no circuito.

Falha causada devido ao método: O check list utilizado para a avaliação possui uma lista de defeitos limitados e padronizados, para todos os modelos de veículos a serem testados, interferindo nos possíveis defeitos detectados, pois cada veículo possui seu padrão de qualidade, suas falhas e possíveis causas que possivelmente serão iguais.

Efeito decorrente das falhas: Exposição a riscos de acidentes, falta de precisão e confiabilidade da avaliação do operador no teste final de qualidade dos veículos.

#### 4.2 ESTABELEECER META:

Nesta etapa, foram estabelecidas as metas para aprimorar o teste final de qualidade dos veículos produzido na montadora.

As metas a serem alcançadas são:

- Zero acidentes;
- Resultados confiáveis;
- Abranger um maior controle dos possíveis defeitos.

#### 4.3 PLANO DE AÇÃO

Nesta etapa, procuramos elaborar o plano de ação para eliminar as falhas e alcançar as metas planejadas. O plano de ação foi desenvolvido através da implantação do equipamento de teste de rolagem, na instalação o grupo responsável pela automação realizou os testes de campo com o equipamento, inserir parâmetros de testes dos veículos, simular as falhas na

automação e ações corretivas, executar os processos de calibração, verificar as falhas no SQIP, treinar os manutentores, testar as telas da IHM e outros. Os testes possibilitaram aumentar cadência de veículos à ser testado no banco polivalente, até atingir o objetivo de substituir a pista de teste livre, pois o equipamento conseguiu alcançar as metas estabelecidas na etapa anterior. O teste de rolagem foi instalado na montadora, devido ao equipamento já ser utilizado em outros grupos da marca. Após estudos e reuniões entre os especialistas e a diretoria da montadora foi desenvolvido um projeto de implantação do teste de rolagem.

## 5 CRONOGRAMA GERAL

Elaborar um plano de implantação do equipamento, o qual deveria conceber todas as etapas desde o estudo até a implantação. Ver cronograma (anexoII)

### 5.1 CRIAR O CDC FUNCIONAL

Na elaboração do CDC (Caderno de Compra) procuramos estabelecer todas as normas e necessidades a serem seguidas pelo fabricante, no CDC (Caderno de Compra), definir software (tecnologia) a ser utilizado na automação do sistema.

Utilizar o software Siemens Simotion com quatro inversores de 34 kW e regenerador de 55 kW, dois rolos por pneu, a fim de facilitar estabilização do veículo no banco polivalente. O sistema eletropneumático (válvulas, cilindros) a ser utilizado seria da Festo.

No estudo e criação de CDC verificamos a necessidade de formação no equipamento, verificar em outras plantas do grupo os problemas ocorridos na implantação, manutenção, resultados e possíveis modernizações devido a evolução tecnologia.

A área concentrada na automação viajou para Vigo na Espanha, onde conseguimos verificar gamas de manutenção, acompanhar os operadores no teste com o equipamento,

Abaixo temos algumas especificações dos materiais que foram utilizados no projeto e seus fornecedores.

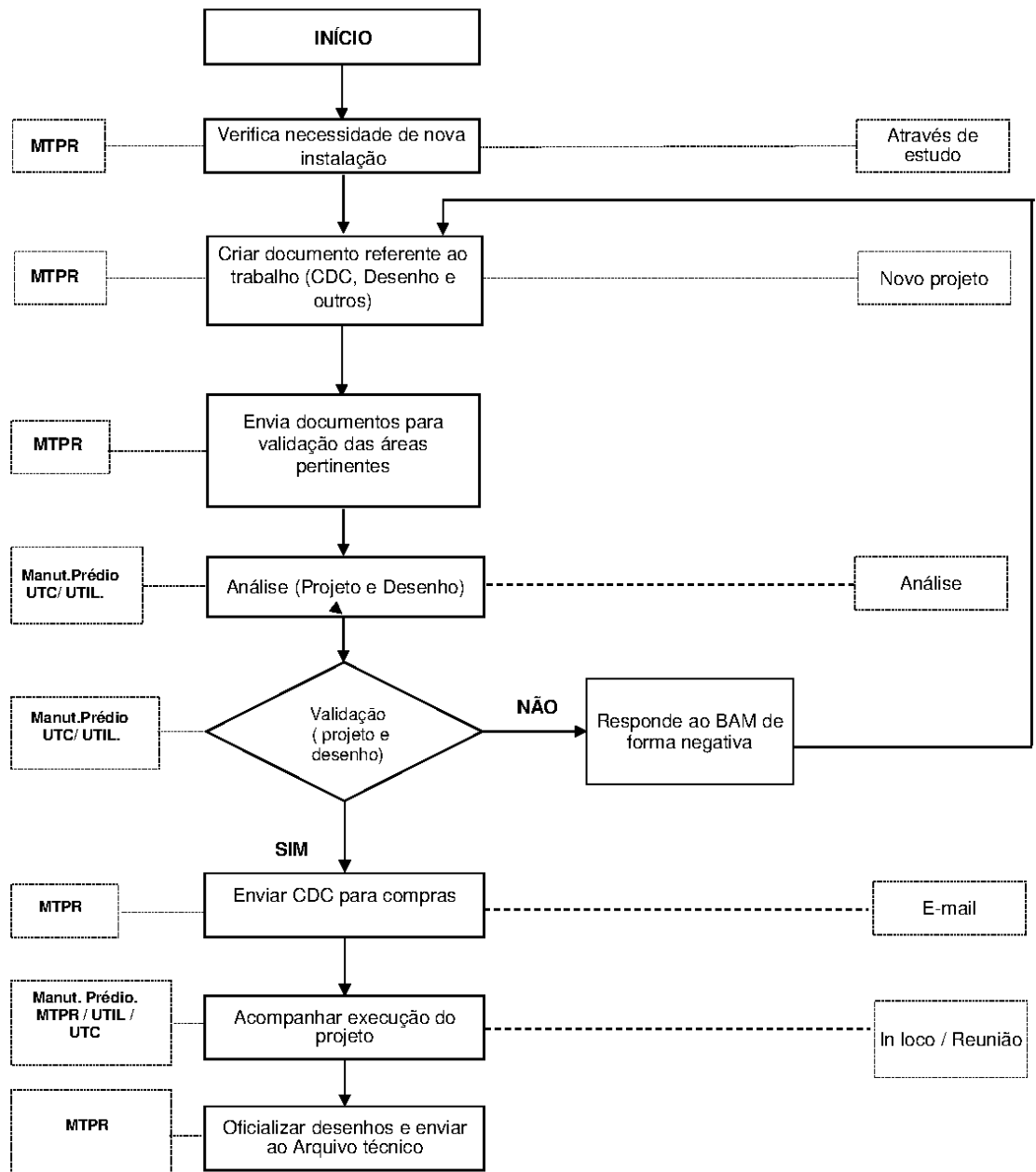
ÍTEM	* Descrição simplificada do artigo a ser cadastrado (MÁX 40 CARACTERES):	* Fabricante 1:	* Referência:	Fabricante 2 (facultativo):	Referência (facultativo):
1	FONTE 90-265VCA/24VCC 20A 85063 MURR	MURR ELEKTRONIK	85063		RR10983416
2	FONTE 24VDC-2,5A-85302-110-230V-MURR	MURR ELEKTRONIK	85302		RR10983410
3	TRAFO MONO 1500VA 400/230VCA-86061-MURR	MURR ELEKTRONIK	86061		RR10983411
4	TRAFO MONO 2000VA 400/230VCA-86071-MURR	MURR ELEKTRONIK	86071		RR10983412
5	TOMADA 2P+T-4720000100000-MURR	MURR ELEKTRONIK	4720000100000		RR10983413
6	MOLDURA DUPLA-4682230000000-MURR	MURR ELEKTRONIK	4682230000000		RR10983414
7	TOMADA 2P+T-4680000100000-MURR	MURR ELEKTRONIK	4680000100000		RR10983415
8	TOMADA RJ45+TAMPA DB9-4680001210000-MURR	MURR ELEKTRONIK	4680001210000		RR10983417
9	FONTE EVOLUTION 20A 24VDC-85002-MURR	MURR ELEKTRONIK	85002		RR10983429
10	CX.CONEX.-2XRJ45-4000-68000-1620000-MURR	MURR ELEKTRONIK	4000-68000-1620000		RR10983430
11	RELE SAIDA 6652103 MURR	MURR ELEKTRONIK	6652103		RR10983496
12	BLOCO PROT 24VDC 900410340100600 MURR	MURR ELEKTRONIK	9000-41034-0100600		RR10983497
13	TOMADA MISTA 4680000100000 MURR	MURR ELEKTRONIK	4680000100000		RR10983617

Quadro 1 - Lista de Material

Fonte : Autor

## FLUXOGRAMA - NOVAS INSTALAÇÕES

QUEM?	O QUE?	COMO?
-------	--------	-------



Elaborado por: Marcos Sonobe  
 Revisado por:  
 rev.: 00

Data: 07/10/08

Página 1 de 1

Figura 6 – Fluxograma  
 Fonte: Autor



## 5.2 EQUALIZAÇÃO TÉCNICA

Após as etapas criar CDC funcional, validar o CDC funcional com as áreas envolvidas, criar CDC específico, validar CDC específico e toda a negociação do setor de compras da empresa, na equalização técnica analisamos as propostas e validamos o início da construção do equipamento.

## 5.3 APROVAÇÃO E CRIAÇÃO DO CONTRATO

Após a aprovação da parte comercial, foram iniciadas as obras da parte civil do projeto conforme foto abaixo.



Figura 7 - Construção do PIT  
Fonte: autor

## 5.4 BUY OFF

Após várias áudios em viagem para Europa (França, Espanha e Bélgica) onde foram feitas as formações relativas ao equipamento e finalmente o buy off (fechamento da compra) onde foram verificados, a parte funcional do equipamento, aplicações de software (Siemens Simotion) testes com veículos, simulação de defeitos e outros.



Figura 8 - Polias de movimentação

Fonte: autor



Figura 9 - Painel elétrico e monitor

Fonte: autor

### 5.5 TESTE DE ROLAGEM

O teste de rolagem foi desenvolvido para substituir a pista de teste livre e melhorar a precisão dos resultados obtidos pelos operadores. O equipamento permite os ajustes finais de cada veículo produzido e garante a qualidade final do produto.

Divide-se em três cabines isoladas acusticamente com portas automáticas, montadas no final da linha de montagem dos carros. A terceira cabine foi implantada para caso de uma das cabines precisarem de manutenção, não interferir na rotatividade dos testes.



Figura 10 - Entrada do teste de rolagem

Fonte: Autor

Na figura 10 é possível ver as três cabines (1, 2 e 3), os monitores que ficam expostos do lado externo onde são transmitidas imagens do percurso simulado, o sistema de sinalização para autorizar a entrada dos veículos na cabine e o equipamento de leitura dos dados dos veículos (4) que serão testados.

Na entrada do teste de rolagem tem-se um sistema de sinalização disponível com três posições:

- Posição cabine livre (luz verde): nenhum veículo no equipamento;
- Posição cabine ocupada (luz vermelha): o veículo entra no equipamento (esta posição é ativa até passar por uma posição intermediária);
- Posição cabine intermediária (luz amarela): essa posição pode ser definida para o ciclo prever a disponibilização da cabine ao lado.

O operador direciona o veículo dentro do equipamento, onde as rodas devem ficar posicionadas sobre rolos.



Figura 11 - Rolos internos do teste de rolagem

Fonte: Autor

Os rolos devem centralizar as rodas dos veículos, permitir ao operador acelerar e o veículo não sair do lugar. Possui nas laterais um dispositivo (batente) para não permitir a roda bater na lateral, impedindo que sejam danificadas.

O posicionamento do monitor que transmite o percurso a ser simulado, irá permitir ao operador acompanhar as instruções e ter uma visão totalmente ergonômica. A figura 12 apresenta, quais são os ângulos corretos que o monitor deve estar posicionado para não danificar a saúde ergonômica do operador.

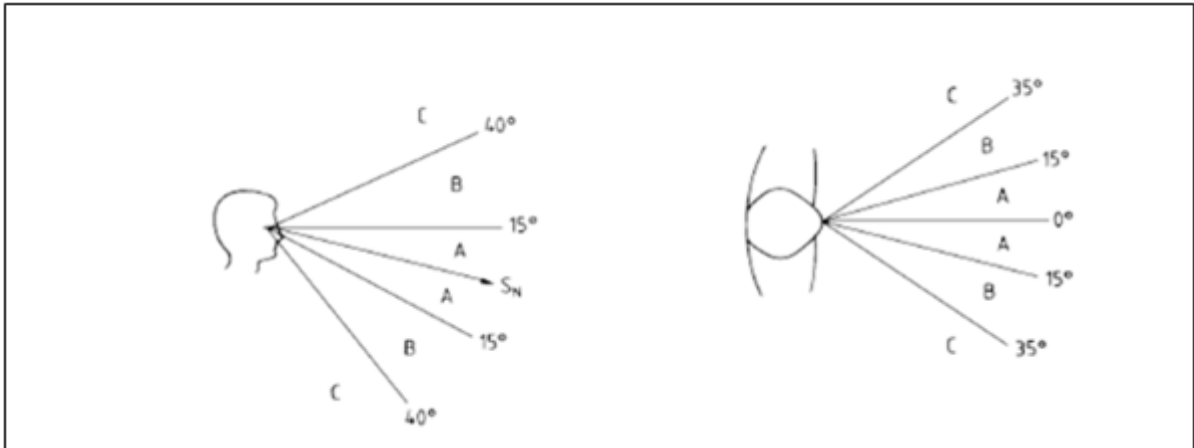


Figura 12 - Angulo de visão dos operadores  
Fonte: Autor

O monitor irá exibir uma simulação, nela contém o percurso que o operador deverá executar em forma de gráfico, onde as áreas de aclive representam as ladeiras, forçando as acelerações e as áreas planas forçam as frenagens. A esfera destacada representa o veículo, a caixa azul mostra a velocidade em que o veículo está e o objetivo do teste é que o operador execute a simulação o mais próximo à linha central possível.

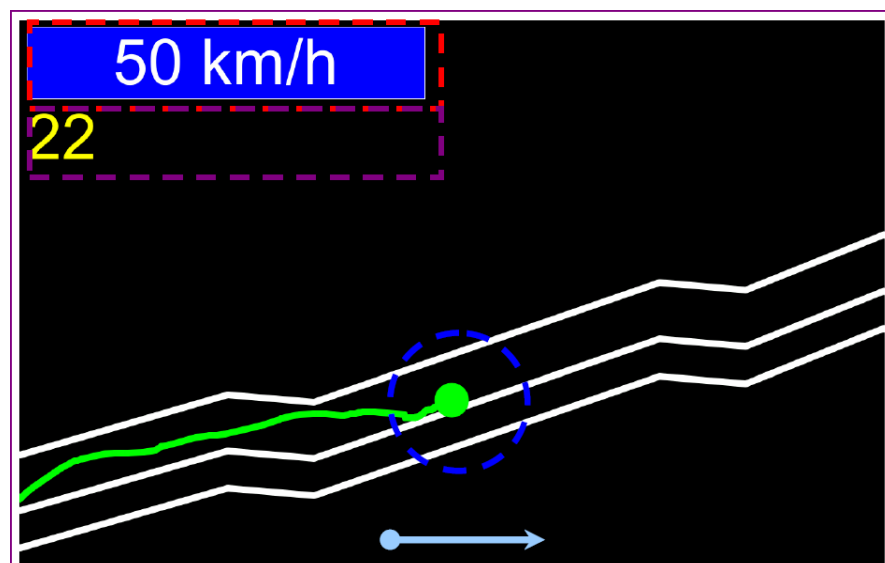


Figura 13 - Monitor simulador do teste de rolagem  
Fonte: Autor

O veículo ao entrar no equipamento, é feita a leitura do número VIS (código de barras) através do Kairo (decodificador do código de barras), que permite a comunicação com a Odisse (equipamento onde estão armazenadas as gamas no teste de rolagem) este irá enviar o circuito adequado para o modelo do veículo.

O Kairo é um equipamento instalado no interior do veículo pelo operador para possibilitar a leitura do código de barras, que contém as informações do modelo do veículo que irá ser testado permitindo assim, a comunicação do veículo com a Odisse.

A figura 14 mostra o Kairo, que é fixado no para-brisa do veículo (figura 15) e conectado ao painel (figura 16).



Figura 15 - Equipamento Kairo  
Fonte: autor



Figura 14 - Kairo fixado no parabrisa  
Fonte: autor



Figura 16 - Kairo conectado ao painel  
Fonte: autor

A Odisse capta a leitura do código de barras feita pelo Kairo, e transmite para o teste de rolagem, qual deve ser o percurso simulado para o veículo que irá ser testado. A figura 17 mostra a Odisse.



Figura 17 - Odisse  
Fonte: Autor

O resultado final do teste é impresso do lado externo do equipamento onde o relatório deve conter:

- Lista de defeitos;
- Lista de relatórios dos operadores;
- Lista de testes executados.

Inicialmente faz-se a leitura do código de barras pelo Odisse, este transmite ao software Roll Break (o Roll Break contém todos os parâmetros de testes dos veículos) o tipo de veículo a ser testado, existe uma lista prévia com os defeitos e parâmetros. O roll break comanda a automação dos testes e no final envia informação para uma impressora Zebra através de protocolo ethernet e esta imprime a etiqueta.

A figura 18 mostra o fluxograma das operações executadas no teste de rolagem desde o Kairo até a impressora:

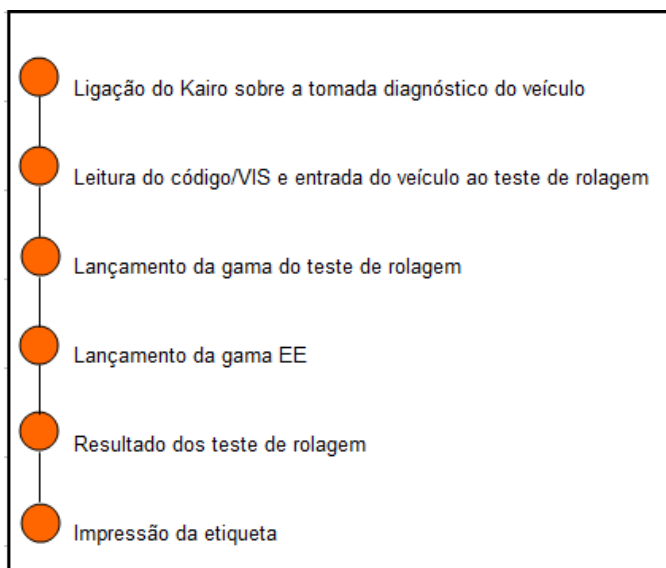


Figura 18 - Fluxograma do teste de rolagem  
Fonte: Autor

## 5.6 PRINCIPAIS FUNÇÕES DO TESTE DE ROLAGEM

Na implantação do teste de rolagem existem várias etapas, onde cada etapa possui função diferente, abaixo temos um quadro onde são descritas as principais funções executadas durante o teste.

FUNÇÃO	DESCRIÇÃO
Entrada do veículo no teste de rolagem	- Veículo entra no equipamento
Inicialização	- Abertura da comunicação com a ferramenta de diagnóstico
Teste de velocidade baixa (Sensores ABS/ESP)	- Verificar a ligação correta de sensores
Controle motor e caixa operacional	- Controle de blocos de motor de potência - Controlar a caixa desempenho - Funções de controle LVV (limitador de velocidade) e RVV (regulador de velocidade).
Controle de frenagem com ou sem ABS/ESP.	- O equipamento monitora a desaceleração de cada rolo e calcula: * As forças de arrasto (força de atrito líquido do veículo no banco). * A força média de frenagem por meia roda. * O equilíbrio dianteiro (a partir das médias de travagem de cálculo, do equilíbrio (desequilíbrio esquerda / direita) no eixo dianteiro). * O equilíbrio traseiro (a partir das médias de travagem de cálculo, do equilíbrio (desequilíbrio esquerda / direita) no eixo traseiro). * O equilíbrio dianteiro / traseiro (a partir da travagem média, o cálculo do equilíbrio entre o eixo dianteiro e eixo traseiro (Distribuição de frenagem). - Durante todas as etapas, o equipamento monitora desacelerações de cada rolo.
Controle de frenagem com ABS/ESP.	- O equipamento irá monitorar a pilotagem do bloco de freio eletrovalente para controlar a frenagem independentemente de ser dianteiro ou traseiro - Durante todas as etapas, o banco monitora desacelerações de cada rolo
Controle de reversão	- Controle de reversão (até 20km / h)
Controle de freio de estacionamento	- Controle de freio de mão ou freio totalmente apertados tipo de mão FSE: bloqueio de controle rolos traseiros durante a simulação de um inclinação n% (vamos verificar ao mesmo tempo, como antes de ligar os rolos) - Nenhum benefício nas entalhaduras de controle: a empresa reserva a parametrização a partir do princípio de controle entre dois torques de diferentes posições do travão
Controle do freio traseiro de Estacionamento	- O equipamento irá monitorar o controle do freio traseiro de estacionamento
Controle do resultado diagnosticado	O diagnóstico será feito com uma ferramenta especial. O programa do banco sincronizado com essa ferramenta.

Quadro 2 - Principais funções do Teste de rolagem

Fonte: Autor

As etapas acima foram subdivididas entre PLC, Odisse, Kairo onde todos são comandados pelo software Roll Break. A implementação foi feita de forma gradativa, para analisar cada ponto e propor qual parte integrante do equipamento deve ser responsável por ativar e manter a comunicação, onde temos os movimentos automatizados, estes devem ser feitos através do PLC Siemens Simotion em suas sub-rotinas, no Odisse estão as gamas para validar as partes elétrica/eletrônica dos veículos, o Kairo deve inserir a transição da comunicação entre veículo e Odisse. Nos primeiros testes tentamos estabelecer a comunicação entre Kairo e Odisse de forma sem fio, porém tínhamos muita interferência que vinham a gerar falhas na comunicação. Optamos por usar a parte eletrônica do veículo para solucionar problema, estabelecendo a comunicação ponto a ponto.

### 5.7 A MICRO PISTA

A micro pista é um complemento do teste rolagem, deve ser usado para detectar ruídos nos veículos e finalizar o teste de qualidade. Possui um percurso de 200 metros e é composta pelos seguintes obstáculos: revestimento granuloso, paralelepípedo, bandas rugosas, descida de calçada, ondulações alternadas, trilhos, côncavos, manobras (testes) e elevação do terreno. Estes obstáculos foram escolhidos, pois eram os principais detectores de ruídos durante o percurso da pista livre. A velocidade máxima permitida na micro pista é de 30 km/h e o percurso dura em média 3,5 min. A figura 19 mostra parte do circuito da micro pista.



Figura 19 - Circuito da micro pista  
Fonte: Autor



### 5.8 ETAPA FAZER:

Nesta etapa procuramos implementar o plano de ação desenvolvido na etapa anterior, seguindo um cronograma para a instalação do teste de rolagem.

Item	Descrição da tarefa	Duração	Início	Término
01	Compra e instalação do equipamento teste de rolagem	273 dias	08/11/2011	23/11/2012
02	Validação da compra do equipamento teste de rolagem	130 dias	16/11/2011	21/04/2012
03	Criação e aprovação de contrato de instalação de instalação do equipamento teste de rolagem	1 dia	22/04/2011	22/04/2012
04	Fabricação externa do equipamento teste de rolagem	95 dias	25/04/2011	02/09/2012
05	Treinamento dos especialistas e aprovação do equipamento teste de rolagem	5 dias	05/09/2012	09/09/2012
06	Transporte do equipamento teste de rolagem/alfândega	32 dias	12/09/2012	25/10/2012
07	Instalação do equipamento teste de rolagem na montadora	15 dias	26/10/2012	15/11/2012
08	Treinamento dos operadores	06 dias	16/11/2012	23/11/2012

Quadro 3 - Etapas da montagem e treinamento

Fonte: Autor

Após 551 dias de planejamento, os operadores começaram a ser treinados para o funcionamento correto do teste de rolagem. O número de operadores disponíveis para a rotina do teste final de qualidade foi reduzido para três operadores nos turnos diurnos e vespertinos.

Nesta etapa, fizemos a coleta dos resultados obtidos durante os testes, para serem interpretados, verificar a eficácia do plano de ação e garantir que o PDCA resolva as falhas localizadas.

Realizar diariamente reuniões com os responsáveis das áreas de engenharias da montagem dos veículos e demais setores que podem ser impactados com os resultados do teste de rolagem, expor em um quadro uma lista de defeitos detectados no dia, a fim de

identificar os mais frequentes. Este quadro foi exposto ao lado do equipamento (teste de rolagem); pois é uma forma dinâmica de expor e tratar os defeitos.

Os resultados foram indicados em forma de gráficos contendo os defeitos mais detectados do dia, o acumulado da semana e do mês.

A Equipe constituída por representantes da Engenharia de Processo, Engenharia de Qualidade, Engenharia de Produto, Produção Montagem, Produção Verificação Final de Linha; Engenharia de Processo Verificação Final de Linha; Especialista do equipamento (Teste de Rolagem).

- Engenharia de Processo analisa as possíveis falhas de montabilidade que gerariam algum defeito;
- Engenharia de Qualidade investiga as possíveis falhas tanto operacionais quanto funcionais que gerariam algum defeito;
- Engenharia de Produto analisa as possíveis falhas de componentes / peças que gerariam algum defeito;
- Produção Montagem representa a parte operacional para garantir que esta realizou as operações conforme preconizações da engenharia de processo;
- Produção de Verificação Final de Linha representa a parte operacional da verificação final de linha, ou seja, representa a parte operacional que faz os testes conforme preconização da engenharia de processo de verificação final de linha;
- Engenharia de Processo de Verificação Final de Linha analisa as possíveis falhas na realização dos testes;
- Especialista do equipamento analisa possíveis falhas no equipamento que poderiam interferir na detecção de defeitos.

Para cada defeito detectado, é necessário abrir uma intervenção onde deve conter as informações do problema no ato de sua detecção, logo após realizar um MASP (Método e Análise de Solução de Problemas) ou A3 PDCA (Formulário no formato A3 com as etapas do PDCA) pelo responsável da unidade para detecção da causa raiz do problema e direcionamento das ações as áreas responsáveis. Diariamente acompanhar este problema e trabalhar até que não fique mais evidenciado ou que não afete os veículos seguintes às ações.

## 6 FUNCIONAMENTO DO BANCO E SUA AUTOMAÇÃO

Sob a ótica de facilitar as análises de desempenho dos veículos produzidos na empresa, à automação ficou encarregada de criar o modo funcional do banco de testes, definir os materiais a serem usados. Inicialmente definimos o modo funcional, o tipo de inversores e topologia a serem usadas no projeto:

**Opção 1-** Siemens Simotion com quatro inversores de 34 kW e Regenerador de 55 kW. O controle das I/Os feita pela própria CPU Simotion

**Opção 2-** Control techniques com quatro inversores de 34 kW e Regenerador de 55 kW. O controle das I/Os feita pela placa SPC (X-Line).

Após estudos, viemos a escolher a primeira opção por nos dar maior flexibilidade e segurança, pois precisávamos gerenciar controles independentes em cada roda do veículo e com isso entendemos ser necessário manter dois rolos por roda do veículo.

Com a definição pelo sistema Siemens Simotion, convencionamos utilizar em todo o projeto os materiais elétricos/eletrônicos da Siemens, a fim de evitar conflitos na compra de material, comunicação entre componentes, diversidade de estoque e outros.

Outro fator importante no projeto de automação diz respeito à comunicação entre veículo e banco de teste onde a empresa em questão utiliza uma plataforma de comunicação JBUS da ACTIA e para o projeto foi definido utilizar a mesma estrutura.

Alguns componentes mecânicos de interface com a automação como atuadores lineares, válvulas, reguladores, enfim definimos usar componentes do sistema pneumático de fornecimento pela Festo.

O sistema de segurança dos dados do teste utilizado na empresa foi mantido, o SQIP funciona com base Siemens o que irá facilitar a comunicação e envio dos dados.

O sistema de proteção contra incêndio, apesar de ser física sua instalação, é monitorado com informações pelo PLC Siemens.

No projeto de automação do banco de teste definimos utilizar a linguagem Ladder por ser mais usual, possibilitar a migração para Grafset e ainda algumas telas para análise, dentre elas: modo manual, modo manutenção, modo comunicação, informações do ciclo de teste, manutenção de variadores, manutenção de rolos, calibração e outros.

A lógica de automação do banco foi iniciada após definir o modo funcional, ou seja, a sequência passo a passo do processo, luz vermelha com porta fechada, confirmação de leitura do código de barras acende luz verde e abre a porta de entrada e saída até a etapa de fim de ciclo envolvendo toda comunicação com roll break, Sqip, Odisse. Nos testes funcionais

verificamos falhas, alarmes, posicionamentos de sensores e outros (Buy off, montagem e testes de campo na empresa). A empresa possui normas internas para automatismo, mecânica, tags e outros as quais foram observadas durante todo o projeto.

### 6.1 DESENHO DO BANCO POLIVALENTE

O Banco polivalente consiste em uma cabine (simulador) na qual o veículo é introduzido e todos os testes são controlados, abaixo temos um desenho geral do banco polivalente.

Onde temos:

A porta de entrada do veículo (1), o ventilador de exaustão (2), local de saída do ar (3), O painel elétrico do sistema de ventilação (4), o veículo sobre os rolos, dentro do banco (5), ventilador de insuflar ar (6), o local de entrada de ar (7), porta de saída de veículo (8).

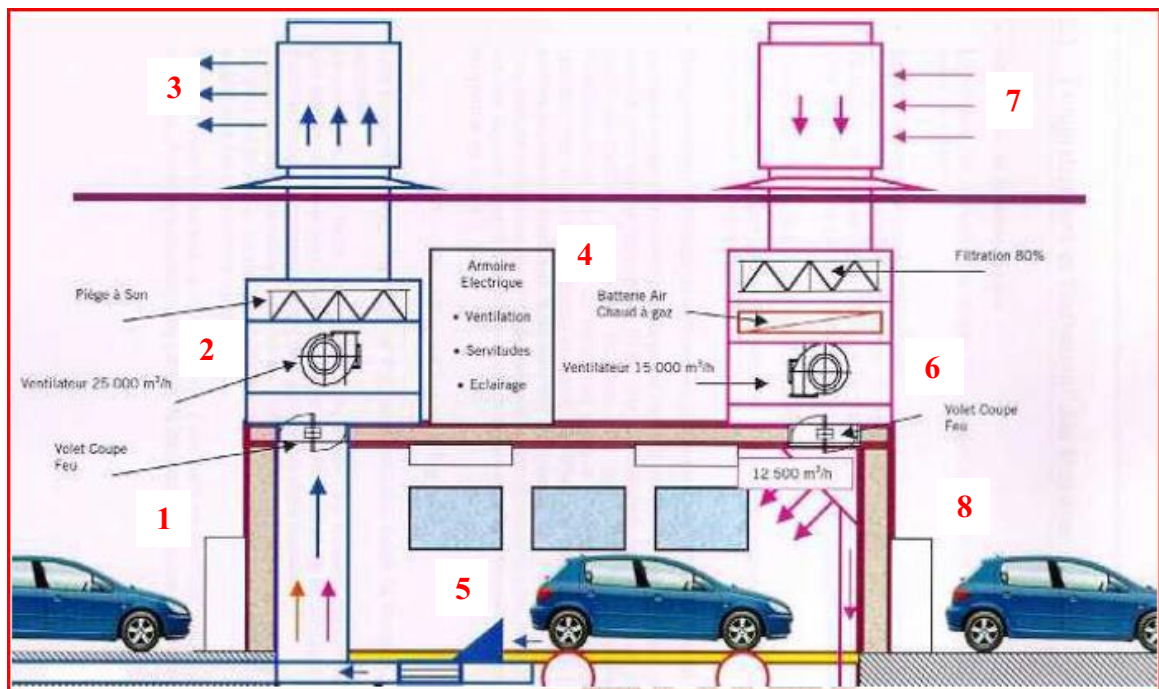


Figura 20 - Desenho do banco polivalente

Fonte: autor

### 6.2 A ENTRADA DO VEÍCULO E INÍCIO DOS TESTES

O veículo ao chegar ao banco polivalente deve ser identificado, por meio da leitura do código de barras na qual consta todos os dados do teste (modelo de veículo, freio, ar condicionado, distância entre eixos e outros) em caso de falha é previsto inserir o código do

veículo em modo manual, esta informação é decodificada, então o CLP (Siemens Simotion) abre as portas automaticamente permitindo a entrada do veículo.



Figura 21 - Código de barras  
Fonte: Autor



Figura 22 - Teclado para inserção manual  
Fonte: Autor

Após a entrada do veículo no banco polivalente o operador faz o teste de marcha ré (obrigatório) passando o veículo pelas placas de apoio o que o obriga a usar marcha ré para centraliza-lo. As chapas centrais (entre rolos) são mantidas como apoio na entrada do veículo, após conectar o cabo de diagnóstico e acionar o botão de início de ciclo que fica em um púlpito dentro do banco polivalente (figura 24) ao lado do motorista, as placas de apoio são movimentados para baixo por um atuador pneumático (cilindro pneumático de dupla ação) de modo automático permitindo que os pneus do veículo apoiem sobre os rolos principais.



Figura 23 - Púlpito de início de ciclo  
Fonte: Autor



Figura 24 - Rolos do banco  
Fonte: Autor

Após o início do ciclo de teste o software ROLL BREAK assume o comando, nele estão todos os comandos de validação (velocidade, frenagem, comunicação entre outros). O controle lógico programável (CLP) Siemens Simotion através dos inversores de frequência irá aumentar gradativamente a velocidade de giro dos rolos do banco ate atingir a velocidade de 80 Km/h (o carro deve estar na posição de marcha neutra) o operador acelera o veículo, na



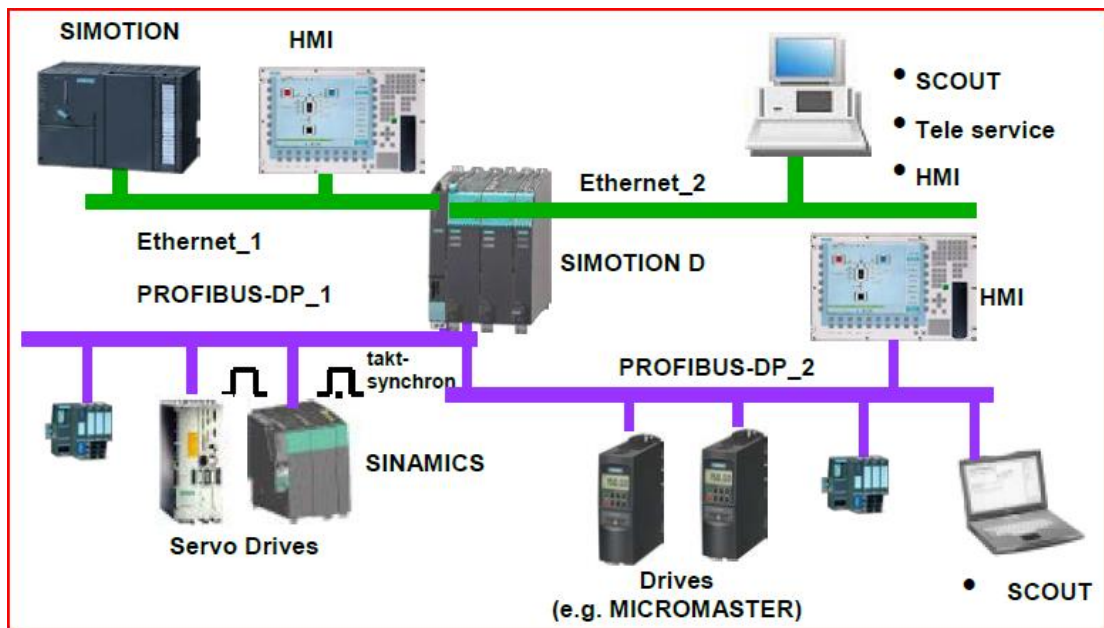


Figura 26 - Lay out da rede  
Fonte: Autor

A topologia definida para uso foi de barramento por ser a mais empregada em sistemas Fieldbus, porém existe possibilidade de utilizarmos a topologia em estrela, árvore, ponto – a – ponto e em anel.

Durante o projeto foram definidos os níveis. Notem que a base refere-se ao **chão de fábrica**, e a comunicação é estabelecida, principalmente entre dispositivos atuadores (inversores, válvulas, etc.). Nessa etapa o volume de informação é pequeno, porém, necessitamos de uma velocidade alta, pois o tempo de reação entre a atuação de um sensor e a resposta do seu dispositivo correspondente (inversor de frequência, por exemplo) deve ser o menor possível.

Na elaboração do projeto optou-se por utilizar uma IHM com terminais de vídeo, tela sensível ao toque (touch screen) e o software utilizado SIMATIC HMI da Siemens devido à facilidade de comunicação e todo o projeto de automação ser Siemens. Alguns itens são importantes com pré-requisitos para a utilização:

Comunicações:

- Software estruturado segundo o modelo OSI/ISO
- Transportadores de protocolo.

Aquisição e Processamento de Dados:

- Estados digitais

- Medidas analógicas
- Totalizadores
- Sequência de eventos
- Controle supervisorio e lógica de Inter travamento.
- Terminais Virtuais de Aquisição e Controle
- Distribuição de Dados e eventos

Abaixo podemos ver algumas funções que foram definidas no projeto, através do retorno de experiência.

### Modo manual

Utilizado quando da necessidade, testes ou calibração, são importantes na detecção e solução de defeitos.

### Manutenção

Onde são obtidas várias informações relativas a manutenção, vida de componentes, manutenções e outros.

### Verificação do sistema

Busca informações de ciclos realizados, tipos e modelos, tempos, gráficos e outros.

### Manutenção de variadores

Fornecer os dados dos variadores de frequência, mudança de velocidade, curvas de teste e outros.

### Informação de ciclo

Fornecer todas as informações do ciclo atual, modelo, velocidade, freio, parte elétrica, gamas e outros.

### Calibração

Fornecer a curvas de calibração, tempo, novos ajustes e novos ciclos.



Figura 27 - Modo manutenção

Fonte: Autor

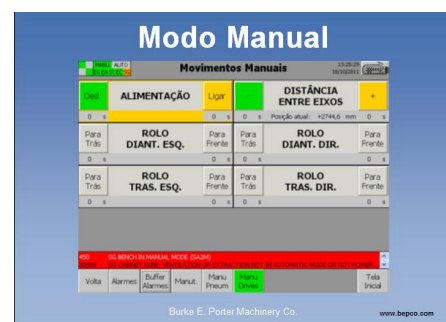


Figura 28 - Movimentos manuais

Fonte: Autor



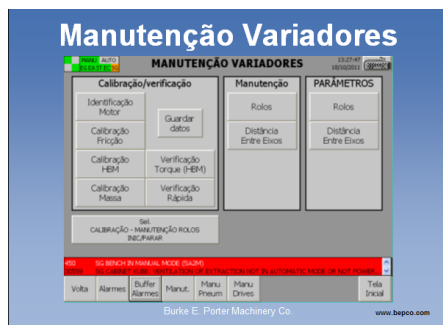


Figura 29 - Manutenção variadores

Fonte: Autor

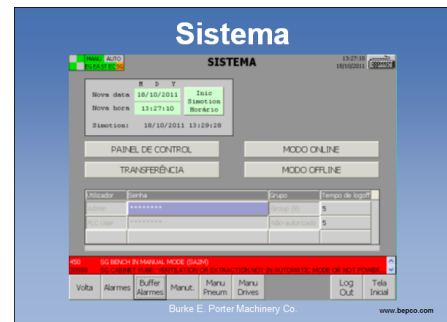


Figura 30 - Modo sistema

Fonte: Autor



Figura 31 - Informações do ciclo

Fonte: Autor



Figura 32 - Modo calibração

Fonte: Autor

### 6.3 SOFTWARE ROLL BREAK

O software de gerenciamento do banco polivalente é feito em “C++” nele estão todas as gamas (instruções de teste de cada modelo veículo). A seguir alguns itens que compõem as gamas.

- Dados Gerais (Modelo do veículo, largura, peso, distância entre eixos e outros).
- Teste de encadeamento (Código de Odisse, código vis, dados da climatização de conforto, abertura de comunicação, teste de baixa velocidade, teste de alta velocidade, frenagem e etc..).
- Tipo de sinótico (Controle de velocidade, controle residual de frenagem, Ponto morto, teste dinâmico das eletroválvulas do ABS, envio de resultados).
- Curvas de teste (Ficha do veículo, ativação, comentários).
- Baixa velocidade (Velocidade, ativação, comentários).
- Teste de freio de mão (Ativação, comentários).
- Alta velocidade (Velocidade, ativação, comentários).
- Teste de marcha de volta (ré).

O roll break está instalado em computador próprio, não conectado a rede, a fim de proteger o sistema, requer várias senhas para alterações. Todo histórico dos testes são mantidos e salvos a cada mil veículos.

Na inserção de teste em veículos novos são feitas e inseridas novas gamas, a parametrização requer estudo criterioso afim de que os testes sejam eficientes.



Figura 33 - Tela touch de comando

Fonte: Autor



Figura 34 - Computador Roll Break

Fonte: Autor

A fim de demonstrar a importância do PC segue abaixo um gráfico para ilustrar que todas as ações do banco polivalente estão ordenadas a partir do comando do PC, ou seja, um sistema mestre/escravo.

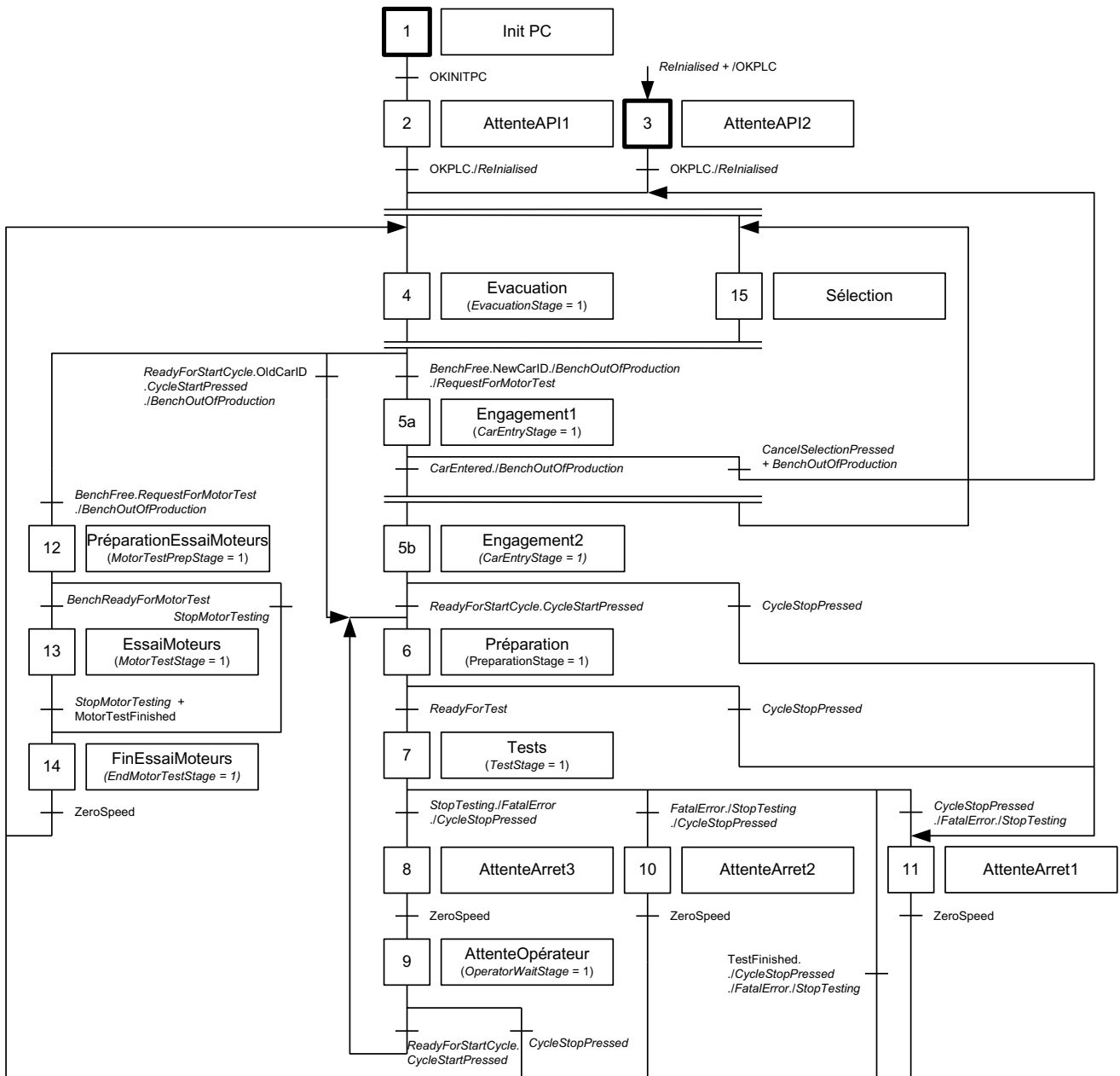


Figura 35 – Grafiset  
 Fonte: Autor

## 6.4 PLC (SIEMENS SIMOTION)

A lógica de programação e controle utilizada o Siemens Simotion (figura 36), juntamente com os cartões de In/Out (figura 37) devido a sua interface amigável e segura.

Na parte elétrica disjuntores, inversores, etc. (figura 38) foram usados componentes Siemens. A lógica consiste no controle de comandos iniciais, como abrir a porta de acesso, início efetivo de rodagem, os instrumentos de medição com transdutores e sistema de segurança.



Figura 36 - PLC Siemens  
Fonte: Autor



Figura 37 - I/O PLC Siemens  
Fonte: Autor

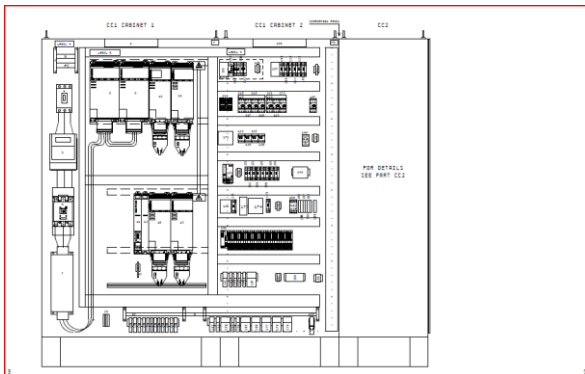


Figura 38 - Lay out interno do painel  
Fonte: Autor

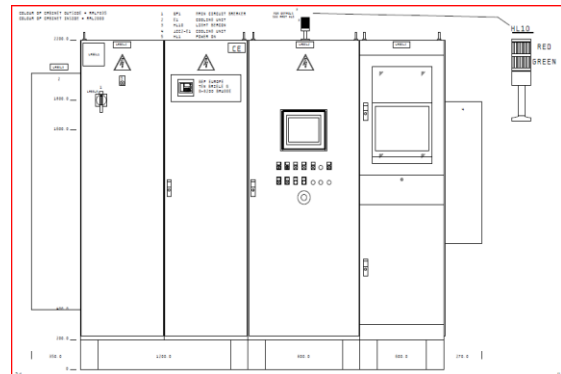


Figura 39 - Lay out externo do painel  
Fonte: Autor

### 6.4.1 Siemens Simotion

O simotion é ideal para qualquer tarefa de controle de movimento, independente do nível de dificuldade, desde muito simples às mais complexas. Este sistema oferece a liberdade

para projetar máquinas modernas. Alta flexibilidade, ciclos de execução rápidos, redução de tempo de setup da máquina e menor custo de manutenção, são alguns dos benefícios oferecidos por esse sistema. O sistema é expansível e oferece flexibilidade, podendo ser utilizado em máquinas centralizadas e descentralizadas em três tipos de plataformas: baseada em PC, controlador ou inversor.

Neste projeto definimos utilizar a linguagem de programação LADDER (linguagem de contatos) por ser de fácil entendimento. A lógica foi desenvolvida de modo a facilitar a detecção das etapas do processo (lógica de passos), onde o Roll Break e PC trabalham em conjunto.

Abaixo temos um exemplo de como é realizado o comando da luz na entrada do banco polivalente.

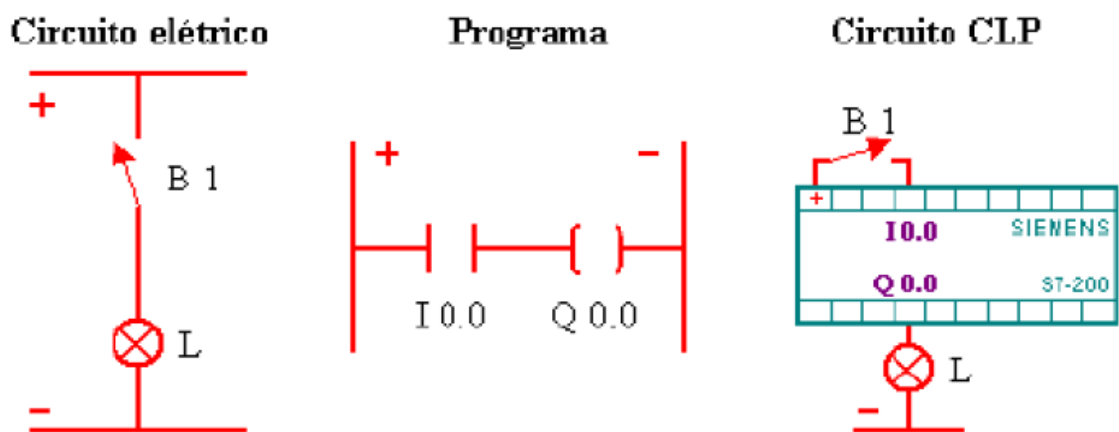


Figura 40 - Lógica ladder  
Fonte: Autor

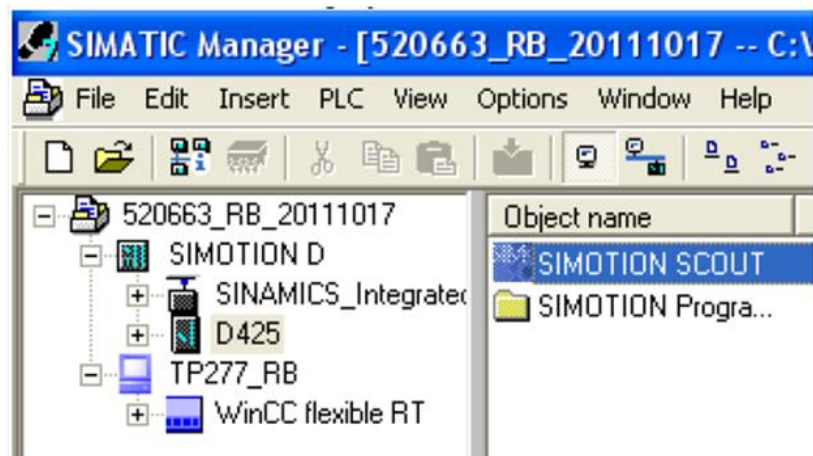


Figura 41 - Simotion  
Fonte: Autor

O Simotion D (figura 42) é recomendado em qualquer aplicação onde são necessários os requisitos para o controle de vários eixos, máquinas compactas, conceitos de automação descentralizados, especialmente para máquinas com um grande número de eixos máquinas modulares. No projeto do banco polivalente o simotion D dentre outras funções é responsável por configurar e sincronizar os motores para gerar a velocidade do teste de rodagem.

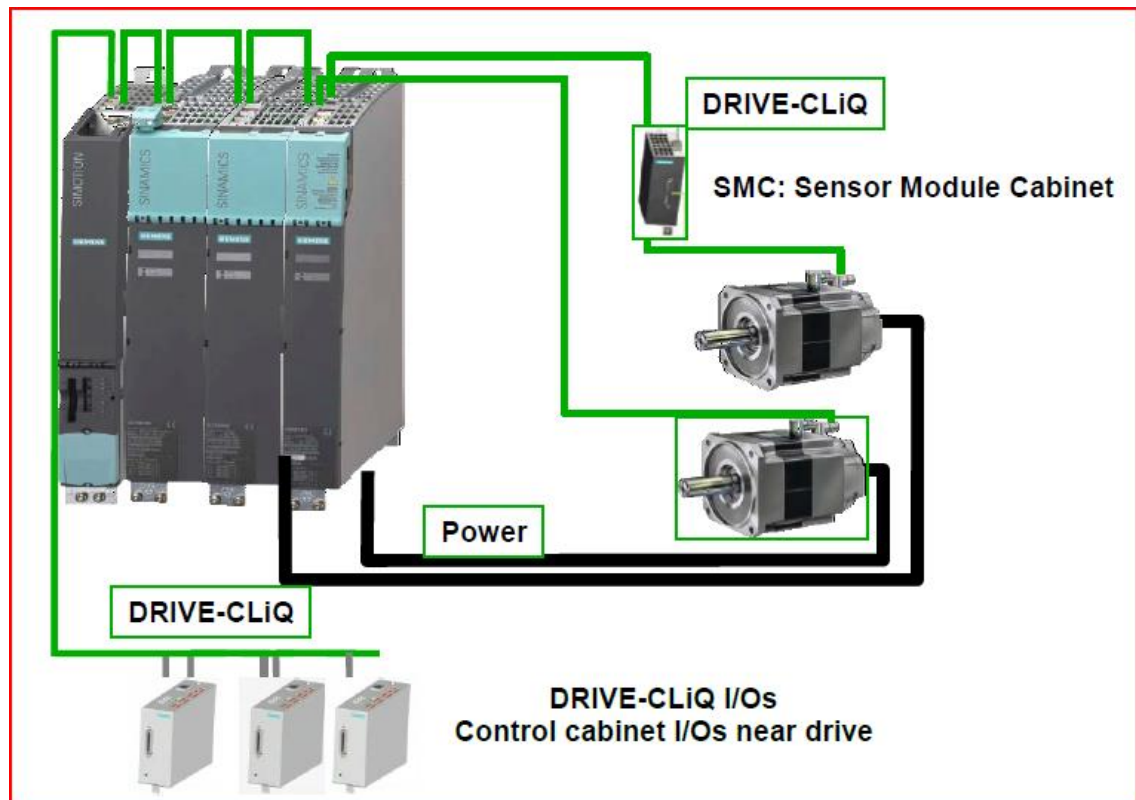


Figura 42 - Lay out simotion D  
Fonte: Autor

## 6.5 INTEGRAÇÕES DOS SOFTWARES

Os sistemas estão integrados, o moxa box (5) é responsável por receber os dados de teste do carro: freio, ar condicionado, sistema de conforto (6) o simotion (1) têm função de controlar os dados da automação, sejam analógicos ou digitais (2) e inversores que devem gerar as velocidades nos rolos (3). Estes dados são enviados e processados no master system (4) onde têm o roll break, que recebe os dados e após fazer uma verificação dos parâmetros estabelecidos, envia os dados aos periféricos de saída, monitor e impressora (7) para gerar a etiqueta que é anexada ao dossiê veículo.

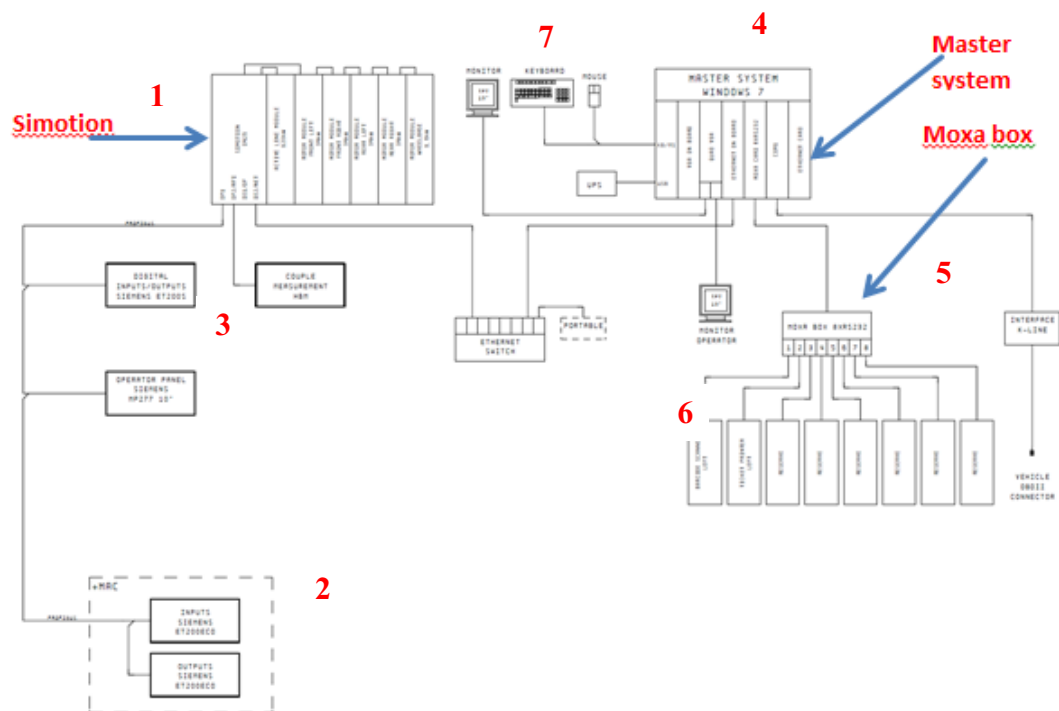


Figura 43 - Lay out integração do sistema  
Fonte: Autor

## 6.6 INVESTIMENTO

Na aquisição dos três bancos polivalentes o custo estipulado foi na ordem de 3.875.000 Euros, incluso formação no exterior, montagem, manutenção assistida (acompanhamento operacional pelo fornecedor durante trinta dias), lista de peças de reposição inicial.

Divisão dos custos do projeto:

- Compra de 03 Bancos Polivalentes 1.650.000 Euros
- Custo de Importação 875.000 Euros
- Expansão do prédio Montagem 1000.000 Euros
- Micro pista 300.000 Euros
- Infraestrutura da Gestão técnica Centralizada (GTC) 100.000 Euros
- Infraestrutura de informática 150.000 Euros

A previsão de retorno do investimento está baseada no volume de carros por hora (VHN) com a fábrica funcionando em dois turnos de produção. No caso desta empresa temos 40 VHN que dará um retorno de 167.000 Euros por ano, totalizando 23,2 anos para o retorno de investimento.

## 7 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 7.1 ETAPA CHECAR

Nesta etapa devemos verificar os resultados obtidos com o plano de ação. Comparar os resultados da pista livre e com o teste de rolagem. Certificar que o *planejado x realizado* esteja ocorrendo de acordo com o cronograma previsto e garantir a veracidade dos testes obtidos. Diariamente os resultados obtidos devem ser divulgados para os responsáveis pela implantação, manutenção do equipamento e para a diretoria da empresa. Seguindo o padrão dos demais grupos que já possuem o equipamento funcionando de acordo com o planejado e obtendo os resultados esperados.

O teste de rolagem reduz o número de acidentes ocorridos durante os testes à zero. Na pista unitária os acidentes ocorriam esporadicamente, porém, o objetivo da empresa em relação à segurança é de 100%.

Desde 2005 foram registrados oito acidentes, sendo que só são registrados os acidentes com lesões. O objetivo da empresa é não ter índice de acidentes e o teste de rolagem permite cumprir a meta. A pista de teste livre permitia ao operador se expor a acidentes, pois seus obstáculos exigiam alta velocidade e curvas sinuosas.

Outro fator levado em consideração quanto a segurança do operador é o climático, pois os testes realizados na pista livre durante a chuva podiam aumentar a possibilidade de acidentes, este fator foi eliminado no teste de rolagem, por ser uma cabine fechada, o clima não interfere na segurança do operador.

A figura 44 mostra uma comparação dos índices de acidente com os testes feitos na pista livre com o teste de rolagem (desde sua implantação em 2012 até maio/2013)

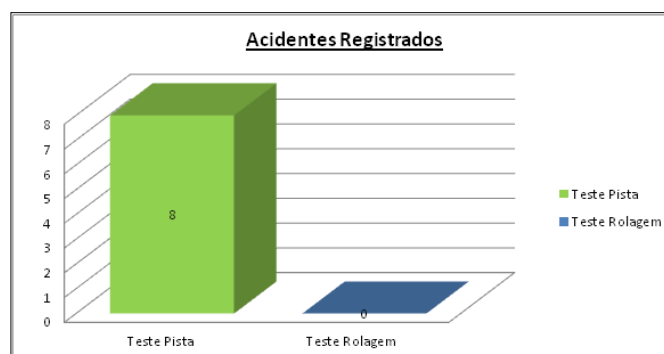


Figura 44 - Acidentes registrados  
Fonte: autor

O teste na pista livre demanda um tempo quatro vezes maior do que o teste de rolagem, com isto o operador fica mais propenso à fadiga colaborando com um risco maior de



acidentes. A figura a seguir apresenta graficamente o tempo gasto para a realização do circuito em pista livre e da simulação do teste de rolagem.

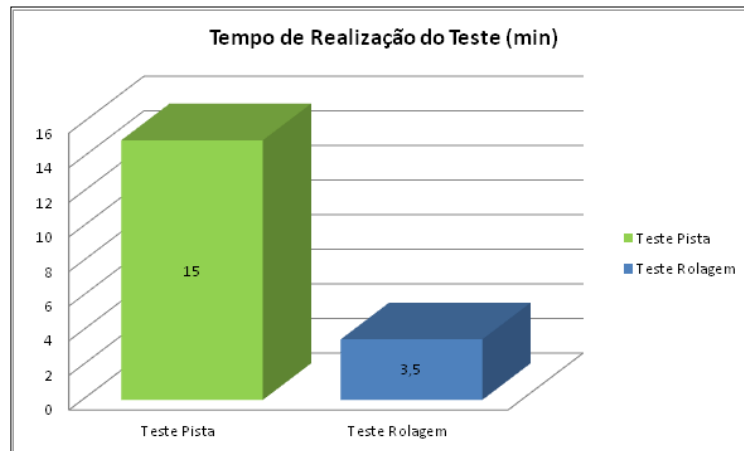


Figura 45 - Tempo de realização do teste  
Fonte: autor

No mês de Março de 2013, foram testados 10236 carros e foram encontrados 941 (9%) carros com defeitos. No mês de Abril de 2013, foram testados 11097 carros e foram encontrados 874 (8%) carros com defeitos. Já no mês de Maio de 2013, foram testados 7463 carros e foram encontrados 446 (6%) carros com defeitos.

Os dados foram obtidos através do DVT da fábrica estudada. E as datas foram iniciadas em 12/03/2012 e finalizadas em 12/05/2013.

Os principais defeitos foram: compressor de refrigeração, marcha traseira e sensor de temperatura. Tais defeitos não eram possíveis de se detectar antes com o teste livre.

As figuras a seguir mostram como o equipamento vem verificando os veículos produzidos de março até maio de 2013.

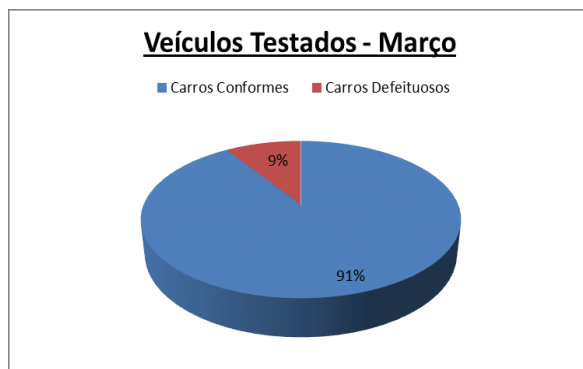


Figura 46 - Veículos testados em março  
Fonte: autor

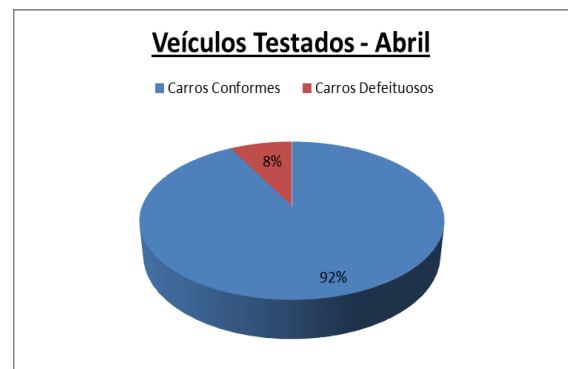


Figura 47 - Veículos testados em abril  
Fonte: autor

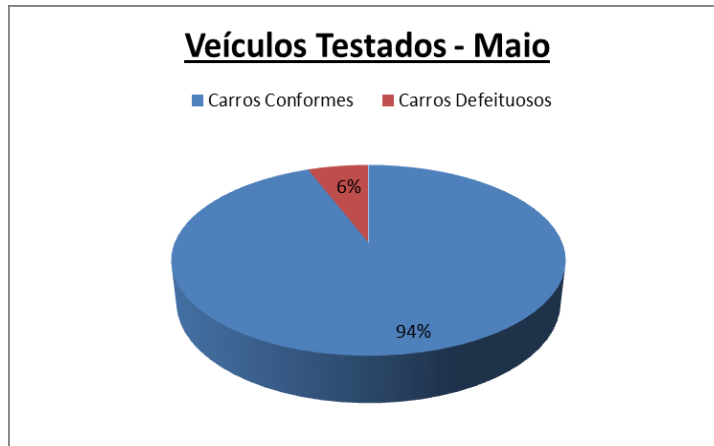


Figura 48 - Veículos testados em maio  
Fonte: autor

No quadro 04 é possível comparar quais os defeitos podiam ser detectados na pista livre e no teste de rolagem.

Local da anomalia – Pista livre	Local da anomalia – Teste de rolagem
Painel de Bordo	Painel de Bordo
Console	Console
Guarnição do Teto	Guarnição do Teto
Portas	Portas
Coluna Central	Coluna Central
Baixo Caixa	Baixo Caixa
Tampão de Porta Malas	Tampão de Porta Malas
Tampa do Volet	Tampa do Volet
Guarnição Baliê	Guarnição Baliê
Custódia	Custódia
Porta-Malas	Porta-Malas
Cinto-Segurança	Cinto-Segurança
Freios	Freios
	Comunicação
	Ar condicionado

Quadro 4 - Lista de defeitos  
Fonte Autor

### Efeitos Secundários:

Com a implantação do teste de rolagem, houve uma significativa redução de 2 litros de consumo de combustível em relação aos testes em pista livre. Como a pista livre tinha um percurso mínimo de 5 km, o abastecimento de combustível na fábrica era de 7 litros para atender o teste, para a execução do percurso, para o transporte da fábrica para distribuidora, da distribuidora para a concessionária e o mínimo de combustível para o cliente. Já com o teste de rolagem esse abastecimento diminuiu para 5 litros por veículo.

A figura 41 mostra a redução do abastecimento de combustível com a implantação do teste de rolagem.

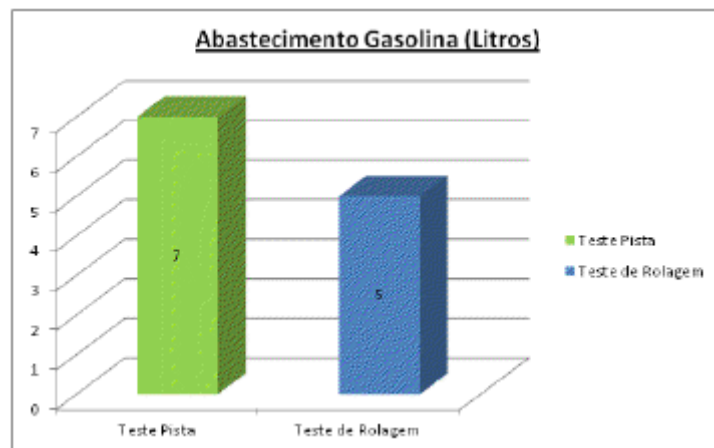


Figura 49 - Abastecimento de combustível  
Fonte: autor

### Eficácia das ações tomadas:

Diante das necessidades para implementação do teste de rolagem na montadora, as ações exigidas e esperadas foram alcançadas: segurança e índice zero de acidentes, resultados padronizados e confiáveis, e uma maior gama de defeitos que podem ser identificados.

## 8 CONCLUSÃO

O teste de rolagem foi um equipamento de importante investimento que trará um significativo retorno para a empresa, pois deve permitir ao teste de qualidade obter maior precisão, maior gama de possíveis defeitos localizados, padronização dos resultados e maior segurança para a realização dos testes. No âmbito da automação foi um desafio importante, tanto no desenvolvimento do software (PLC), definir e adquirir os componentes. Após a instalação e início de produção com o banco polivalente, foram realizados vários ajustes, ampliar o número das telas da IHM, listar os materiais sobressalentes. De forma geral a automação ficou em ótimo nível tanto para operadores como para manutentores.

A ferramenta de qualidade utilizada permitiu avaliar de vários ângulos como o equipamento é mais eficiente que a pista de teste de livre e alcançou nossas expectativas em relação a conseguir mostrar de forma clara os benefícios do equipamento.

O trabalho também nos permitiu aprender a procurar soluções que não dependem somente do pólo onde se localiza o problema, às vezes as soluções podem estar em outros grupos e proporcionar uma melhoria maior do que aquela esperada.

Nos dias atuais enfrentamos grave crise interna no país, o setor automotivo tem sofrido em muito com isso, atualmente a Argentina tem um embargo em relação aos produtos brasileiros, o mercado de exportação em alta, porém os custo interno de produção ficou altíssimo. Hoje nesta empresa temos uma redução significativa de produção, passando a produzir 20 VHN. Com este cenário, dos três bancos construídos, um foi totalmente desligado.

Os impactos econômicos nos forçaram a procurar ganhos econômicos (compactação de setores, aglutinação de operações e outros).

Chegamos a produzir em três turnos, nos dias atuais, produzimos em dois turnos, com estimativa de 70.000 veículos ano. Tivemos uma significativa redução no quadro de funcionários, hoje estudamos a automação aliada à economia como:

- Desligar automaticamente a iluminação ao parar a linha de produção.
- Iluminação econômica.
- Iluminação com sensoriamento de presença
- Utilização de claraboias
- Redução automática de pressão fora de produção.
- Compactação de equipamentos de processo e sua automação.

## 9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. Coletânea de normas de sistemas de qualidade. Rio de Janeiro. 2007. 47p.

DESIDÉRIO. Publicação eletrônica de OFICINA DA NET: ISO 9001 – PDCA. OFICINA DA NET, São Paulo, Nov. 2007. Disponível em:  
<[WWW.oficinadanet.com.br/artigo/555/iso\\_9001\\_-\\_pdca](http://WWW.oficinadanet.com.br/artigo/555/iso_9001_-_pdca)>. Acesso em: 01/03/2012

ORIBE, Claudemir Y. Publicação eletrônica de ECRCONSULTORIA: O ciclo do PDCA. ECRCONSULTORIA, São Paulo. Disponível em:  
<[WWW.ecrconsultoria.com.br/biblioteca/artigos/gestao-da-qualidade/o-ciclo-do-pdca](http://WWW.ecrconsultoria.com.br/biblioteca/artigos/gestao-da-qualidade/o-ciclo-do-pdca)>. Acesso em: 01/03/2012

ANDRADE, Fabio Felype. O método de melhorias PDCA. 2003. 23f. Dissertação de Mestrado – Engenharia Civil da Escola Politécnica/USP, São Paulo, 2003. Disponível em:  
<[publicações.pcc.usp.br/PDF/BTs\\_Petreche/BT371-%20Andrade.PDF](http://publicações.pcc.usp.br/PDF/BTs_Petreche/BT371-%20Andrade.PDF)> Acesso em: 01/03/2012

FIALHO, Arivelto Bustamante, Automação Pneumática, Ed Érica São Paulo – São Paulo

JUNIOR, Eraldo. Publicação eletrônica de SHVOONG: Evolução da indústria automobilística no Brasil, São Paulo, 2008. Disponível em:  
< <http://pt.shvoong.com/humanities/history/1786021-evolu%C3%A7%C3%A3o-da-industria-automobil%C3%ADstica-brasil/>> Acesso em : 07/07/2012

CANGUE, Feliciano José Ricardo, *et al.* Publicação eletrônica de FADMINAS.ORG.BR: Análise atual do setor automobilístico nacional, Minas Gerais, 2004. Disponível em:  
<[http://www.fadminas.org.br/symposium/3\\_edicoes/artigo\\_1.pdf](http://www.fadminas.org.br/symposium/3_edicoes/artigo_1.pdf)> Acesso em: 07/07/2012

SLACK, Nigel, *et al.* Administração da Produção. São Paulo. 2009

PINHEIRO, Ana Karla da Silva. Ergonomia aplicada à anatomia e à fisiologia do trabalhador. São Paulo. 2008

RIBEIRO, Marco Antônio, Automação Industrial 4 ed. Érica Salvador – Bahia 2001

DORF, Richard C.; Bishop, Robert. *Sistemas de Controle Moderno*. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2001.

GOEKING, Weruska. *Da máquina a vapor aos softwares de automação*. Disponível em:  
<<http://www.osetoreletrico.com.br/web/a-revista/343-xxxx.html>>. Acesso em: 13 jun. 2015..

<http://www.durr-ap.de/>

### ANEXO I – Check List Pista Livre

<b>CARTA DE REGISTROS DE ANOMALIAS</b>																											
<b>RODAGEM RUÍDO PARASITA</b>																											
DATA:		MODELO:		Nº VIS:		CONDIÇÕES CLIMÁTICAS				TEMPERATURA																	
EQUIPE:		MOTOR:		PILOTO:		TEMPO ÚMIDO <input type="checkbox"/>	TEMPO SECO <input type="checkbox"/>	SOL <input type="checkbox"/>		10° A 19°	20° A 29°	30° A 35°															
DEFEITOS DETECTADOS				REGIÃO DO DEFEITO				REGIÃO DA PISTA ONDE O DEFEITO FOI ENCONTRADO																			
LOCAL DA ANOMALIA	DESCRIÇÃO DA ANOMALIA	REGIÃO DO DEFEITO				REGIÃO DA PISTA ONDE O DEFEITO FOI ENCONTRADO																					
		Captação	Parte dianteira	Parte Traseira	Lado Direito	Lado Esquerdo	Central	Motorista	Passageiro	1- Sinusoidal	2- Concavo	3- Convexo	4- Paralelepípedo	5- Trilho de trem	6- Barridas	Rugosas	7- Lombadas	8- Depressão	9- Ondulações Alternadas	10- Asfalto deformado	11- Granuloso	12- Torção	13- Desc. Calçada	14- Oito	15- Marcha Ré		
Painel de Bordo																											
Console																											
Guarnição do Teto																											
Portas																											
Coluna Central																											
Baixo Caixa																											
Tampão de Portas Malas																											
Tampa do Volet																											
Guarnição Baliê																											
Custódia																											
Porta-Malas																											
Cinto-Segurança																											
Outros																											
Bluetooth	<input type="checkbox"/> sim	possui	<input type="checkbox"/> não	<input type="checkbox"/> sim	funciona	<input type="checkbox"/> não	Observação																				
GPS	<input type="checkbox"/> sim	possui	<input type="checkbox"/> não	<input type="checkbox"/> sim	funciona	<input type="checkbox"/> não	Observação																				
Bússula	<input type="checkbox"/> sim	possui	<input type="checkbox"/> não	<input type="checkbox"/> sim	funciona	<input type="checkbox"/> não	Observação																				
Sensor Estacio.	<input type="checkbox"/> sim	possui	<input type="checkbox"/> não	<input type="checkbox"/> sim	funciona	<input type="checkbox"/> não	Observação																				

