



9.15
Nove e cinco

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia Mecânica
PMC 581 – Projeto Mecânico II

Instrumentação de uma máquina de ensaios de massas de pneumáticos

Relatório Final

Ana Luísa Alvares Zuppani
Luiz Gustavo de Souza

NºUSP : 2936835
NºUSP : 2233164

Prof. Orientador: Deniol Tanaka

São Paulo

2001



Índice

1	INTRODUÇÃO	3
2	OBJETIVOS DO ENSAIO DE MASSA DE PNEUS	4
3	CRONOGRAMA	6
3.1	ESTUDO DE VIABILIDADE	6
3.2	PROJETO BÁSICO	7
3.3	PROJETO EXECUTIVO	7
3.4	PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO	7
3.5	PLANEJAMENTO DA UTILIZAÇÃO	8
3.6	OBSERVAÇÕES A RESPEITO DO CRONOGRAMA	8
4	ESTUDO DE VIABILIDADE	9
4.1	ESTABELECIMENTO DAS NECESSIDADES	9
4.1.1	Aquisição de Dados	9
4.1.2	Análise de Dados	9
4.2	FORMULAÇÃO DO PROJETO	9
4.3	SÍNTESE DE SOLUÇÕES	10
5	PROJETO BÁSICO	11
5.1	CONDIÇÕES DE ENSAIO	11
5.1.1	Temperatura do asfalto	11
5.1.2	Velocidade de rotação	11
5.1.3	Cambagem	11
5.1.4	Ângulo de divergência	11
5.1.5	Carga aplicada	11
5.2	PARÂMETROS ANALISADOS	12
5.2.1	Temperatura do pneu	12
5.2.2	Distância percorrida	12
5.2.3	Força de Arrasto	12
5.3	ESQUEMA DA INSTALAÇÃO	12
5.4	ESQUEMA DA MÁQUINA	12
5.5	ESPECIFICAÇÕES	13
5.5.1	Sensores de temperatura	13
5.5.2	Inversor	14
5.5.3	Células de carga	14
5.5.4	Encoders	15
5.5.5	Placa de aquisição de dados	16
5.5.6	Microcomputador	17
5.5.7	Aquecedor	17
5.5.8	Software para a análise de dados	17
5.6	CONTROLE EXTERNO	18
5.6.1	Controle mecânico da temperatura do asfalto	18
5.7	IMPLEMENTAÇÃO	18
5.7.1	Rotinas de execução	18
5.7.2	"Caixa-Preta"	21
5.7.3	Controlador PID	22
6	ALTERAÇÕES PARA O SEGUNDO SEMESTRE	24
7	PROJETO EXECUTIVO	26



7.1	IMPLEMENTAÇÃO DAS ROTINAS NO SOFTWARE LABVIEW.....	26
7.1.1	<i>Documentação do Programa.....</i>	26
7.2	PLANILHA DE ANÁLISE DE DADOS	73
7.2.1	<i>Introdução.....</i>	73
7.2.2	<i>TF_Macro1</i>	73
7.2.3	<i>TF_Macro2</i>	74
7.2.4	<i>TF_Macro3</i>	75
7.2.5	<i>TF_Macro4</i>	75
7.2.6	<i>TF_Macro5</i>	75
7.3	PROJETO DA “CAIXA-PRETA”.....	76
7.3.1	<i>Introdução.....</i>	76
7.3.2	<i>Especificações.....</i>	76
7.3.3	<i>Sugestão de montagem</i>	89
8	CONCLUSÃO	90
9	APÊNDICE.....	91
9.1	<i>CÓDIGO DA MACRO TF_MACRO1.....</i>	91
9.2	<i>CÓDIGO DA MACRO TF_MACRO2.....</i>	110
9.3	<i>CÓDIGO DA MACRO TF_MACRO3.....</i>	132
9.4	<i>CÓDIGO DA MACRO TF_MACRO4.....</i>	146
9.5	<i>CÓDIGO DA MACRO TF_MACRO5.....</i>	146
10	BIBLIOGRAFIA.....	147



1 Introdução

De acordo com a proposta apresentada, durante este curso será apresentado um estudo básico visando a adaptação de uma máquina de ensaios de polímeros, para que a mesma possa ser utilizada em ensaios de massas de pneus.

Para que este objetivo possa ser alcançado, serão necessários, em primeira e superficial análise, a reestruturação e o redimensionamento do braço de suporte do material a ser ensaiado, além da instrumentação da máquina, para que seja possível a aquisição e tratamento de dados durante os ensaios.

Devido à complexidade das tarefas, este projeto foi dividido, e no trabalho apresentado neste relatório será abordada apenas a parte referente à instrumentação da máquina em questão.



2 Objetivos do Ensaio de Massa de Pneus

Estudar o processo de desgaste de um pneumático é, e não poderia ser diferente, de grande interesse para os fabricantes deste tipo de produto. Para melhorar o rendimento quilométrico e o conforto proporcionado por este equipamento presente em quase todos os tipos de veículo, em geral, são realizadas provas externas. Estas provas, no entanto, são longas e custosas. É necessário rodar milhares de quilômetros com um veículo até chegar a alguma conclusão.

Para reduzir o custo destes testes, é interessante analisar, antes de mais nada, a parte fundamental de um pneu: o composto de borracha (que representa cerca de 75% do volume total do pneumático). Analisar o comportamento físico, mecânico e químico deste composto antes de partir para o desenvolvimento do pneu em si pode reduzir a necessidade de realização de provas externas e, conseqüentemente, os custos para o fabricante.

O estudo do desgaste das borrachas utilizadas em pneumáticos, em função da pressão de contato com o solo, rugosidade do solo, histerese, velocidade, temperatura e estrutura dos materiais torna-se, então, parte fundamental para o projeto de um pneu.

Estabelecida a necessidade, pode-se partir para a solução. Esta solução seria o projeto de uma máquina que simulasse o comportamento do pneu a partir de um modelo; ou seja, uma máquina que analisasse apenas o comportamento da massa do pneu (o composto de borracha).

A máquina que se pretende desenvolver durante este trabalho tem por objetivo, precisamente, realizar esta função. Lamentavelmente, ela não irá abolir a necessidade das provas externas, uma vez que outros fatores, como a interação entre o pneu e a suspensão do carro, a interação entre o pneu e a estrada, além da complexa estrutura do



pneumático que não pode ser reproduzida no modelo, não são consideradas nos ensaios realizados neste tipo de equipamento.



3 Cronograma

Um breve cronograma foi apresentado juntamente com a proposta, no início do semestre. Este cronograma é repetido abaixo.

TABELA I - CRONOGRAMA

Atividade	Período
Estudo de Viabilidade	Março / Abril
Projeto Básico	Maio / Junho
Projeto Executivo	Julho / Agosto / Setembro
Planejamento da Produção	Outubro
Planejamento da Utilização	Novembro

No texto abaixo, estas atividades serão definidas mais apropriadamente. Desta forma:

3.1 Estudo de Viabilidade

Nesta fase do projeto, serão analisadas as possíveis soluções para o problema apresentado. Segundo critérios técnicos, e levando-se em conta também a disponibilidade monetária, cada solução será analisada, e ao final desta fase deve-se dispor de uma solução, a princípio, exeqüível.

Por se tratar de um estudo superficial, a possibilidade de que um fator ainda não analisado inviabilize a solução que é resultado desta análise existe, e, neste caso, este estudo deve ser refeito, levando-se em conta este novo fator.



3.2 Projeto Básico

Uma vez escolhida uma solução para o problema, esta solução será estudada mais a fundo durante a fase do Projeto Básico. Ao final dessa fase, espera-se ter uma documentação já bastante acurada do material necessário para a execução do projeto, devidamente especificado. Neste caso específico, será necessário fazer avaliações das condições esperadas de ensaio, parâmetros que deverão ser medidos e/ou controlados durante o ensaio e fatores externos que podem afetar o resultado (e, portanto, que devem ser minimizados). Com isto, ter-se-á uma base suficiente para que possa ter início o Projeto Executivo.

3.3 Projeto Executivo

Durante Projeto Executivo, as informações, especificações e análise efetuadas nas fases anteriores serão utilizadas para que seja possível executar o projeto propriamente dito. Espera-se, durante esta fase, determinar posição de sensores, com bastante precisão e rigor. Através de desenhos, a máquina deverá ser explicitada, possibilitando a sua construção.

3.4 Planejamento da Produção

Na fase de Planejamento da Produção, o foco principal estará voltado para a fabricação de peças que porventura sejam necessárias e para o estudo de medidas de segurança necessárias para a utilização da máquina. No projeto que se inicia, espera-se que, ao final desta fase, já se tenha a máquina totalmente funcional, com todos os componentes instalados. Isto feito, será possível fazer ensaios com o fim de certificar o funcionamento da máquina e a confiabilidade dos dados obtidos.



3.5 Planejamento da Utilização

A última fase deste projeto será o Planejamento da Utilização. Durante esta fase, serão feitas perspectivas de durabilidade da máquina, confeccionados manuais com o objetivo de documentar a maneira correta de utilizar e fazer a manutenção da máquina. Nesta fase também serão levados em consideração os fatores estético e (novamente) de segurança.

3.6 Observações a respeito do Cronograma

Este cronograma, da forma como foi apresentado, será utilizado como forma de auxiliar o projeto, organizando sua evolução, e apenas com este fim. Durante o desenvolvimento do trabalho, ele poderá ser alterado sempre que necessário, sem perdas para o projeto final.



4 Estudo de Viabilidade

4.1 Estabelecimento das necessidades

Uma das formas mais simples de se definir o problema enfrentado neste projeto é a seguinte:

1. Como medir os parâmetros?
2. Como armazenar esses parâmetros?

As respostas para estas perguntas são independentes, e cada uma delas será tratada em um dos tópicos que vêm a seguir.

4.1.1 Aquisição de Dados

A aquisição de dados será feita através de sensores, que, em momento oportuno, deverão ser especificados de acordo com as exigências do projeto e suas limitações financeiras.

4.1.2 Análise de Dados

Para trabalhar com os dados adquiridos, o método mais prático que pode ser utilizado é o de se adaptar uma placa de aquisição de dados a um Computador Pessoal (PC). A placa, por sua vez, receberia os dados provenientes dos sensores e os mandaria para o PC.

4.2 Formulação do Projeto

Estabelecidas as necessidades, é possível partir para questões mais práticas. Como a máquina funcionará, quantos sensores serão necessários, e quais necessidades (não citadas no item anterior) podem ser necessárias para que o objetivo final seja alcançado.



A máquina, tal como foi concebida para ensaio de polímeros, não dispõe dos sensores necessários para ensaio de pneus. De forma superficial, pode-se afirmar que, para alcançar o objetivo final, serão necessários:

1. Sensor de temperatura do pneu;
2. Sensor de temperatura do asfalto
3. Contador de pulsos para a medição da velocidade angular
4. Sensores de carga

Ainda em uma primeira análise, é possível perceber que será necessário utilizar algum dispositivo para fazer o controle da rotação do disco e da temperatura do asfalto, que devem ser constantes durante cada ensaio.

4.3 Síntese de Soluções

A partir da abordagem inicial do problema, feita nos itens anteriores, pode-se concluir que para implementar as modificações necessárias à adaptação da máquina, será preciso:

1. Especificar os componentes citados no item anterior;
2. Detalhar o funcionamento de cada um deles;
3. Adaptar as saídas dos sensores às entradas da placa de aquisição de dados;
4. Especificar um software no qual os dados adquiridos serão manipulados;
5. Determinar de que forma será feito o controle do processo durante os ensaios.



5 Projeto Básico

5.1 Condições de ensaio

5.1.1 Temperatura do asfalto

A temperatura da amostra de asfalto deve ser mantida constante durante a execução do ensaio, e seu valor deve ser de aproximadamente 70 ° C.

5.1.2 Velocidade de rotação

A velocidade de rotação da amostra de asfalto é um parâmetro que poderá variar de um ensaio para outro, ou mesmo durante um ensaio. Para variar tal velocidade, será usado o inversor especificado acima, que por sua vez terá sua saída controlada a partir do software. A instrumentação da máquina deve permitir que a velocidade de rotação assuma qualquer valor entre 0 (zero) e 115 (cento e quinze) rpm.

5.1.3 Cambagem

A máquina deve permitir ajustes de cambagem entre -3 e +3 graus. No entanto, as adaptações necessárias para que este objetivo seja alcançado não serão abordadas neste texto.

5.1.4 Ângulo de divergência

O ângulo de divergência poderá variar entre -10 e +10 graus e, assim como no item anterior, a implementação desta adaptação não será estudada.

5.1.5 Carga aplicada

A massa de pneu estará submetida, durante os ensaios, a cargas verticais que poderão variar de 20 a 400 N, aproximadamente.



5.2 Parâmetros analisados

5.2.1 Temperatura do pneu

Durante todo o ensaio a temperatura do pneu será medida e armazenada em arquivo para análises futuras.

5.2.2 Distância percorrida

A distância percorrida pelo pneu será calculada a partir do tempo decorrido desde o início do ensaio e da velocidade de rotação da amostra de asfalto.

5.2.3 Força de Arrasto

Assim como a temperatura do pneu, a força de arrasto será medida e armazenada em arquivo.

5.3 Esquema da Instalação

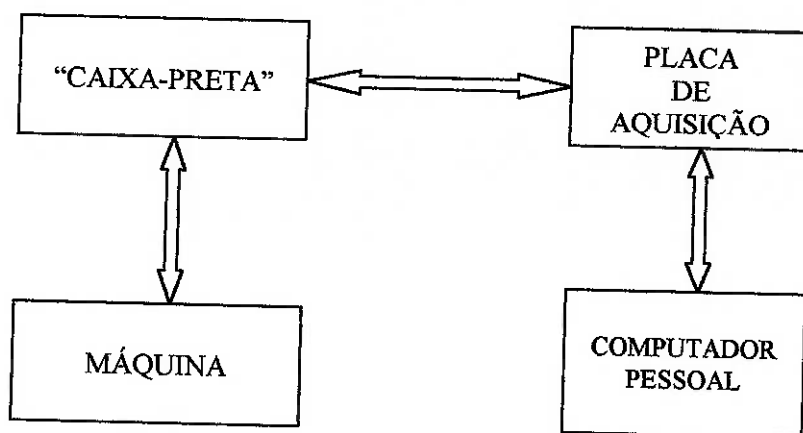


Figura 1 – Esquema da instalação

5.4 Esquema da Máquina

A máquina, tal como deve ser apresentada quando pronta, deverá dispor dos seguintes elementos:

1. Motor
2. Redutor
3. Encoders

4. Massa do pneu
5. Sensores (termopares)
6. Células de carga

Estes elementos podem ser identificados na figura que segue:

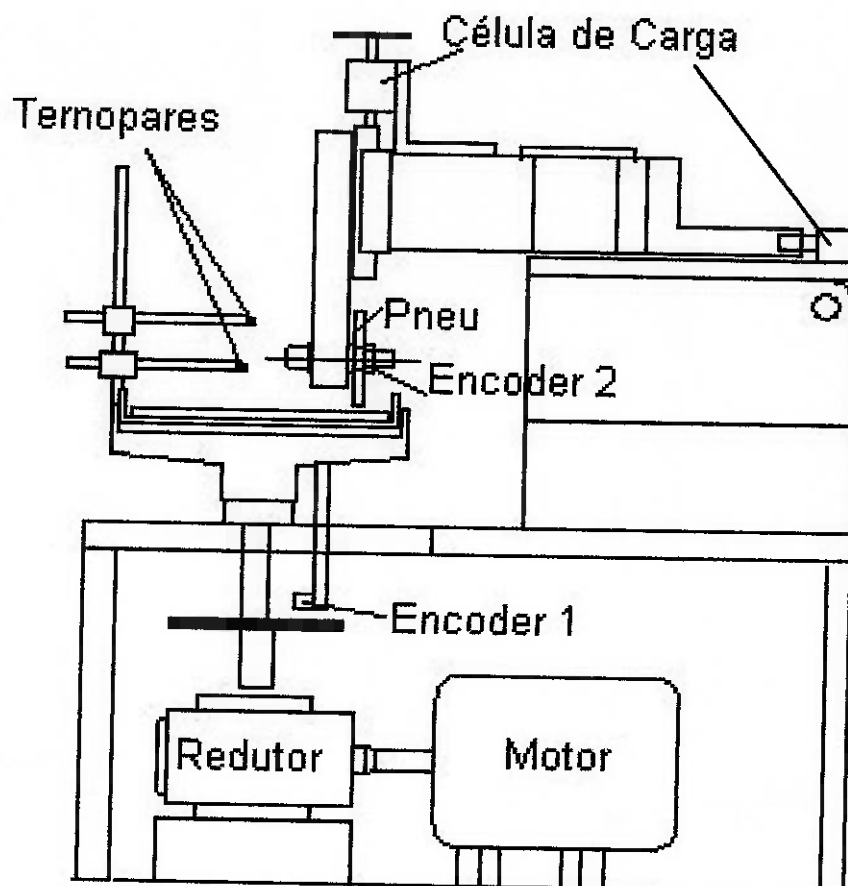


Figura 2 – Esquema da máquina

5.5 Especificações

5.5.1 Sensores de temperatura

Para a medição, que deverá ser feita a todo instante durante os ensaios, da temperatura do asfalto e da massa de pneu ensaiada, serão usados dois sensores, que possuem as seguintes características:



Fabricante: THERMALERT

Modelo: CI1A – Pirômetro Ótico tipo J

Alcance de medição: 0 a 350 ° C

Intervalo de maior precisão: 0 a 115 ° C

Tensão de alimentação: 12 a 24 V

Saída: 10 mV/ ° C (linear)

5.5.2 Inversor

Para o controle da velocidade de rotação da amostra de asfalto, será usado o seguinte aparelho:

Transistor inverter type VFS7-2007P(1).

5.5.3 Células de carga

As células de carga que serão utilizadas na máquina foram especificadas e encomendadas. Uma delas deveria suportar cargas de 0 (zero) até 5 (cinco) kilogramas; a outra, cargas de 0 (zero) até 100 (cem) kilogramas. No entanto, por algum erro no processo, foram entregues duas células iguais, as quais têm as seguintes características:

Fabricante: APPLIED WEIGHING

Modelo: AW440

Material: Alumínio

Capacidade: 0-5 kg

Temperatura máxima de operação: +80 ° C

Temperatura mínima de operação: -30 ° C

Voltagem de operação: 5V (min), 18 V (max)

Voltagem de calibração: 10V



5.5.4 Encoders

Na máquina serão utilizados dois encoders; um para medir a velocidade de rotação da amostra de asfalto e outro para medir a velocidade de rotação da massa de pneu. Estes encoders têm as seguintes características:

Chaves Optoeletrônicas Transmissivas

Fabricante: PHOTONIC

- Valores máximos absolutos:

Emissor:

V_r (tensão reversa):	6 V
I_d (corrente direta):	60 mA

Detetor:

V_{CEO} (tensão coletor-emissor):	30 V
V_{ECO} (tensão emissor-coletor):	6 V
I_C (corrente de coletor):	70 mA
P_D (potência de dissipação):	100 mW

Chave Optoeletrônica:

T_{stg} (temperatura de armazenagem):	-25 a +100 ° C
T_{op} (temperatura de operação):	-20 a + 80 ° C
T_{sd} (temperatura de soldagem ($t=5s$)):	250 ° C

- Características Elétricas:

Emissor:

V_d (tensão direta):	1,5 V (max)
i_R (corrente reversa de fuga):	10 μ A (max)

Detetor:

i_{CEO} (fuga coletor-emissor):	100 η A (max)
-----------------------------------	--------------------



- Características de Chaveamento:

T_r (tempo de subida): $5 \mu s$

T_f (tempo de descida): $5 \mu s$

5.5.5 Placa de aquisição de dados

Para possibilitar a aquisição de dados por parte do microcomputador, a ele foi adaptada uma placa de aquisição de dados, descrita a seguir:

Fabricante: NATIONAL INSTRUMENTS

Modelo: PCI-6110

Temperatura de operação: 0 a 45 °C

Temperatura de armazenagem: -20 a 70 °C

Tensão de alimentação: $5 \pm 5\%$ V (DC)

- Entradas Analógicas (4):

Resolução: 12 bits

Voltagem: variável, podendo ser ajustadas para trabalhar nos seguintes intervalos (AC/DC) : ± 50 V, ± 20 V, ± 10 V, ± 5 V, ± 2 V, ± 1 V, ± 500 mV e ± 200 mV.

- Saídas Analógicas (2):

Resolução: 16 bits

Voltagem (DC): ± 10 V

- Entradas e Saídas Digitais (Digital I/O):

8 (oito) canais compatíveis com TTL e CMOS

Voltagens:

Input low: 0.0 V (min) 0.8 V (max)

Input high: 2.0 V (min) 5.0 V (max)



Output low: 0.4 V (max)

Output high: 4.35 V (min)

A placa dispõe ainda de 2 contadores up/down de 24 bits cada um (compatíveis com TTL e CMOS), e “triggers” (gatilhos) digital e analógico (resolução de 8 bits).

5.5.6 Microcomputador

O Microcomputador utilizado é um PC comum, preparado para funcionar em ambiente Windows™.

5.5.7 Aquecedor

Para aquecer a amostra de asfalto, será utilizado um aquecedor de potência 2500 W, que deve ser alimentado com uma tensão de 220 V.

Este aquecedor será acionado por um relé; o acionamento se dará sempre que o relé for submetido a uma tensão de pelo menos 24 V, sendo válida a condição contrária para o desligamento do aquecedor.

5.5.8 Software para a análise de dados

Para a análise dos dados obtidos, será utilizado um software compatível com o sistema operacional do PC disponível no laboratório. O programa escolhido é especificado abaixo:

- **LabVIEW™ 5.01** – Graphical Programming for Instrumentation

National Instruments - © Copyright 1998. Todos os direitos reservados.

Este programa é compatível com o sistema operacional Windows™ e será utilizado também, a princípio, para fazer o controle da velocidade de rotação do disco e



da temperatura do asfalto que, como visto anteriormente, devem permanecer constantes durante o ensaio.

5.6 Controle externo

5.6.1 Controle mecânico da temperatura do asfalto

Por medida de segurança, deverá ser implementado um controle mecânico para o acionamento/desligamento do aquecedor. Desta forma, mesmo que haja algum problema de travamento do microcomputador, “deadlock” ou falha na lógica das rotinas executadas pelo software o aquecedor se desligará automaticamente, evitando danos ao equipamento e preservando a integridade dos operadores e das instalações.

5.7 Implementação

5.7.1 Rotinas de execução

Para controlar o funcionamento da máquina, será preciso implementar rotinas, que abaixo serão descritas.

5.7.1.1 Rotina de Inicialização

Esta rotina terá seu início assim que a máquina for ligada. Seu objetivo é acionar o aquecedor e aguardar até que a amostra de asfalto atinja a temperatura necessária para o início do ensaio. A única entrada necessária para a execução desta rotina será a temperatura do asfalto, e a sua saída será o estado do aquecedor. A condição de manutenção do “loop” será a comparação entre a temperatura atual do asfalto e a temperatura desejada.

Em síntese, esta rotina manterá o aquecedor ligado enquanto ($T_{\text{asfalto}} < T_{\text{desejada}}$).



5.7.1.2 Rotina de execução

Uma vez executada com sucesso a rotina de inicialização, terá início a rotina de execução, ou seja, o ensaio propriamente dito. Esta rotina deverá ser executada até que a máquina seja desligada.

5.7.1.2.1 Entradas desejáveis

As entradas desejáveis para esta rotina serão:

1. Temperatura atual do pneu;
2. Temperatura atual do asfalto;
3. Leitura do encoder adaptado ao eixo de rotação da amostra de asfalto;
4. Leitura do encoder adaptado ao eixo de rotação da massa de pneu;
5. Leitura das células de carga;
6. Estado do botão liga/desliga (condição para a manutenção do "loop").

Além destes dados, será preciso saber ainda o valor das seguintes constantes:

1. Número de dentes da roda dentada adaptada ao eixo de rotação da amostra de asfalto (para cálculo da velocidade angular);
2. Número de dentes da roda dentada adaptada ao eixo de rotação da massa de pneu;
3. Distância entre o ponto de contato da massa de pneu com a amostra de asfalto e o centro de rotação desta última (raio de rotação).

5.7.1.2.2 Saídas desejáveis

As saídas desta rotina serão:

1. Controle do estado do aquecedor;
2. Controle da velocidade de rotação da amostra de asfalto;
3. Diagramas para a visualização dos valores das entradas;



4. Arquivo onde, terminado o ensaio, estarão armazenados os dados obtidos durante o ensaio, em função do tempo.

5.7.1.3 Sub-rotina #1 – Aquecedor

O estado do aquecedor é uma condição que precisa ser controlada em ambas as rotinas descritas acima. Por este motivo, é preciso dar a esta variável um tratamento especial. No programa LabView, este problema se resolve pela criação de uma variável global.

Esta sub-rotina representa apenas o estado da variável global “heater” (aquecedor); ou seja, ela apenas recebe a informação disponibilizada pelas demais rotinas sobre o estado da variável e a armazena, permitindo que esta informação seja lida ou alterada sempre que necessário.

5.7.1.4 Sub-rotina #2 – Temperatura do asfalto

A temperatura do asfalto, assim como foi visto no item anterior, também é uma informação necessária em mais de uma rotina; por este motivo, é preciso implementar esta sub-rotina.

5.7.1.5 Sub-rotina #3 – Tratamento de dados

Esta sub-rotina foi criada com o fim de controlar o estado do aquecedor; ela lê o valor atual da variável global “Temperatura do asfalto”, compara com os valores máximo e mínimo para a temperatura do asfalto e, dependendo desta comparação, liga ou desliga o aquecedor.

Esta sub-rotina é executada em todos os ciclos de cada uma das rotinas (inicialização e execução).



5.7.1.6 Observações a respeito das rotinas de execução

Estas rotinas, por não estarem ainda implementadas por completo, podem, no futuro, exigir a criação de novas sub-rotinas não citadas neste texto. A adição de novas sub-rotinas será feita à medida que isso se fizer necessário.

5.7.2 “Caixa-Preta”

A “caixa-preta”, mostrada anteriormente no esquema da instalação, tem o objetivo básico de servir como uma interface entre os sensores, relés e inversores que serão instalados na máquina e a placa de aquisição de dados. Nesta “caixa-preta”, deverão estar presentes:

1. Saída para alimentação dos sensores de temperatura;
2. Entradas para receber informações dos sensores de temperatura;
3. Saídas para transmitir valores recebidos dos sensores para a placa de aquisição;
4. Saída amplificada para controle do relé de acionamento do aquecedor;
5. Saída para alimentação dos encoders;
6. Entrada para receber informações dos encoders;
7. Correção das informações fornecidas pelos encoders;
8. Saídas para transmitir valores recebidos dos encoders para a placa de aquisição;
9. Entrada para receber a tensão de saída do inversor;
10. Saída controlada para o motor;
11. Saída para alimentação das células de carga;
12. Entrada para receber informações das células de carga;
13. Saídas para transmitir valores recebidos das células de carga para a placa de aquisição.



5.7.3 Controlador PID

5.7.3.1 O que é um PID?

Um PID é, basicamente, um Controlador Proporcional-Integral-Derivativo.

Controladores são sistemas implementados com o fim de reduzir a necessidade de se manter um operador constantemente supervisionando o funcionamento de uma determinada máquina ou dispositivo. Por exemplo, pode-se chamar de controlador um termostato que, associado a um aparelho de ar-condicionado, mantém a temperatura de um ambiente sempre dentro do intervalo desejado, ou seja, sempre em uma vizinhança de um ponto considerado ideal.

5.7.3.1.1 Banda proporcional

Em um controlador puramente proporcional, a saída do controlador seria proporcional ao erro, ou seja, à distância entre o valor medido e o valor considerado ótimo. Neste caso, aumentar o ganho do controlador pode fazer com que o sistema torne-se instável.

5.7.3.1.2 Integral

Integrando-se no tempo a entrada, o que é feito em um controlador proporcional-integral, tem-se que a saída do controlador passe a considerar não só o erro, mas também o tempo durante o qual este erro foi observado.

Esta integração, em geral, causa um atraso na fase.

5.7.3.1.3 Derivativo

Em um controlador proporcional-integral-derivativo, além dos fatores explicitados nos itens anteriores, também é levada em conta a taxa de variação do valor medido. A adição do fator derivativo também causa um avanço na fase, compensando o atraso causado pela integração.



5.7.3.2 PID aplicado ao controle da velocidade

Nos itens anteriores, foi feita uma breve introdução a respeito dos controladores PID. Isto foi feito pois, durante o projeto básico, foi notada a necessidade do uso de tal elemento com o fim de manter constante a velocidade de rotação da amostra de asfalto.

Em outras palavras, mesmo que a carga aplicada à massa de pneu varie, o sistema se encarregará de corrigir a tensão aplicada ao motor e, conseqüentemente, manter a velocidade de rotação na vizinhança do ponto ótimo. Este controlador será implementado durante o Projeto Executivo.



6 Alterações para o Segundo Semestre

Durante a fase de implementação, alguns problemas foram detectados, o que tornou necessárias alterações no projeto.

Os primeiros problemas foram detectados no processo de aquisição de dados. Uma interferência - que não teve sua origem detectada com certeza, mas que provavelmente foi causada pela fonte de alimentação dos sensores - adicionou ao sinal proveniente dos sensores um ruído da mesma magnitude do próprio sinal, inviabilizando assim todo o processo.

Para solucionar este problema, resolveu-se por adquirir módulos que atuassem como interface entre o computador e os sensores, tratando os sinais provenientes dos sensores e endereçados a eles. Estes módulos serão apropriadamente especificados durante o Projeto Executivo.

Outro problema detectado foi um erro na contagem de pulsos (que tinha como objetivo o cálculo das velocidades envolvidas no processo). Em ensaios preliminares, se observou uma incompatibilidade entre a forma de processamento do software (que bloqueava a contagem de pulsos enquanto realizava as rotinas) e a lógica utilizada (que contava os pulsos dentro das próprias rotinas, em tempo real). Para que esta incompatibilidade não ocorra mais, a lógica utilizada para o cálculo das velocidades precisou ser alterada. Este assunto será abordado com maior profundidade no próximo capítulo.

Por fim, durante um ensaio, uma das amostras de asfalto disponíveis foi inutilizada por excesso de aquecimento. Para evitar que isso volte a acontecer, o aquecedor (cujo funcionamento como foi descrito anteriormente) não será mais utilizado; em seu lugar será usada uma lâmpada de raios infra-vermelhos, que aquecerá



a amostra de asfalto a partir de sua superfície. Esta lâmpada também será especificada oportunamente, assim como seu posicionamento junto à máquina e seu funcionamento.

Também por este motivo, o controle do aquecedor não será mais realizado nas rotinas implementadas no software *LabView™*.

A respeito destas rotinas, houve uma mudança de paradigma quanto à sua programação, e decidiu-se por abolir o uso de sub-rotinas e variáveis globais, a fim de se controlar mais rigorosamente o fluxo de dados dentro de cada procedimento, o que é vital neste tipo de linguagem. Da forma como era feito anteriormente, erros ocorriam devido à falta de linearidade do fluxo.



7 Projeto Executivo

7.1 Implementação das Rotinas no Software LabView

7.1.1 Documentação do Programa

7.1.1.1 Painel Frontal



Parâmetros da Máquina:

Camagem

0.00

Ângulo de Divergência

0.00

P

0.00

D

0.00

I

0.00

Número de Dentes / Volta (Asfalto)

30.0 40.0 60.0 70.0

0.00

Número de Dentes / Volta (Pneu)

20.0 30.0 40.0

0.00

Raio de Rotação (Asfalto) (m)

0.000 0.100 0.200

0.00

Raio de Rotação (Pneu) (m)

0.000 0.050 0.100

0.00

Temperatura desejada (°C)

100.0 75.0 50.0 25.0 0.0

0.00

Velocidade Desejada (m/s)

1.0 1.5 2.0 2.5

0.00

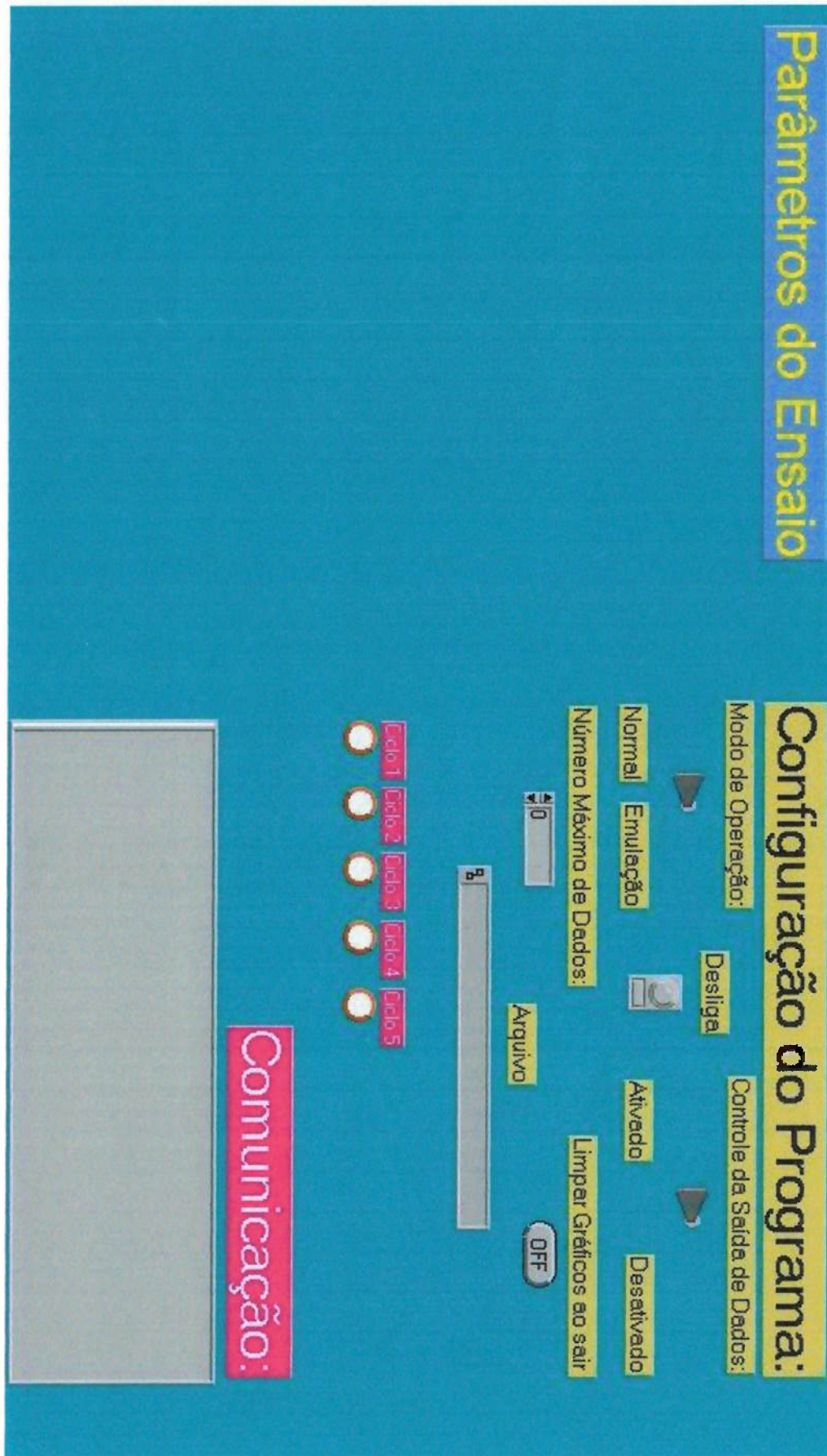
Limite Superior (Saída) (V)

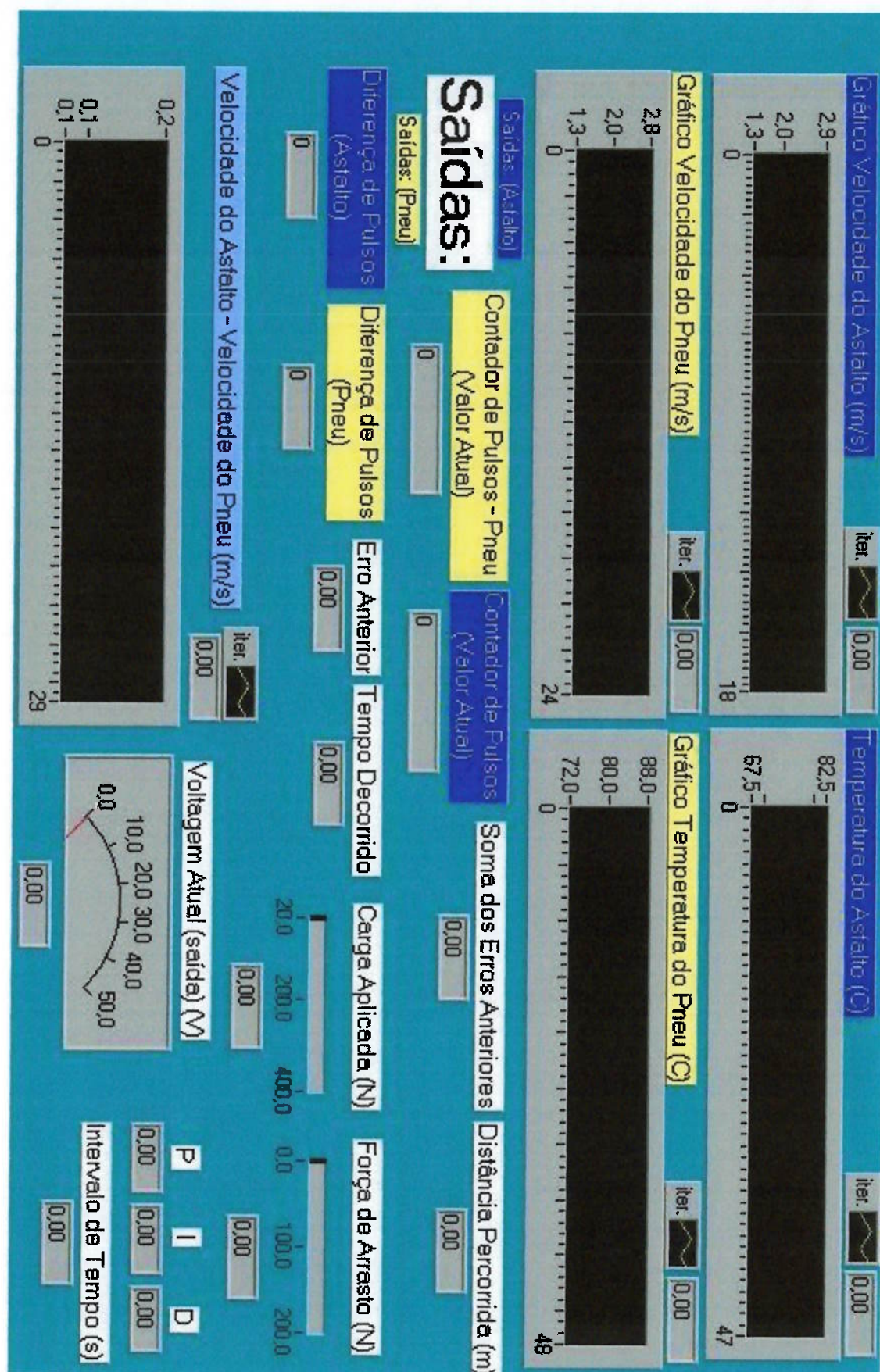
0.00

Limite Inferior (Saída) (V)

0.00

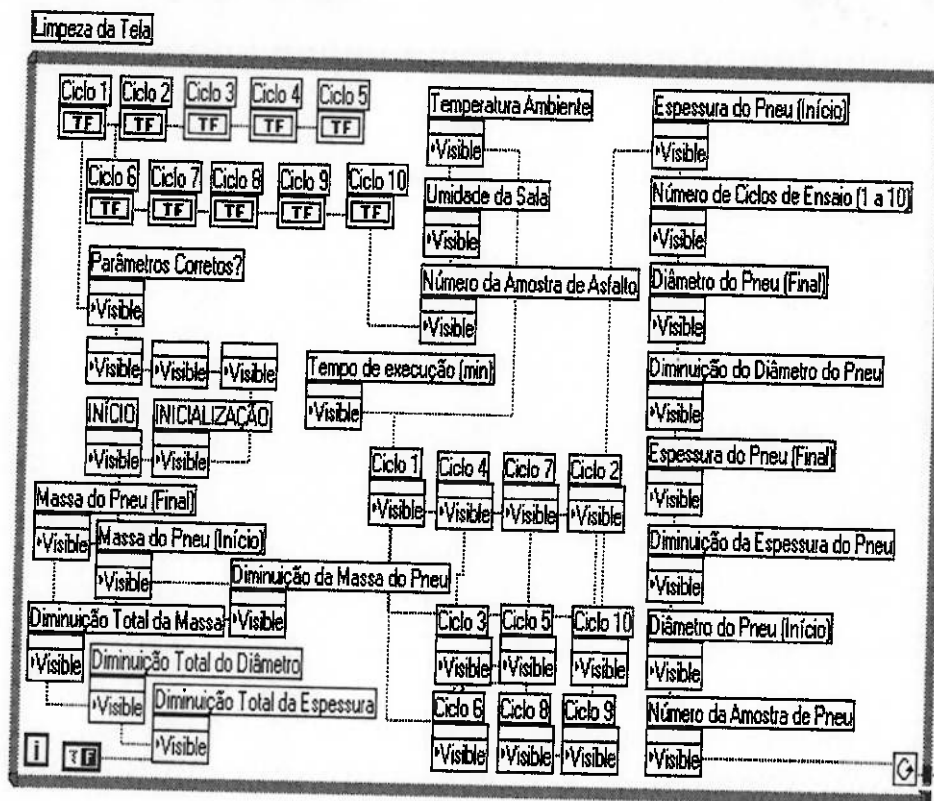
Parâmetros





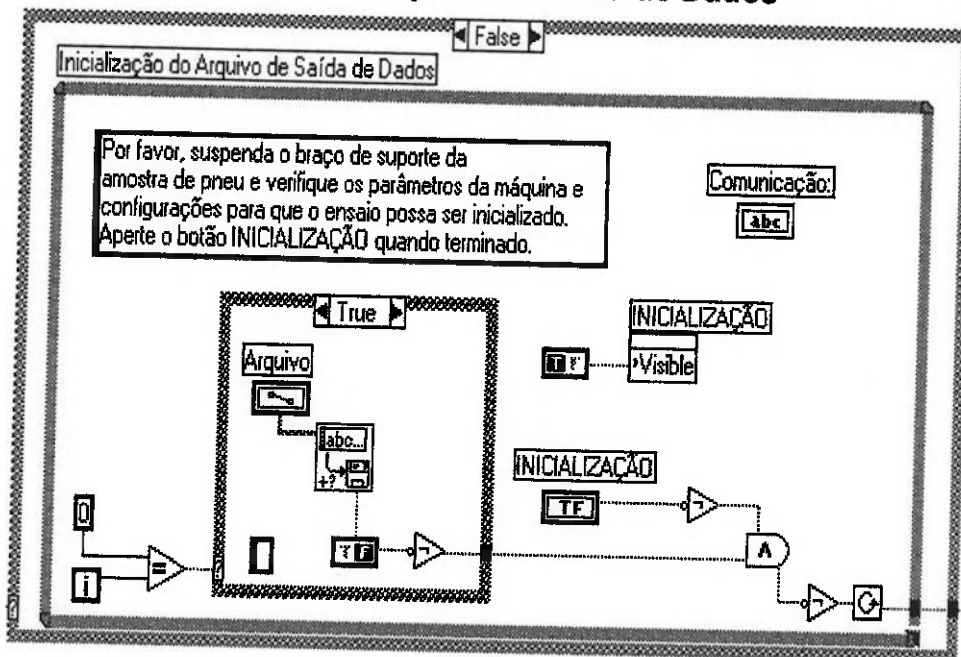


7.1.1.2 Limpeza da tela



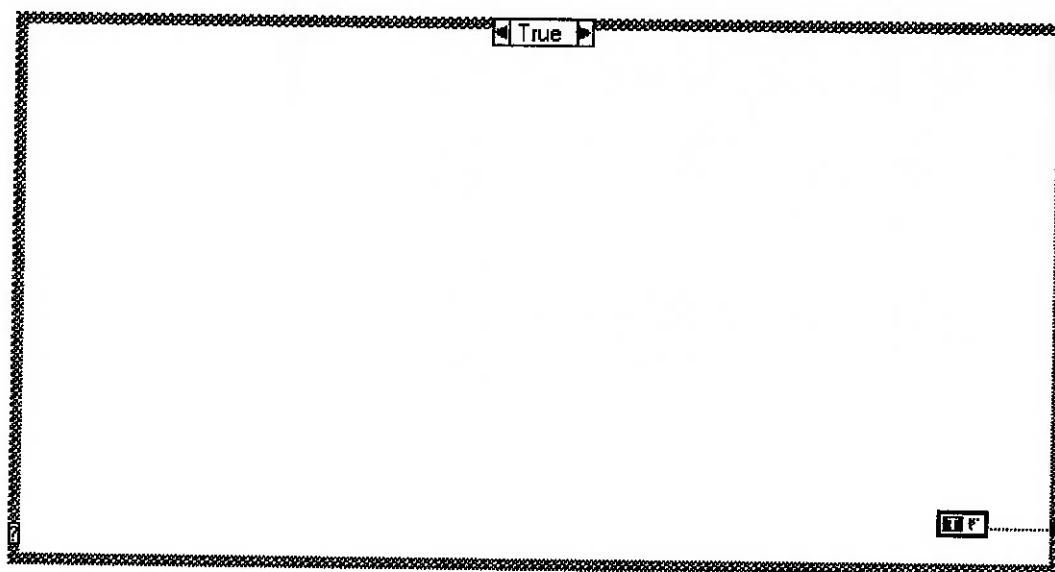
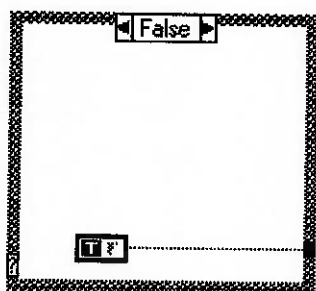
Esta é o primeiro *loop* executado pelo programa, e seu objetivo é limpar a tela, deixando invisíveis todos os botões que não são permanentes.

7.1.1.3 Inicialização do Arquivo de Saída de Dados



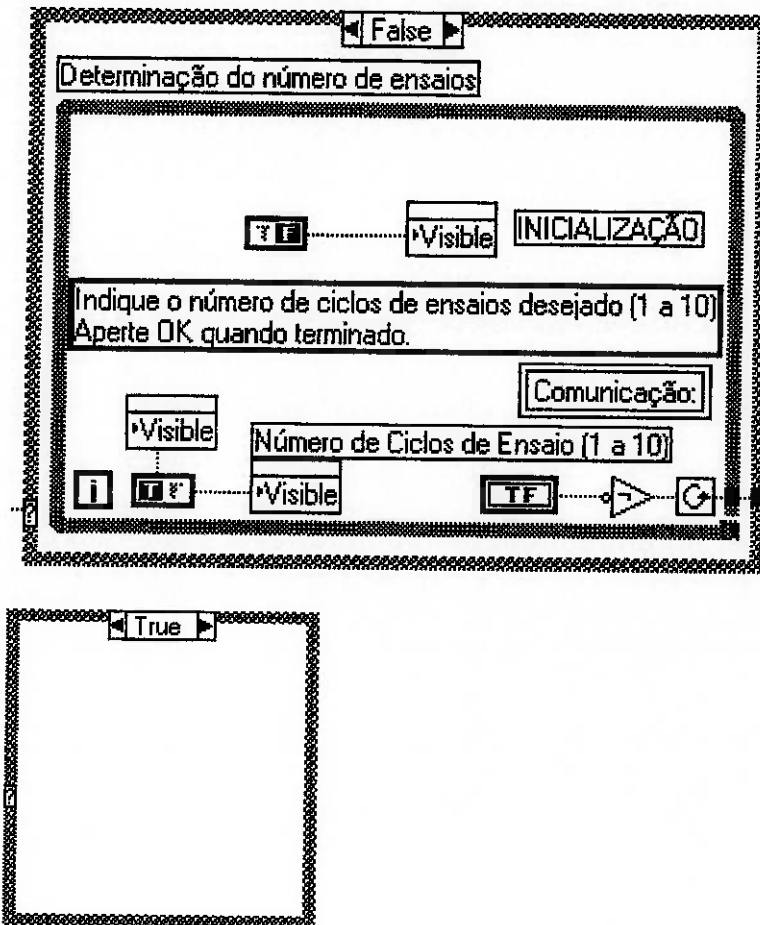


O caso acima ocorre quando o primeiro *loop* foi concluído com sucesso. Neste caso, o arquivo onde serão armazenados os dados referentes ao ensaio é criado. É feita a verificação de ciclo do *loop*, para evitar que o arquivo seja criado mais de uma vez. Se o *loop* anterior não for concluído como esperado, nada é feito, como pode ser observado na ultima imagem deste item.





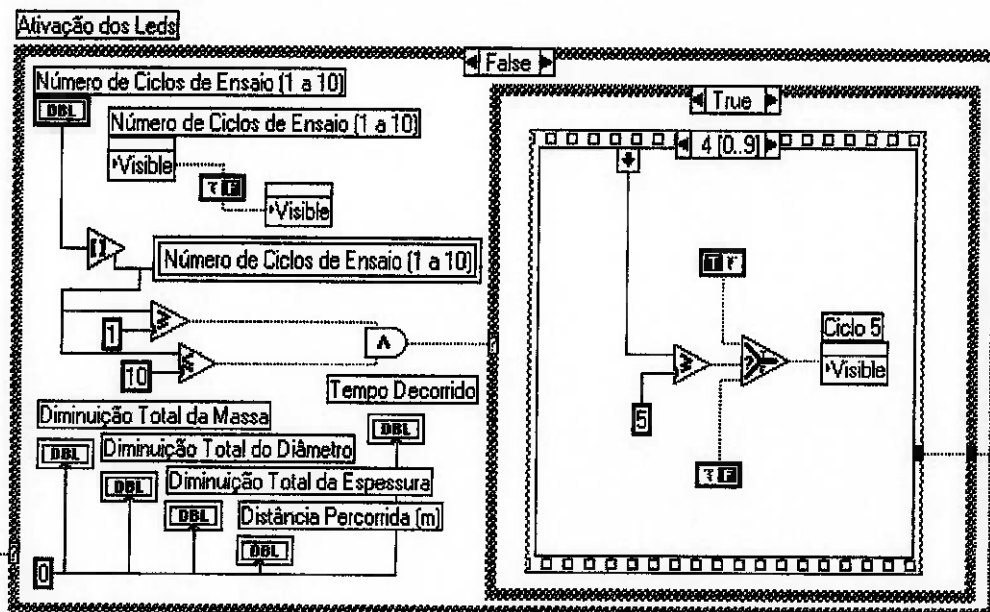
7.1.1.4 Determinação do Número de Ensaios



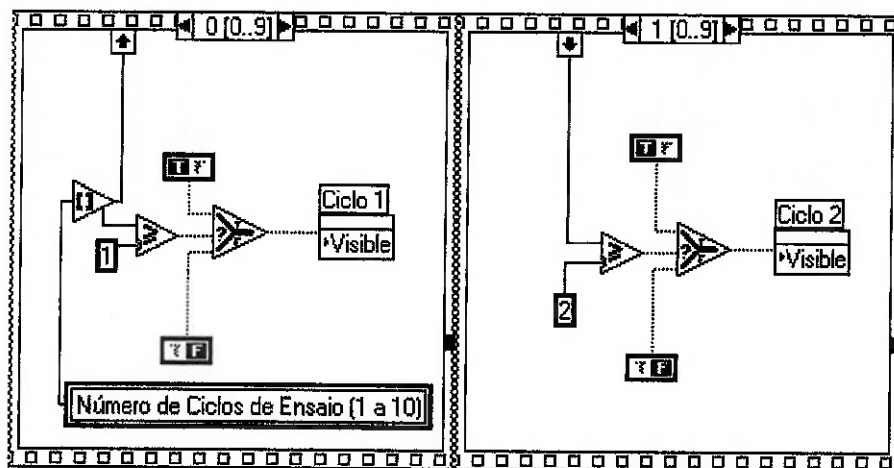
Neste *loop*, surge na tela um dial para que o número de ciclos a serem realizados seja realizado. Caso o *loop* anterior não tenha sido o esperado, a imagem de baixo mostra que nada é feito.

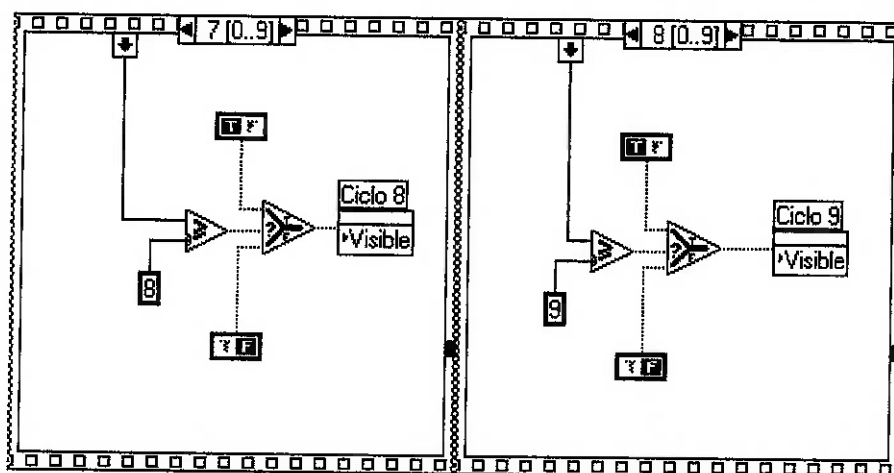
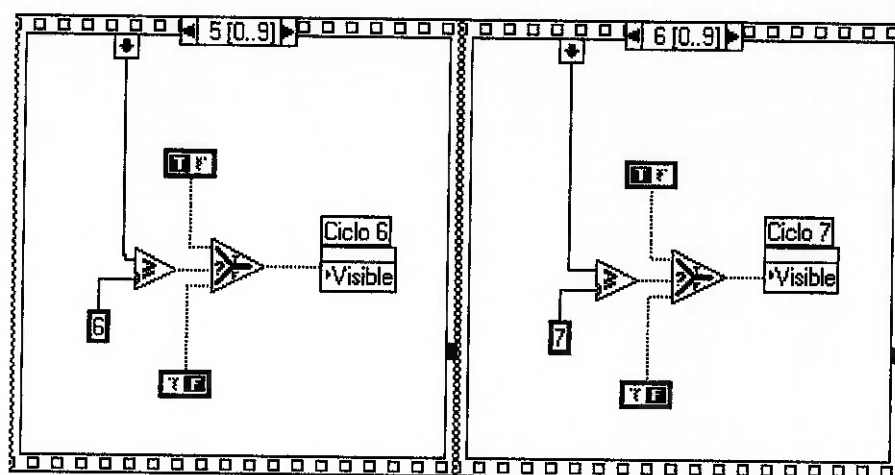
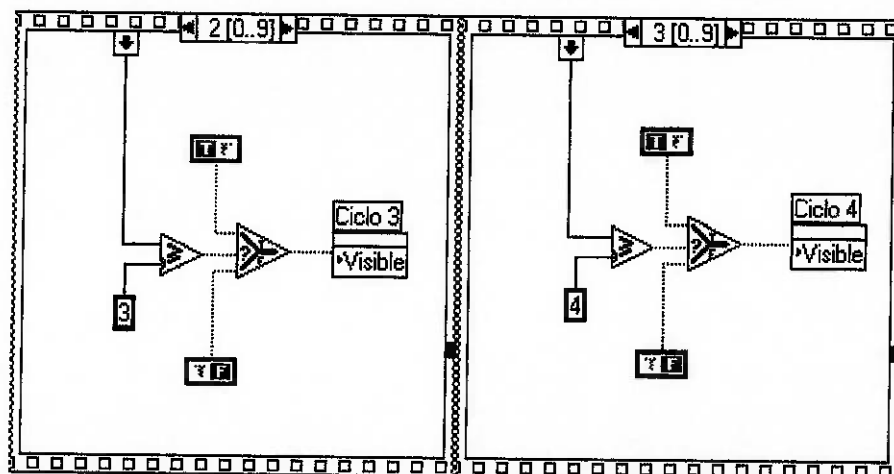


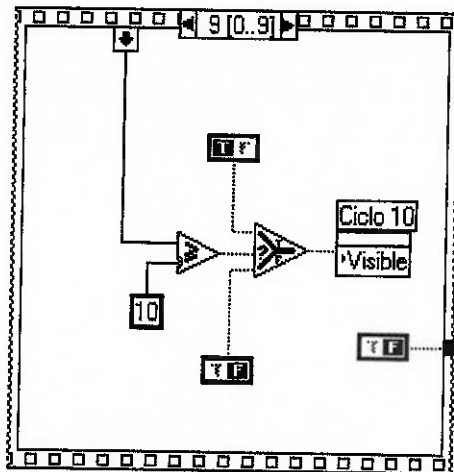
7.1.1.5 Ativação dos Leds



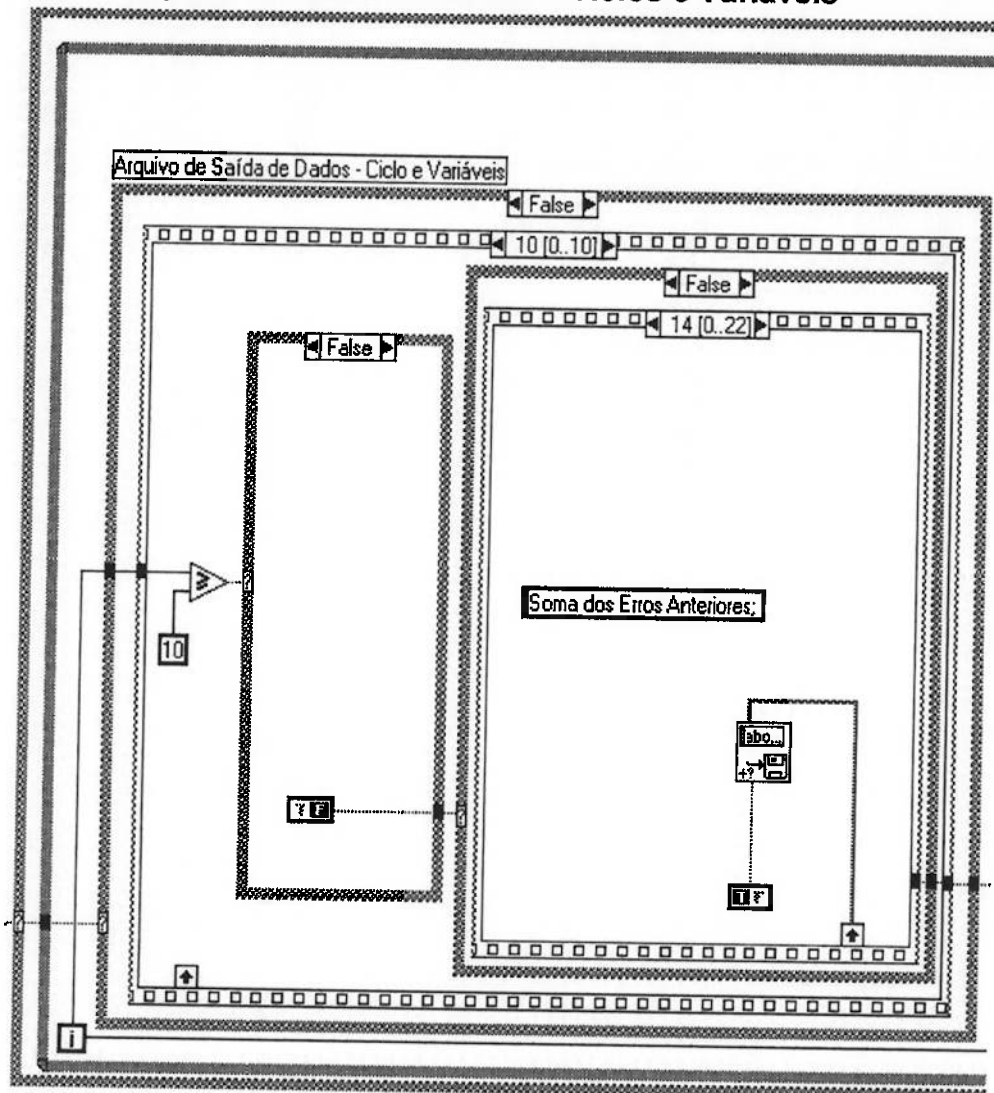
Neste *loop*, são ativados os leds referentes aos ciclos que serão realizados. Se a saída do ciclo anterior não for a esperada, nada é feito. Nas imagens abaixo, pode-se observar o que acontece em todos os *frames* da sequência.





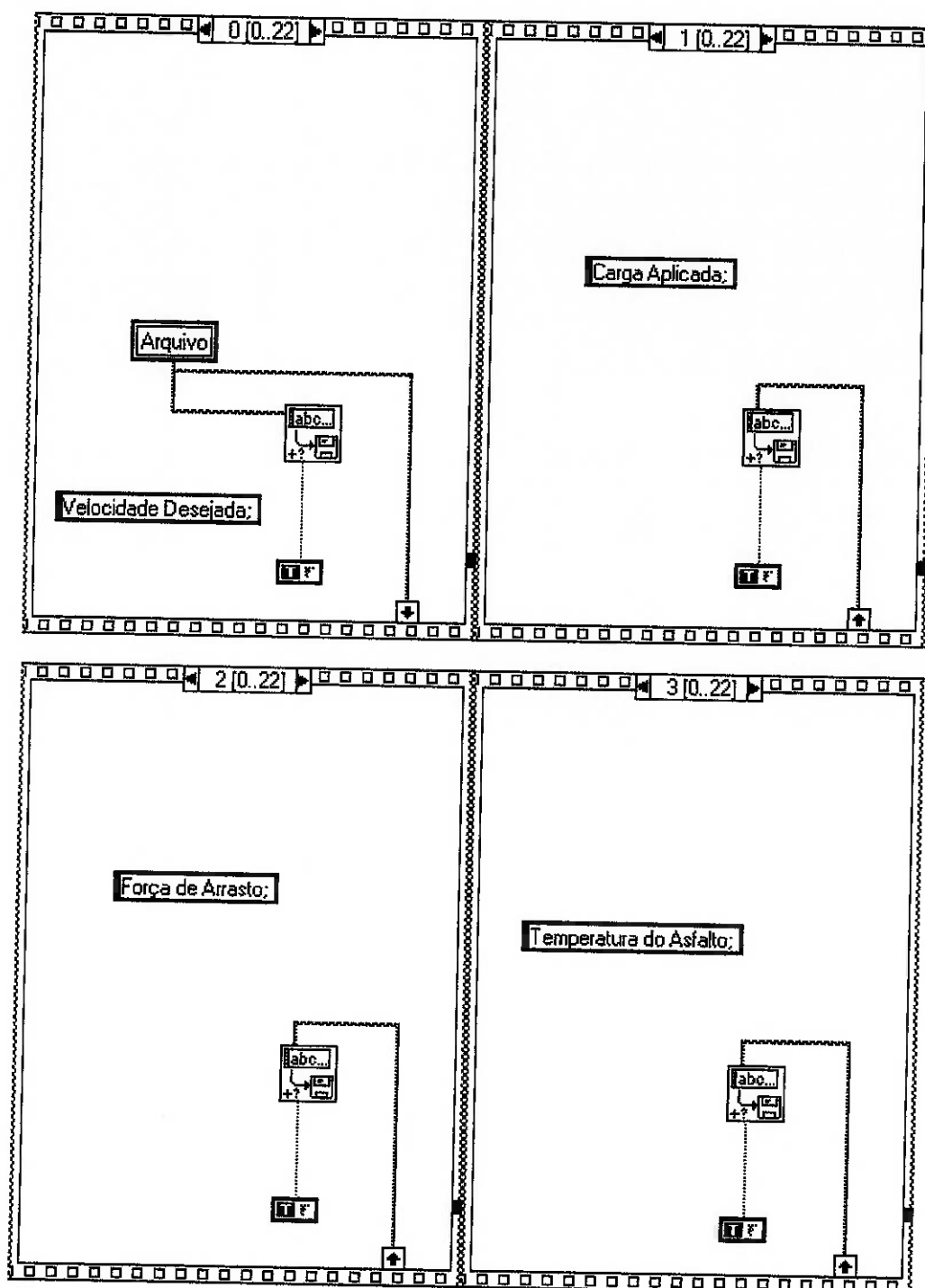


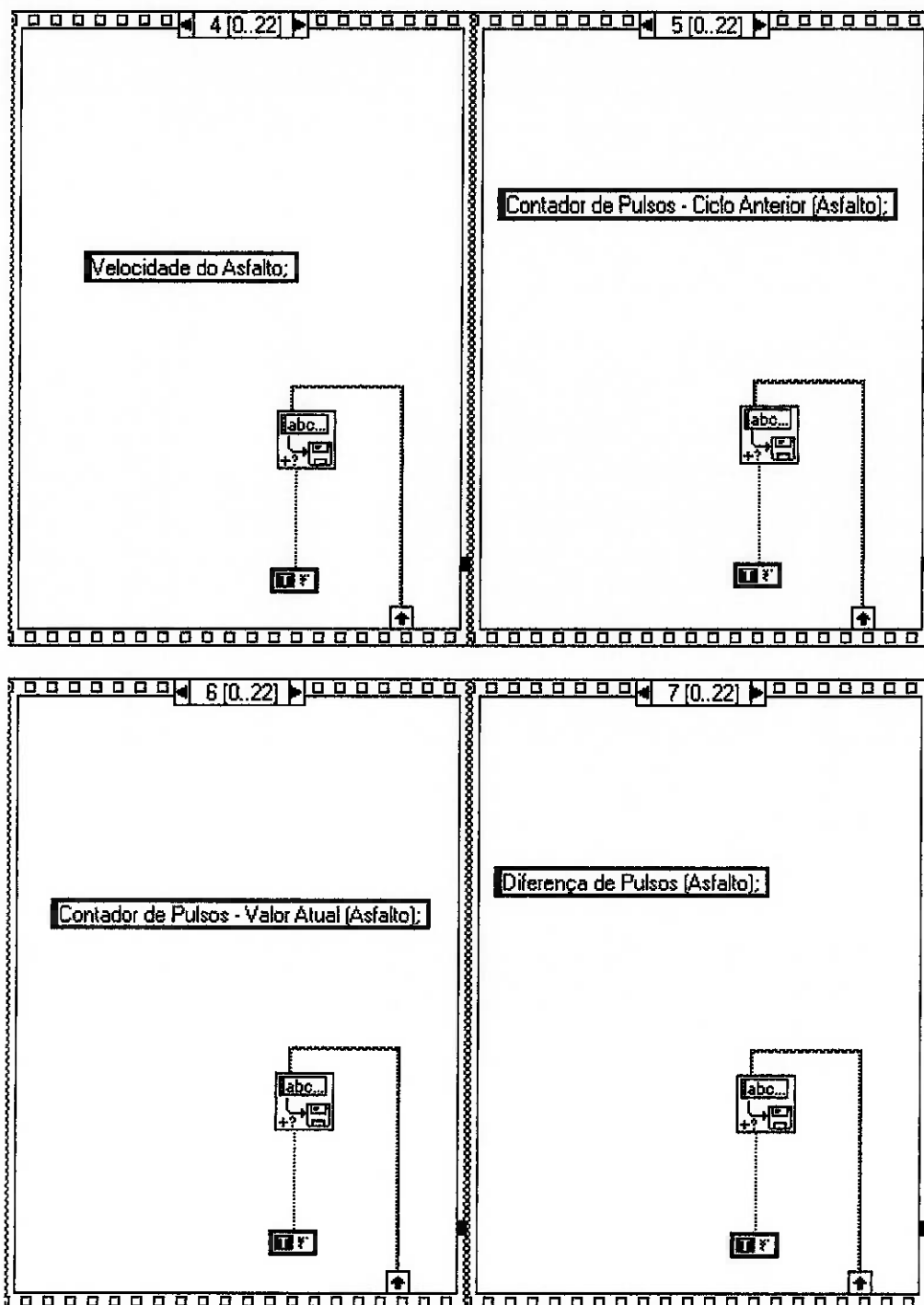
7.1.1.6 Arquivo de Saída de Dados – Ciclos e Variáveis

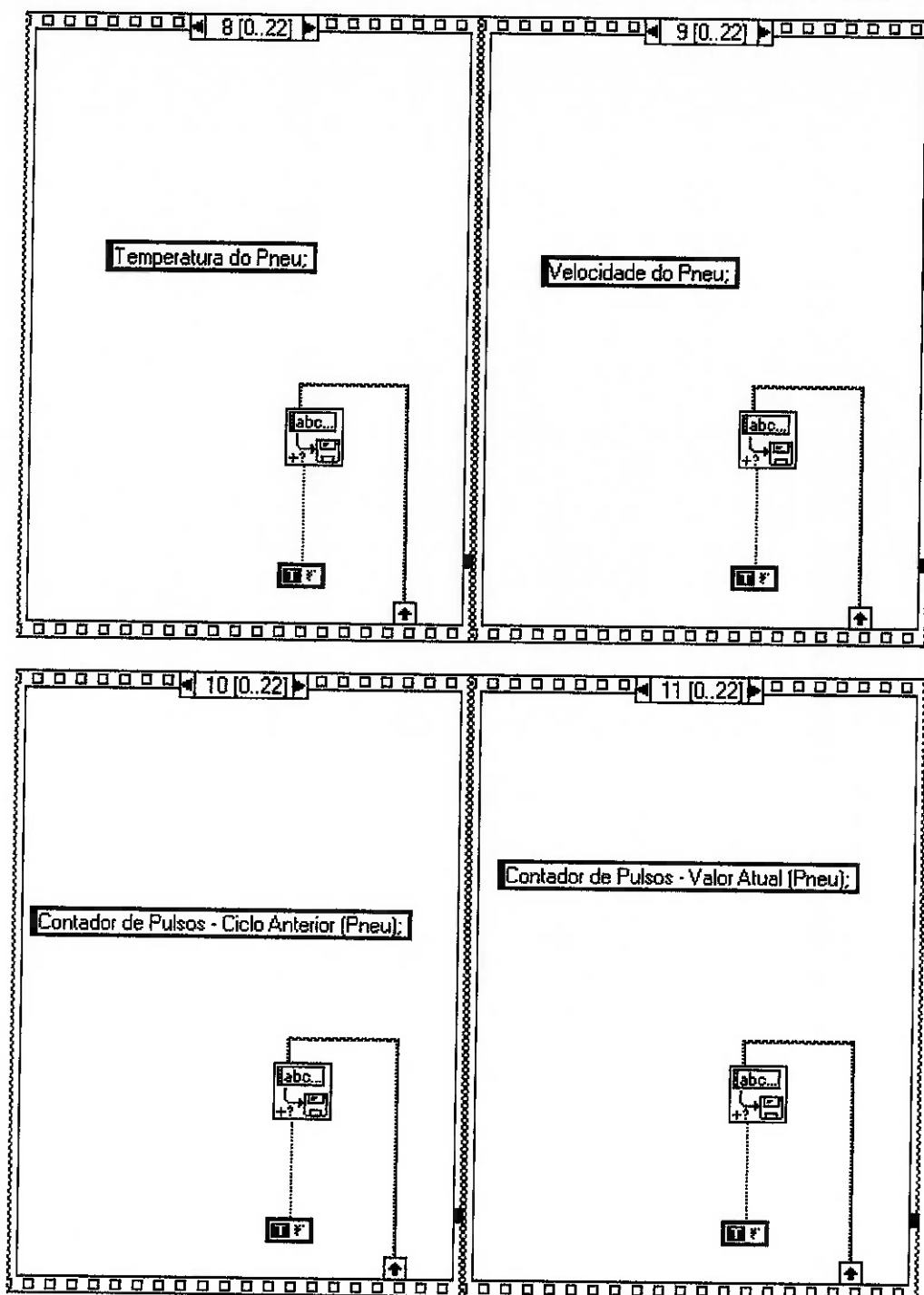


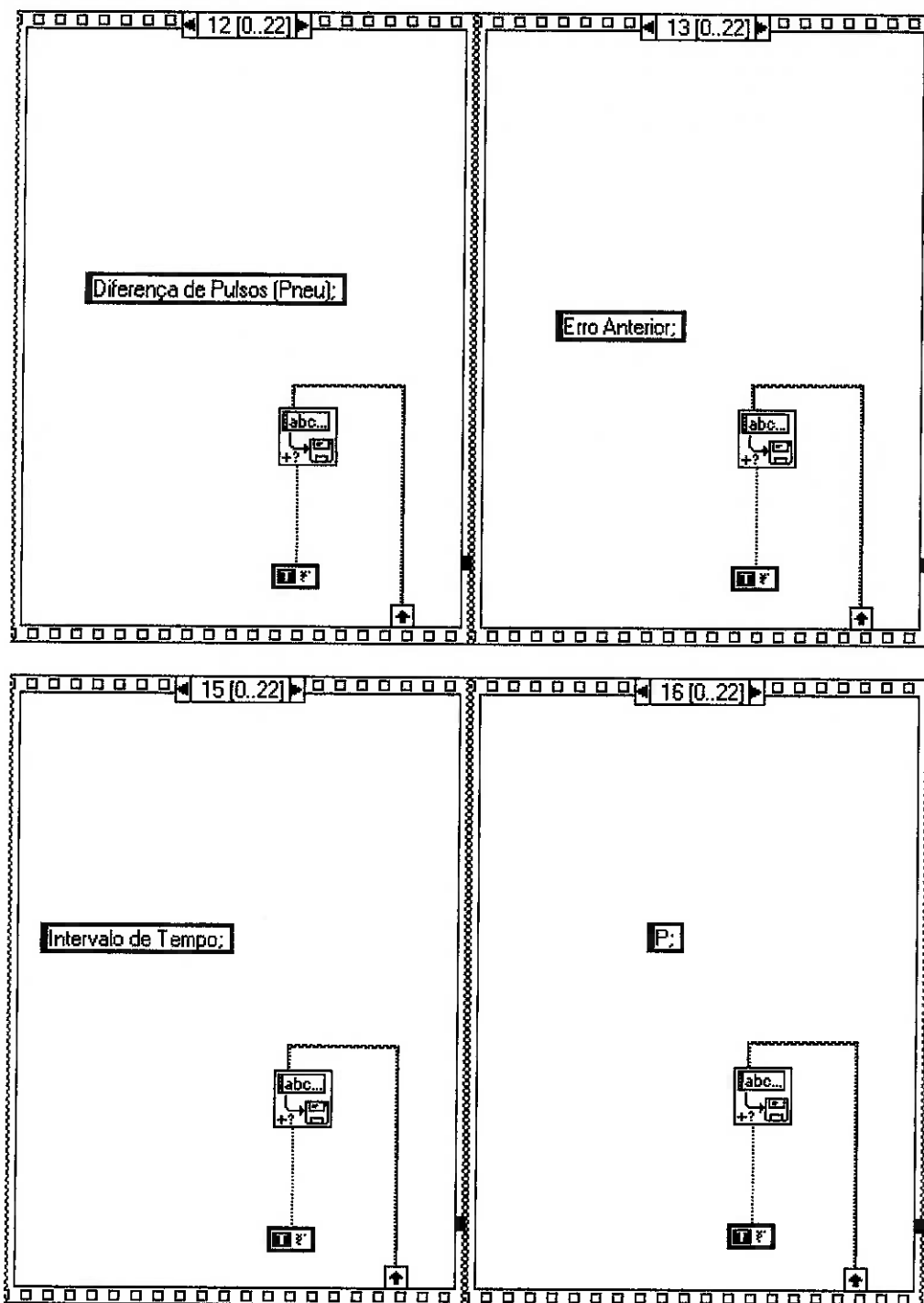


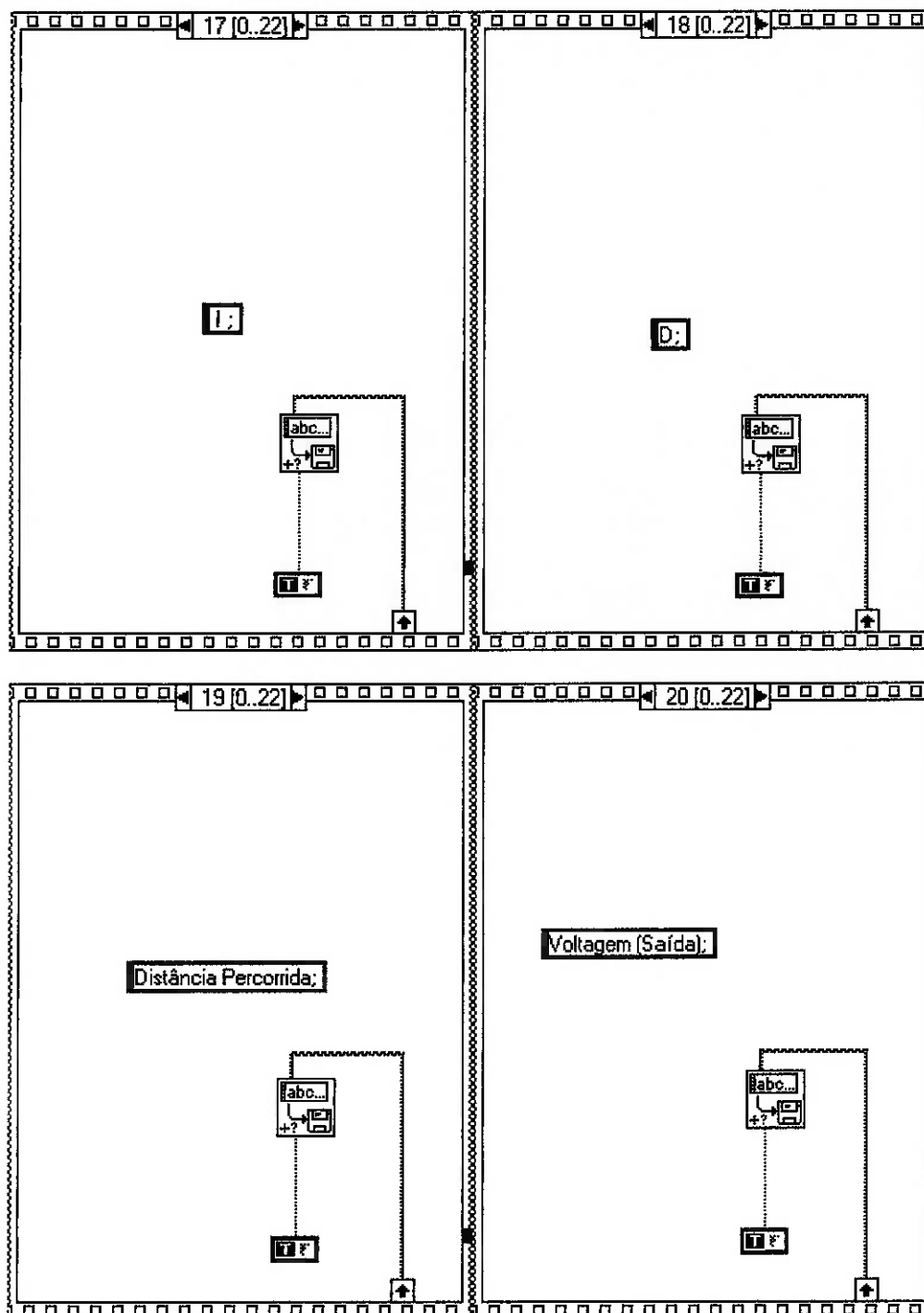
Esta parte do programa verifica qual ciclo está sendo executado, imprime o valor correspondente a este ciclo no arquivo de saída de dados e imprime o cabeçalho do mesmo. Nas imagens abaixo, são mostrados os outros *frames* que são executados na sequência acima.

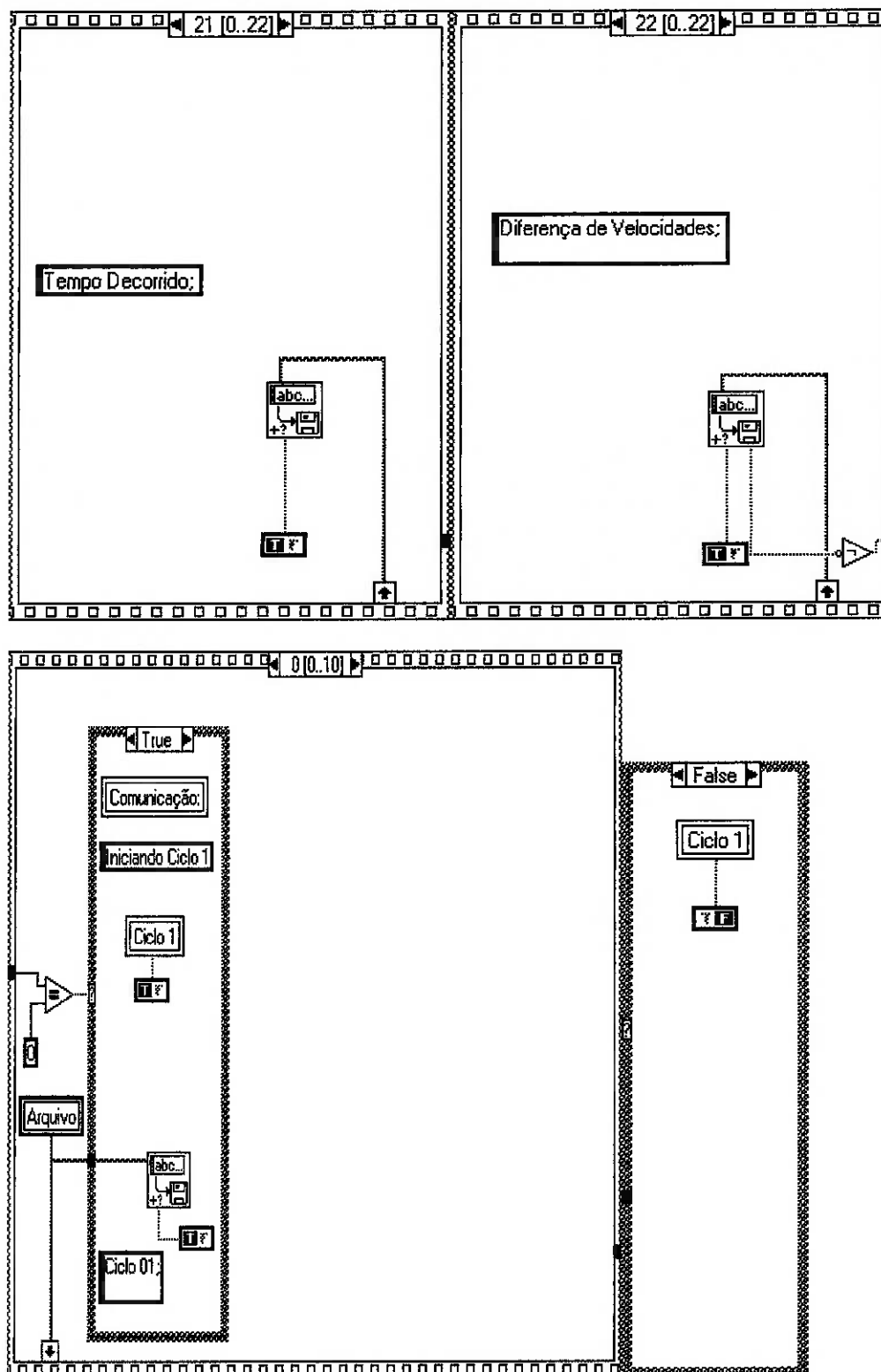


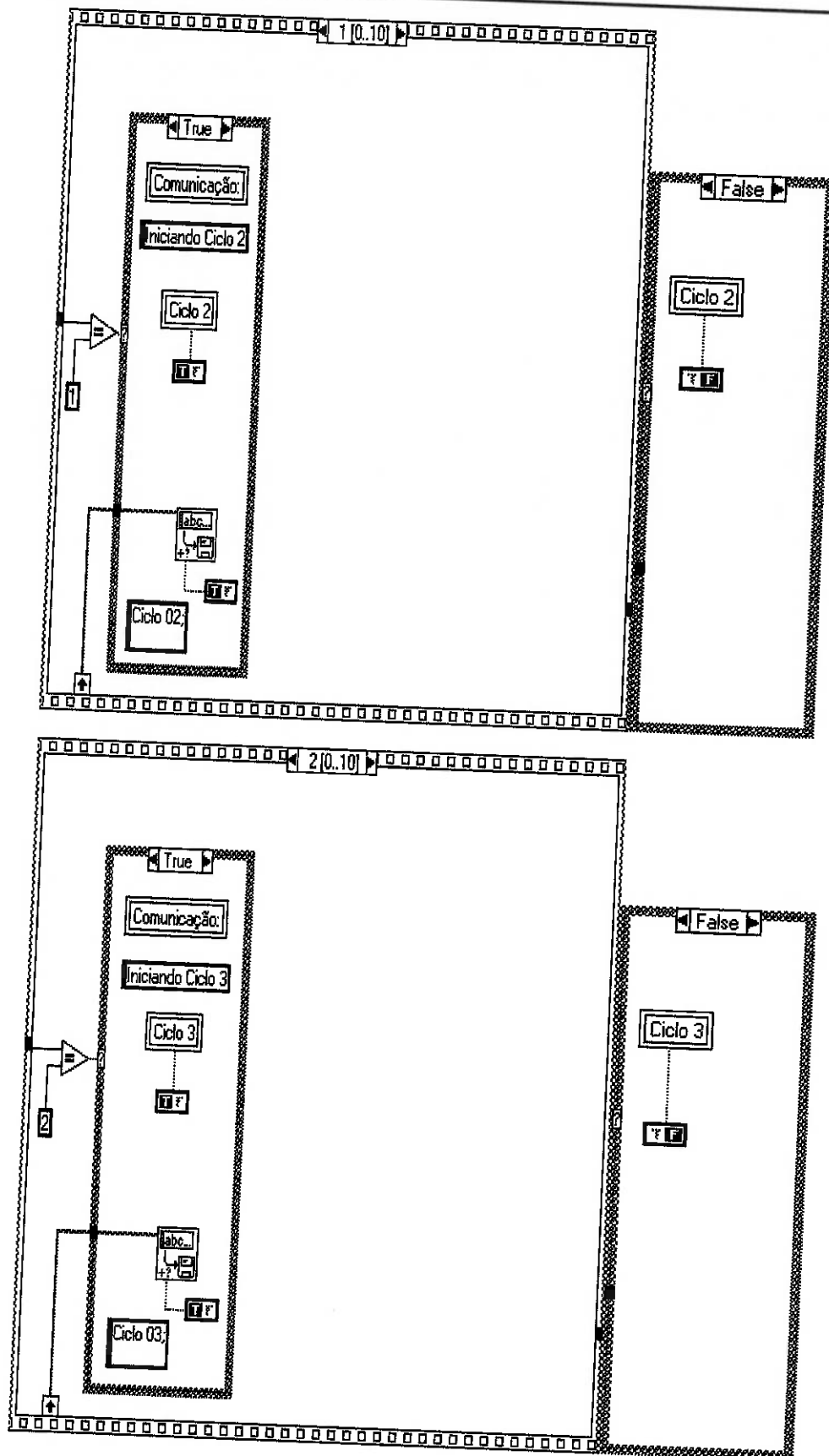


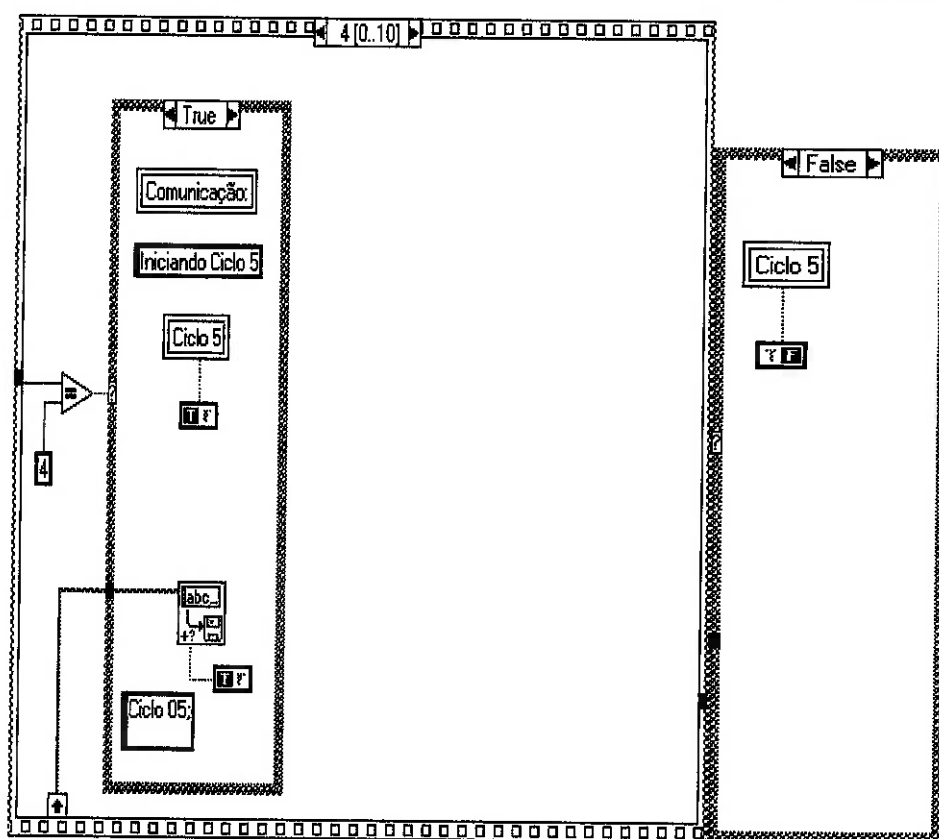
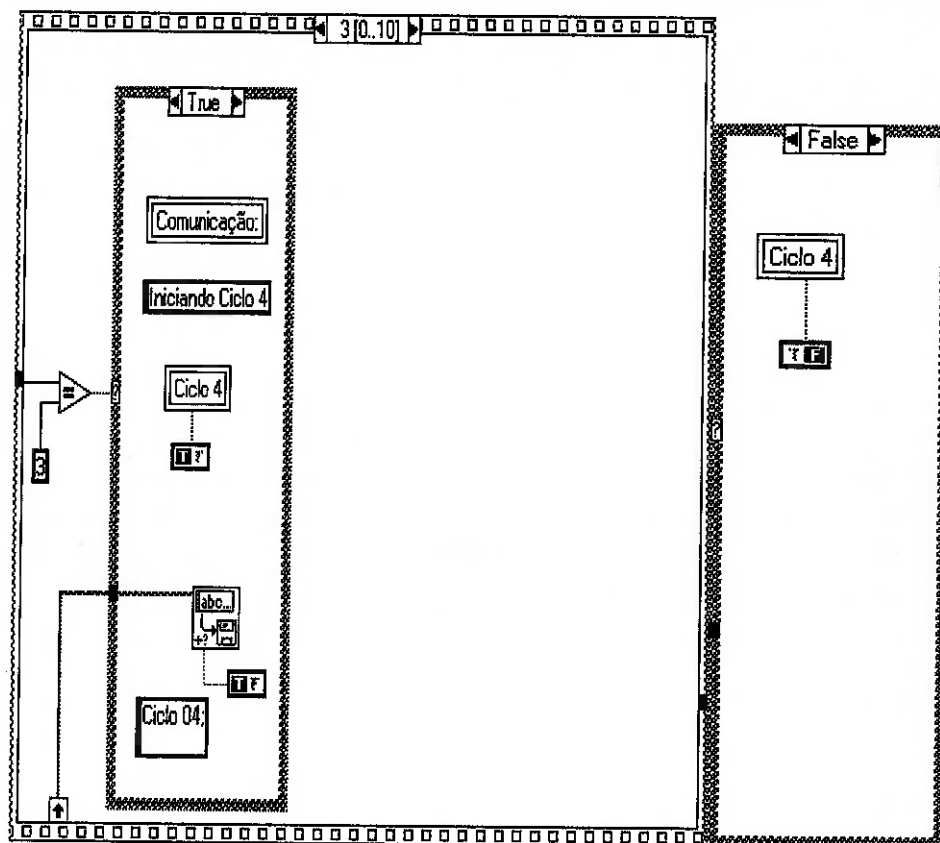


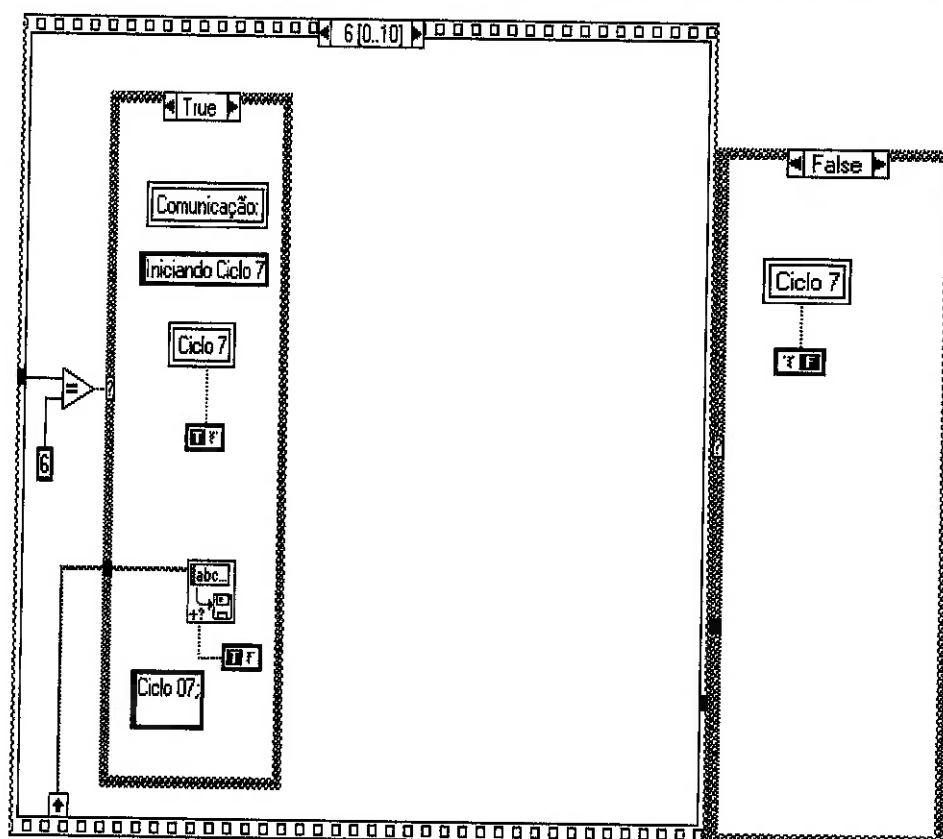
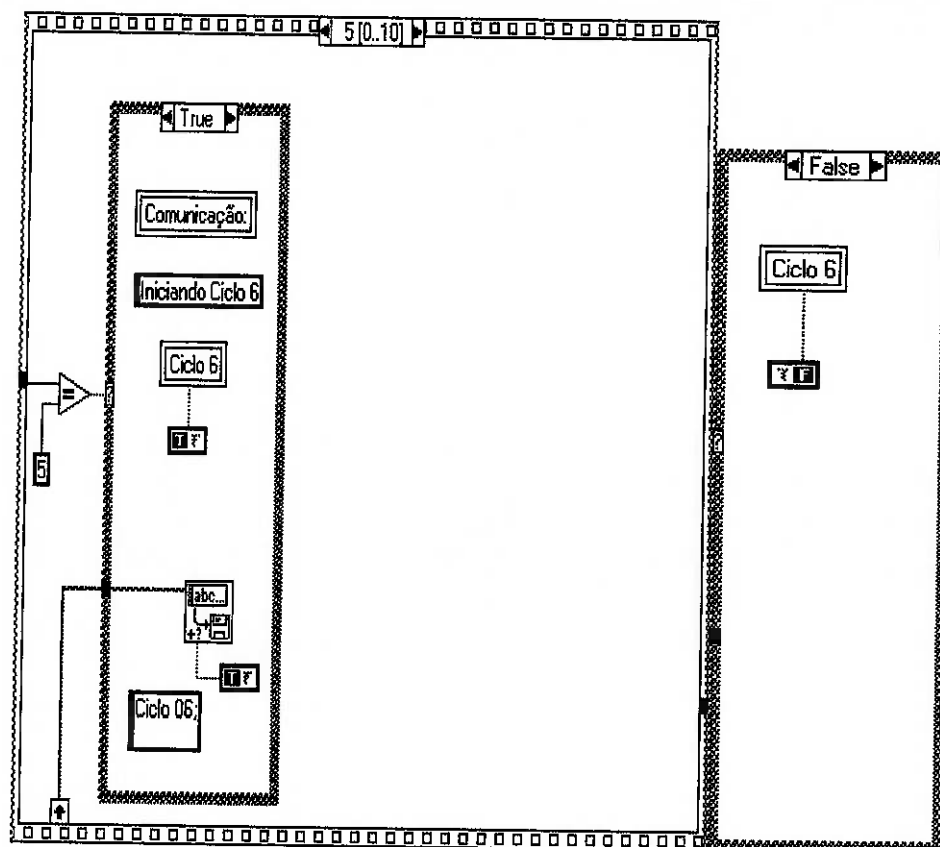


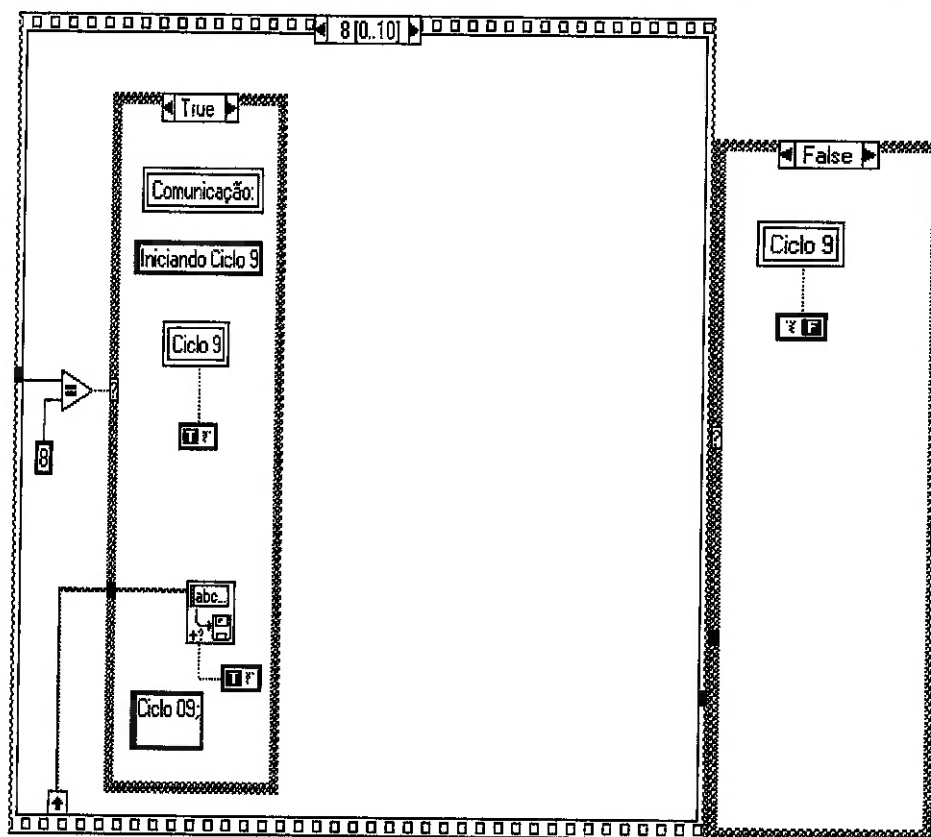
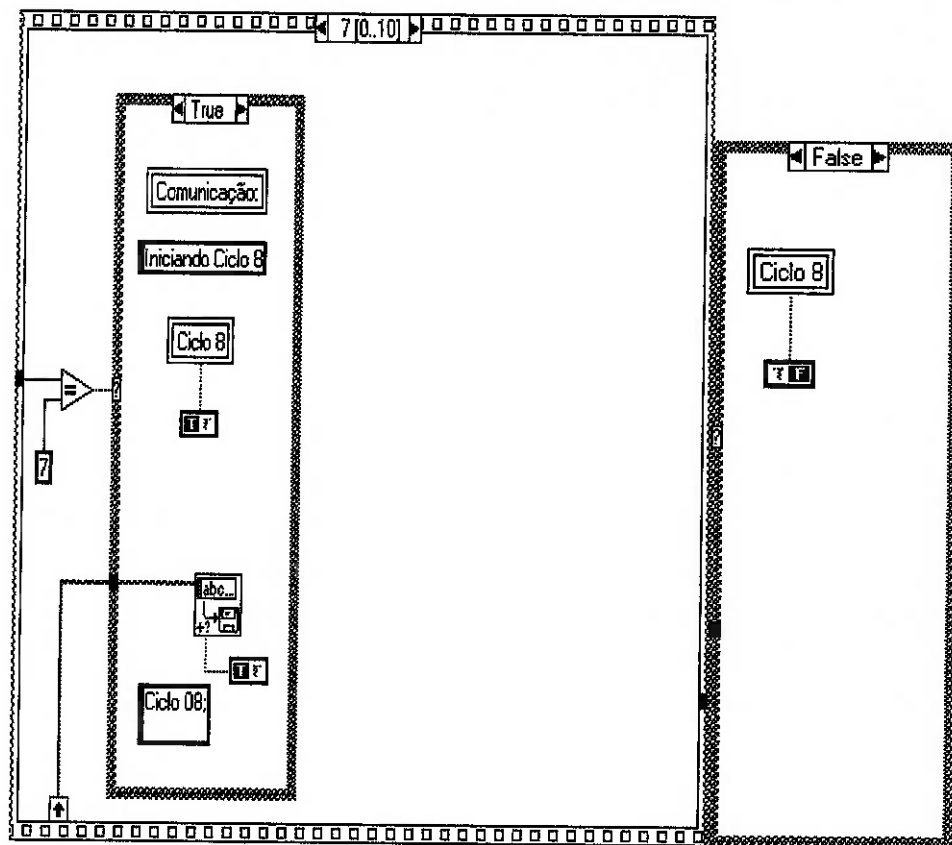


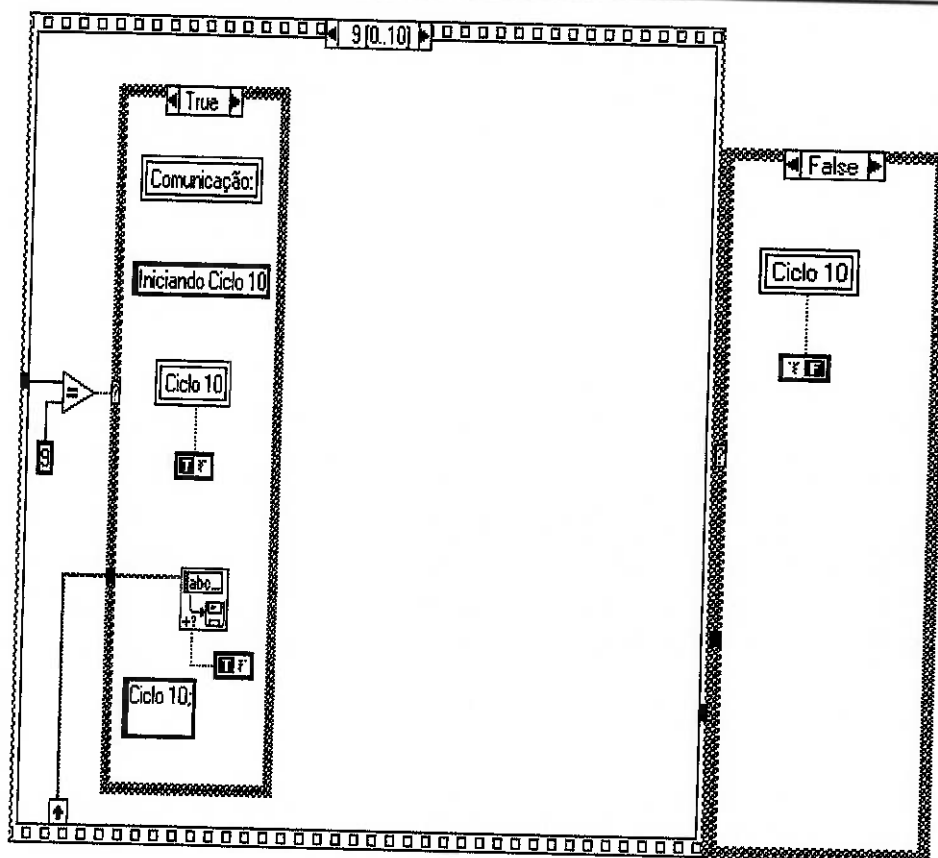






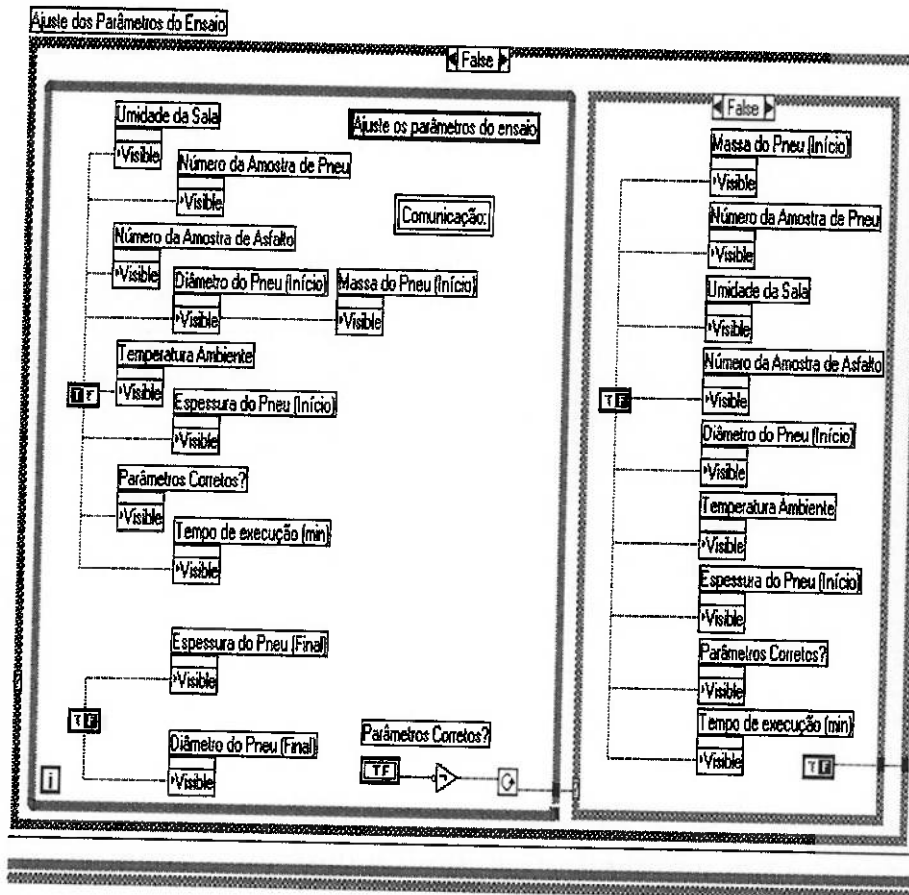








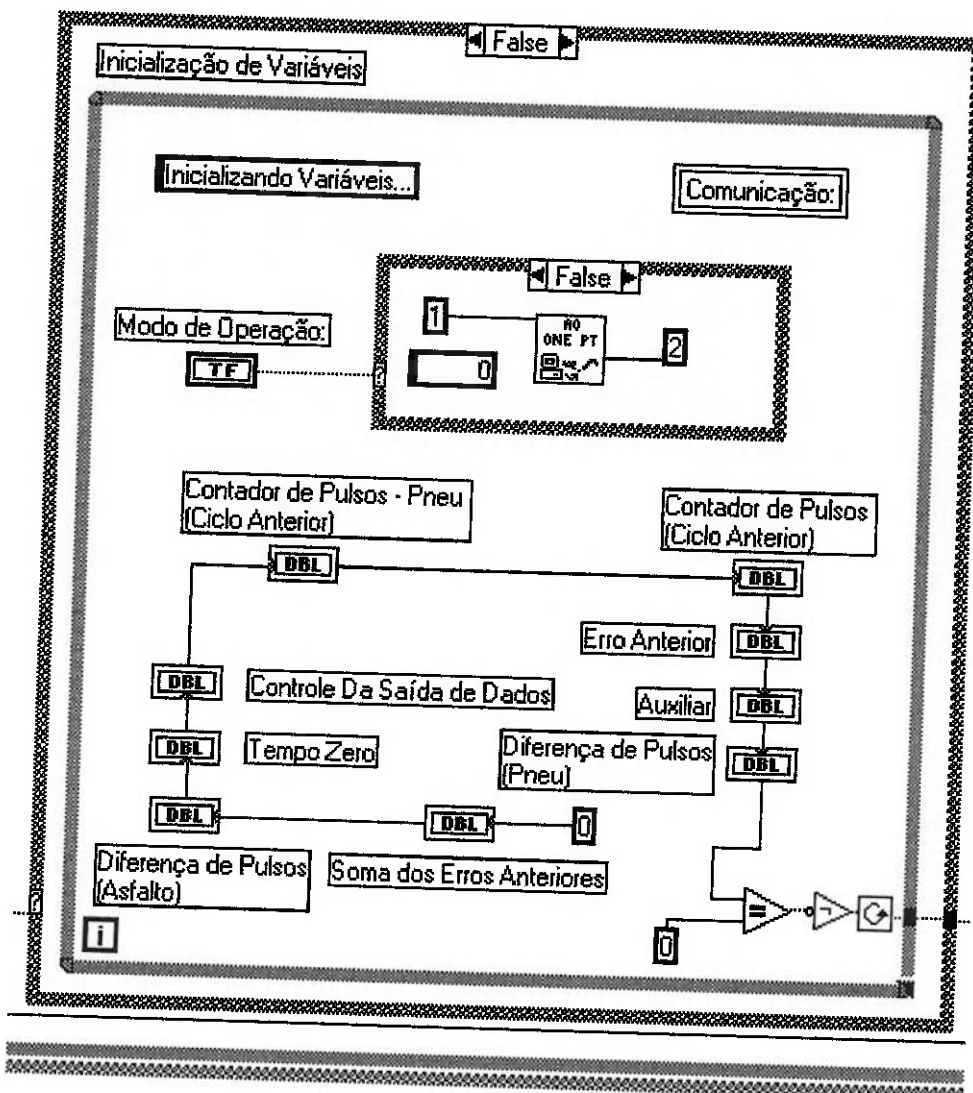
7.1.1.7 Ajuste dos Parâmetros do Ensaio



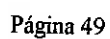
Neste trecho do programa, os botões referentes às variáveis de início de operação são mostrados, para que o usuário possa indicar o seu valor.

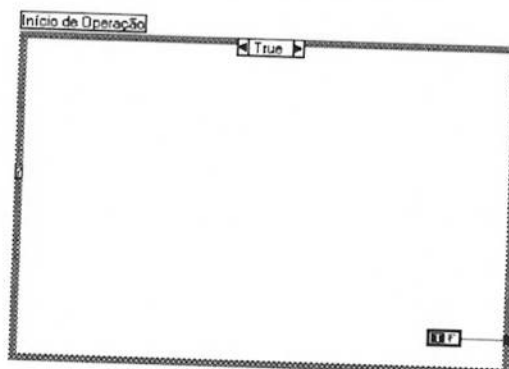
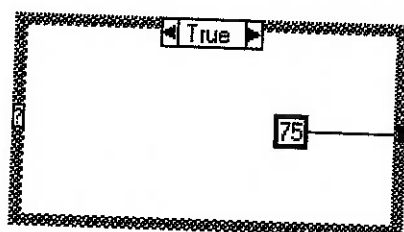
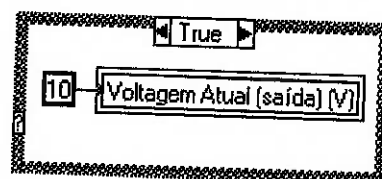
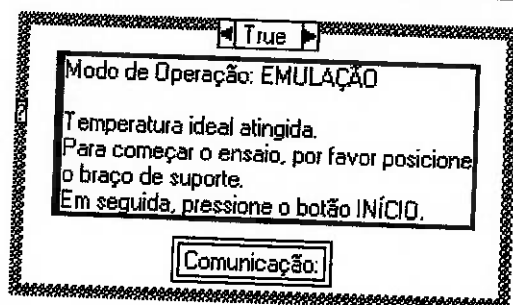


7.1.1.8 Inicialização de Variáveis

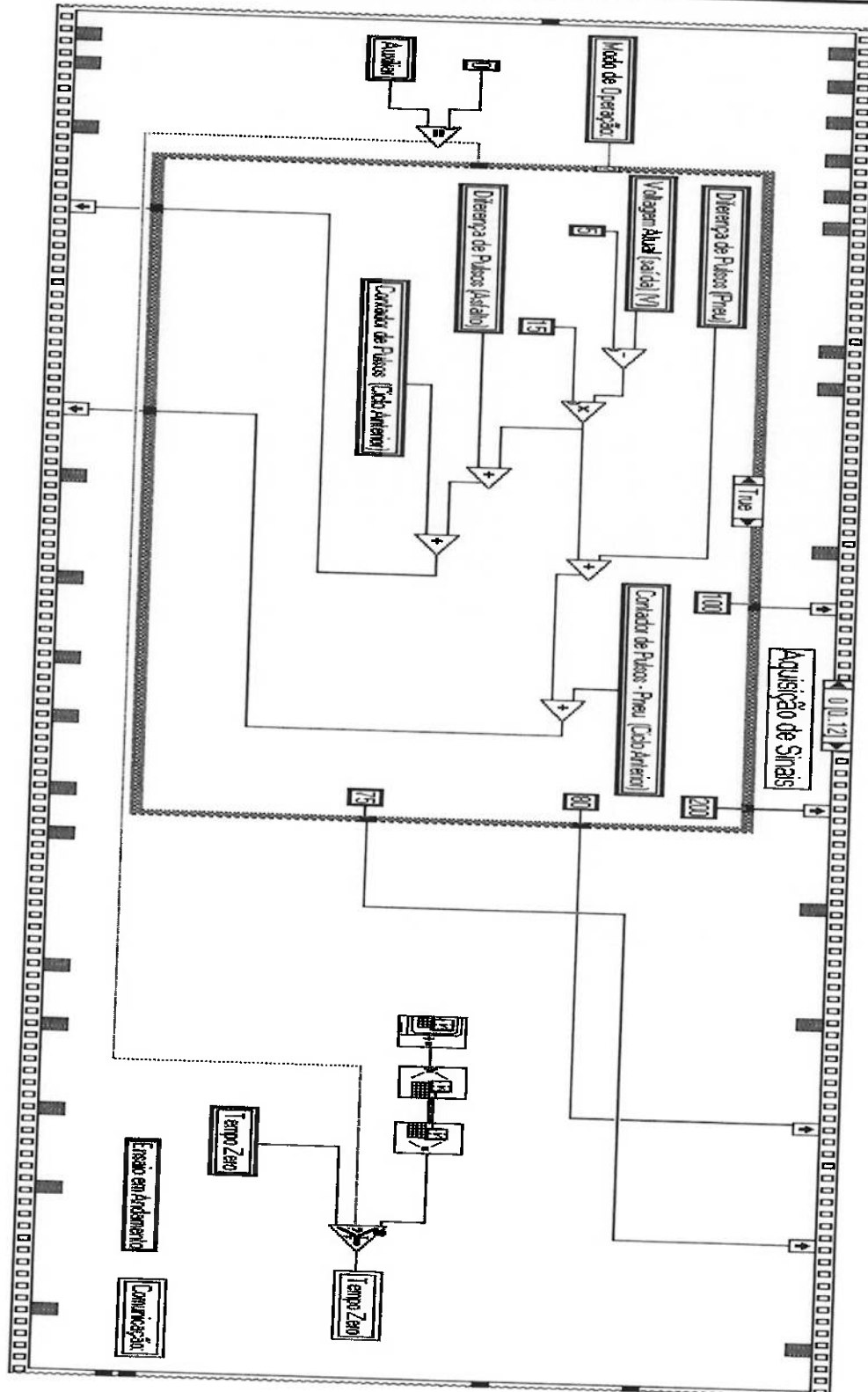


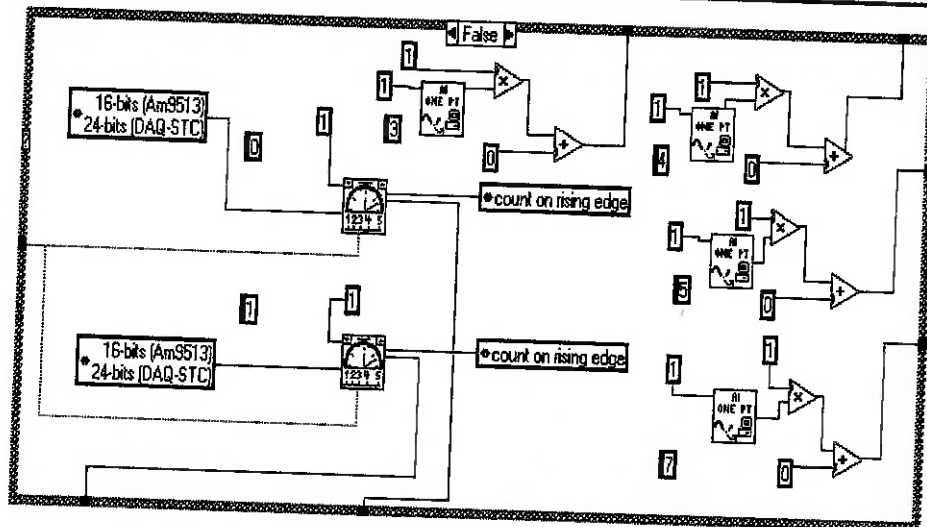
Aqui as variáveis relativas ao ciclo em execução recebem valor zero.

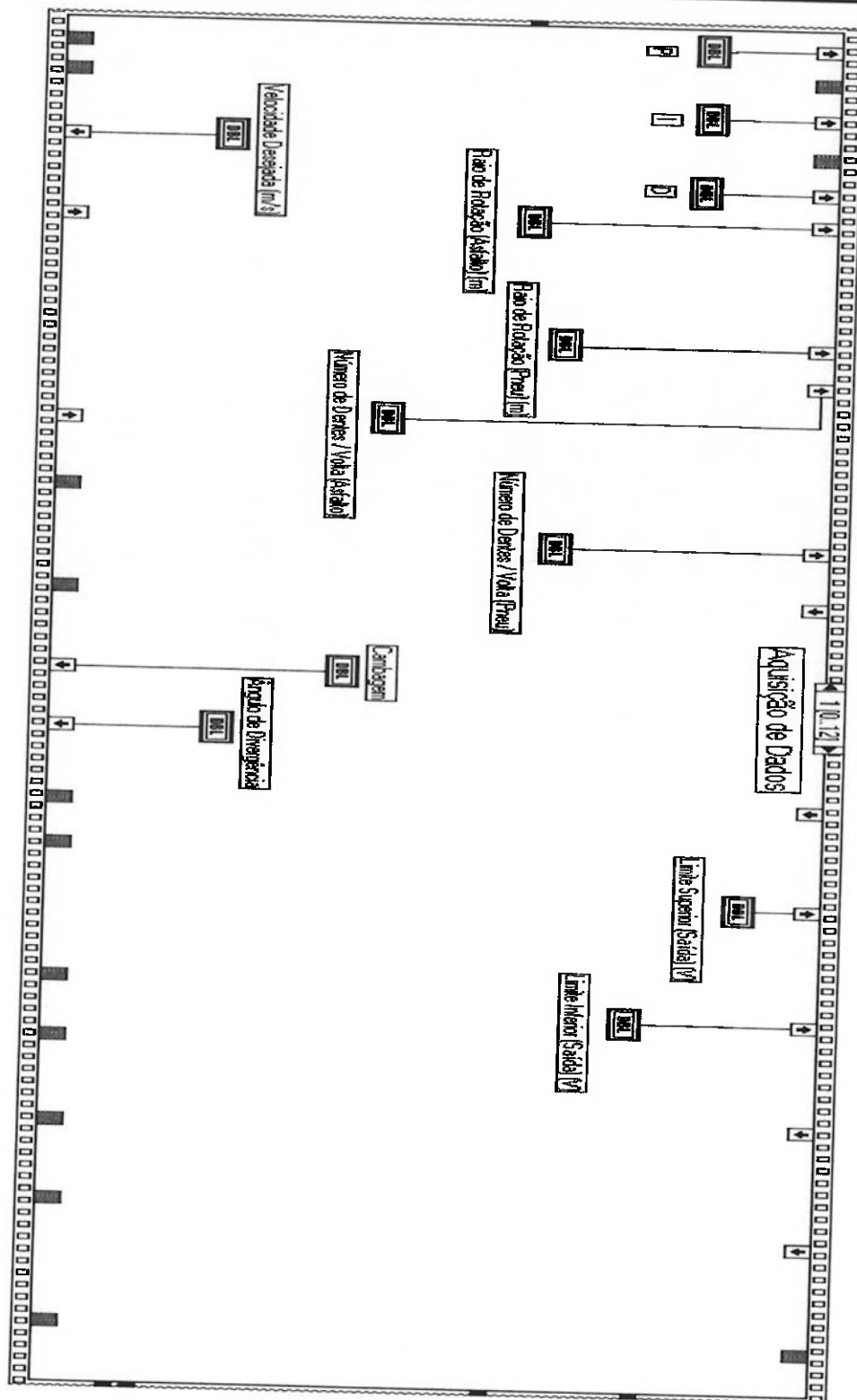


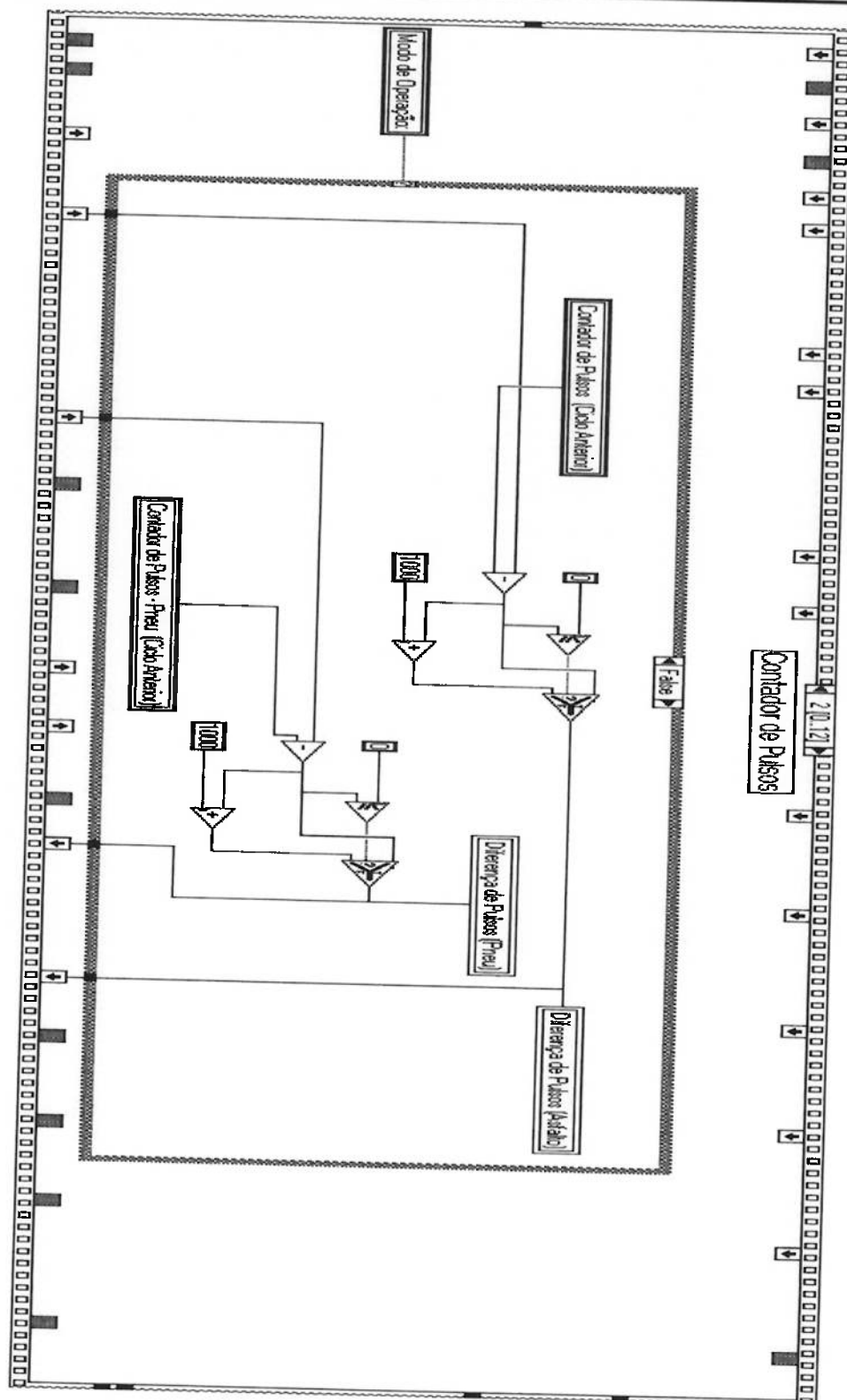


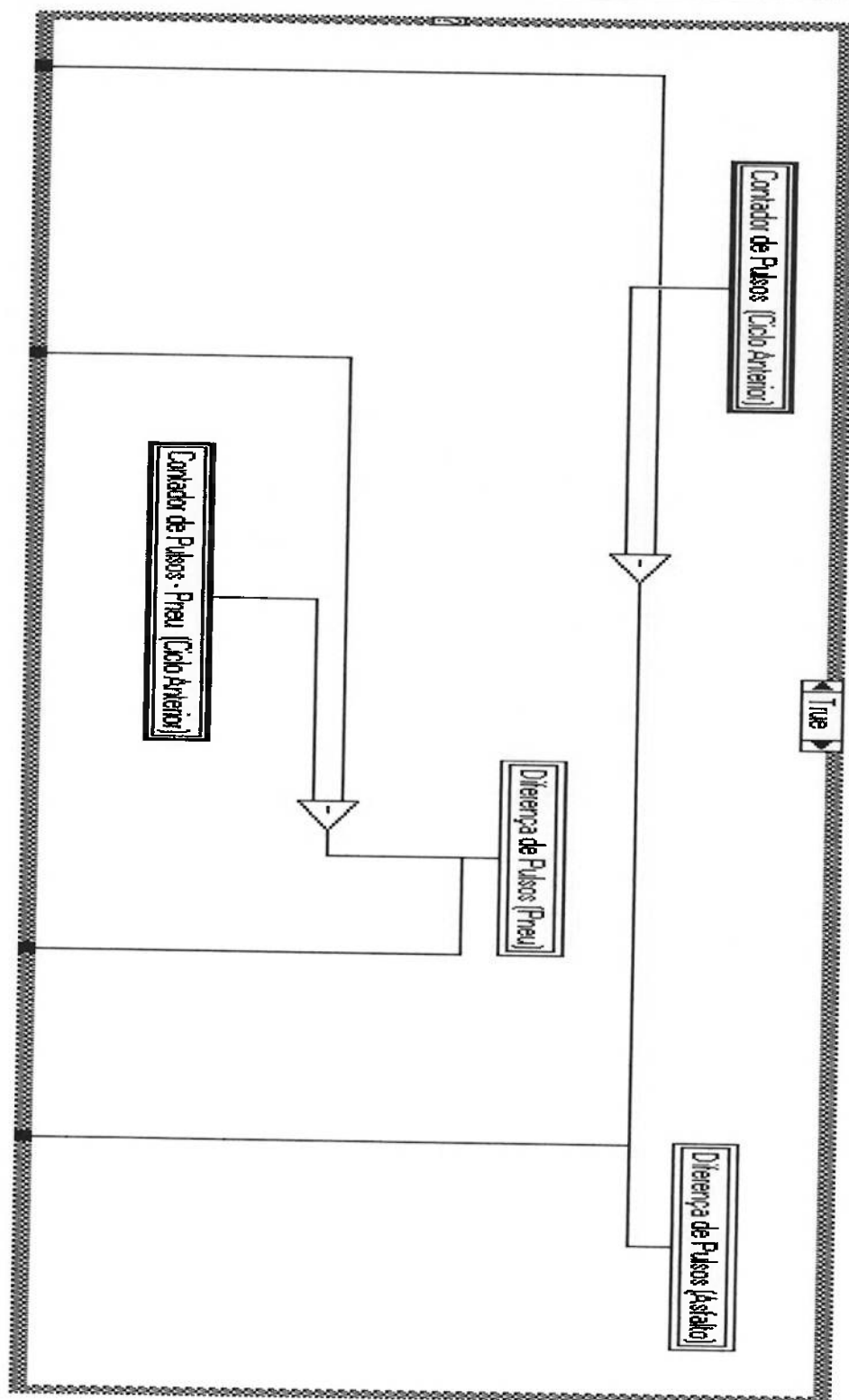
Feitas as inicializações, é necessário esperar até que a temperatura do asfalto alcance o valor desejado. Quando isto acontece, tem início o ciclo de execução propriamente dito.

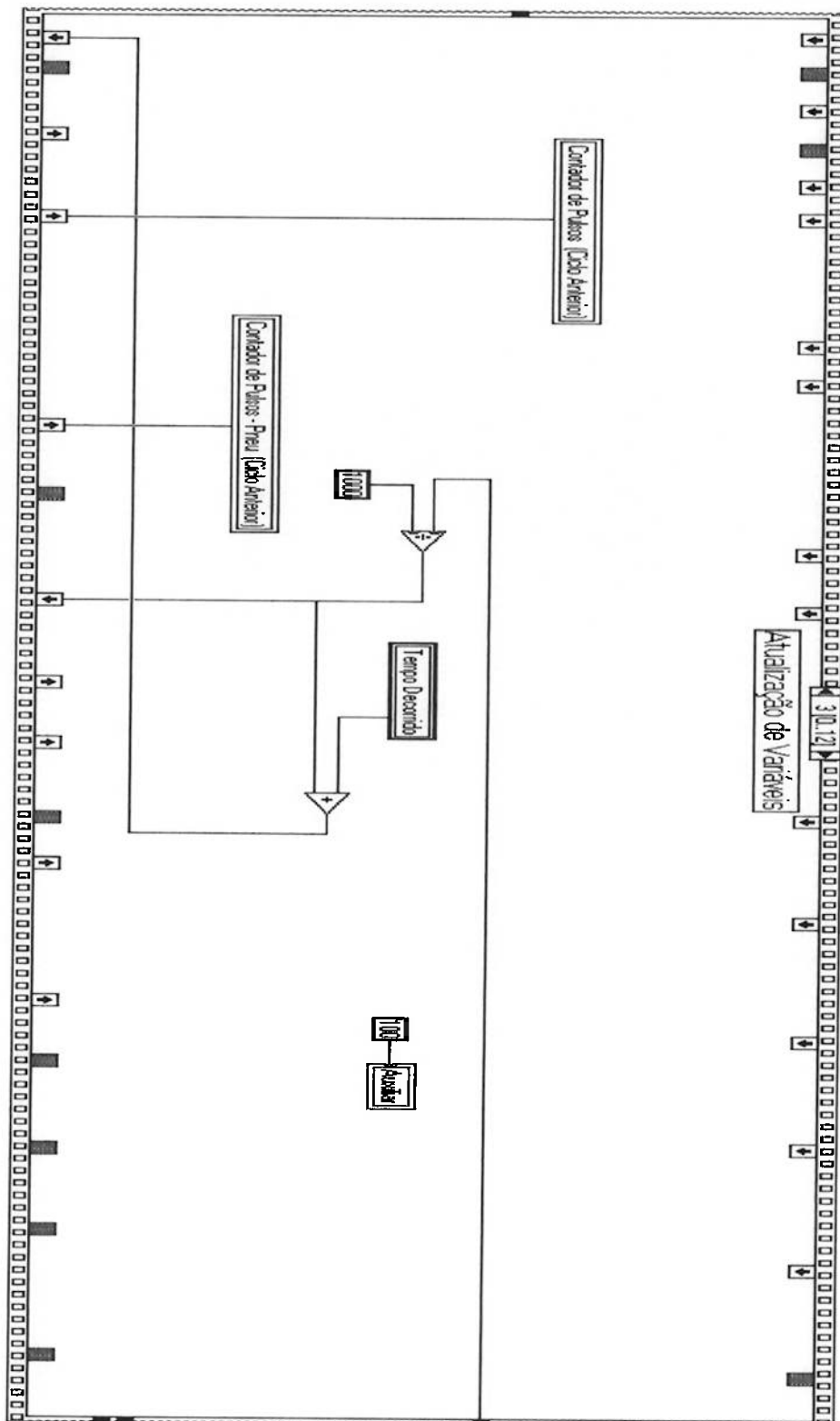


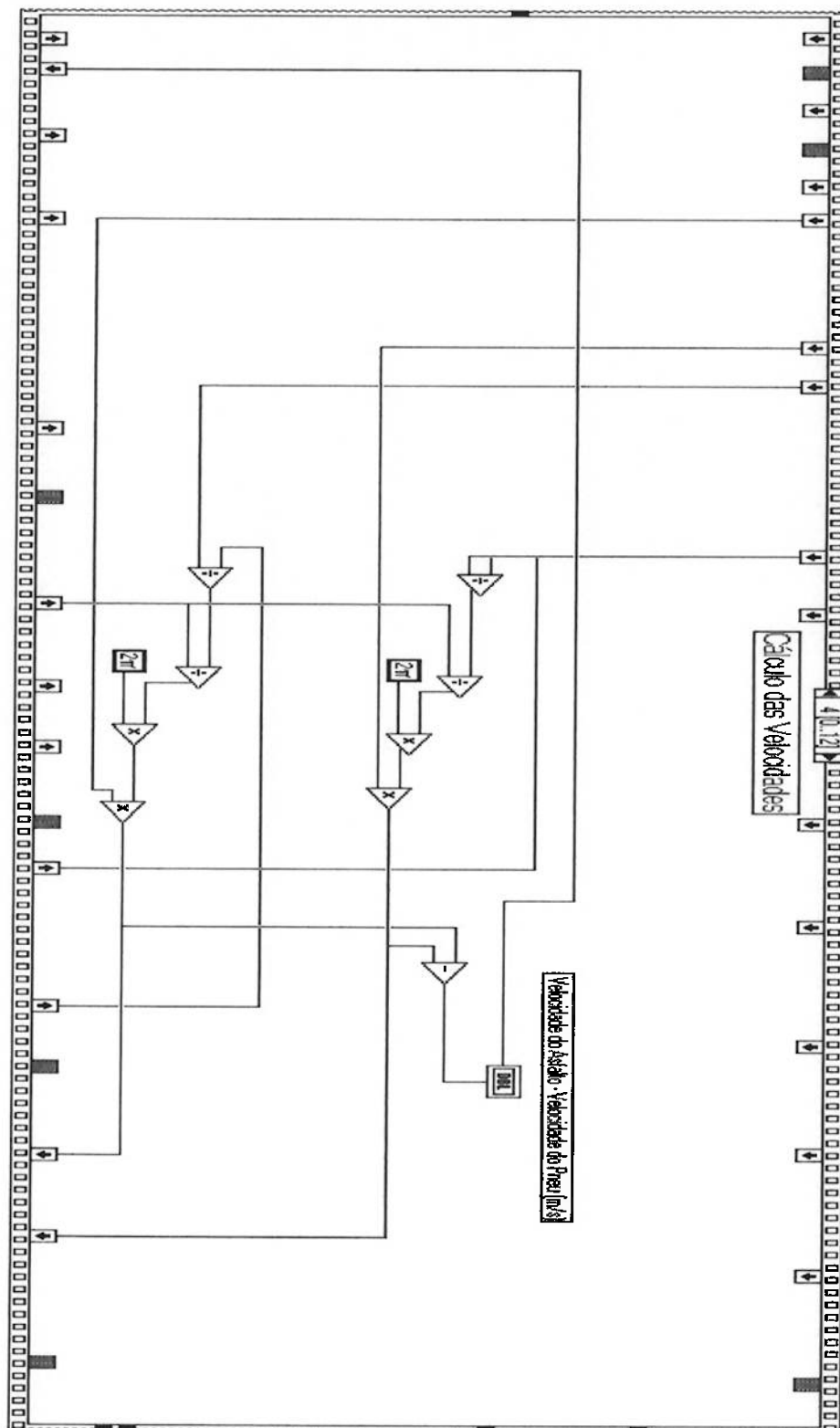


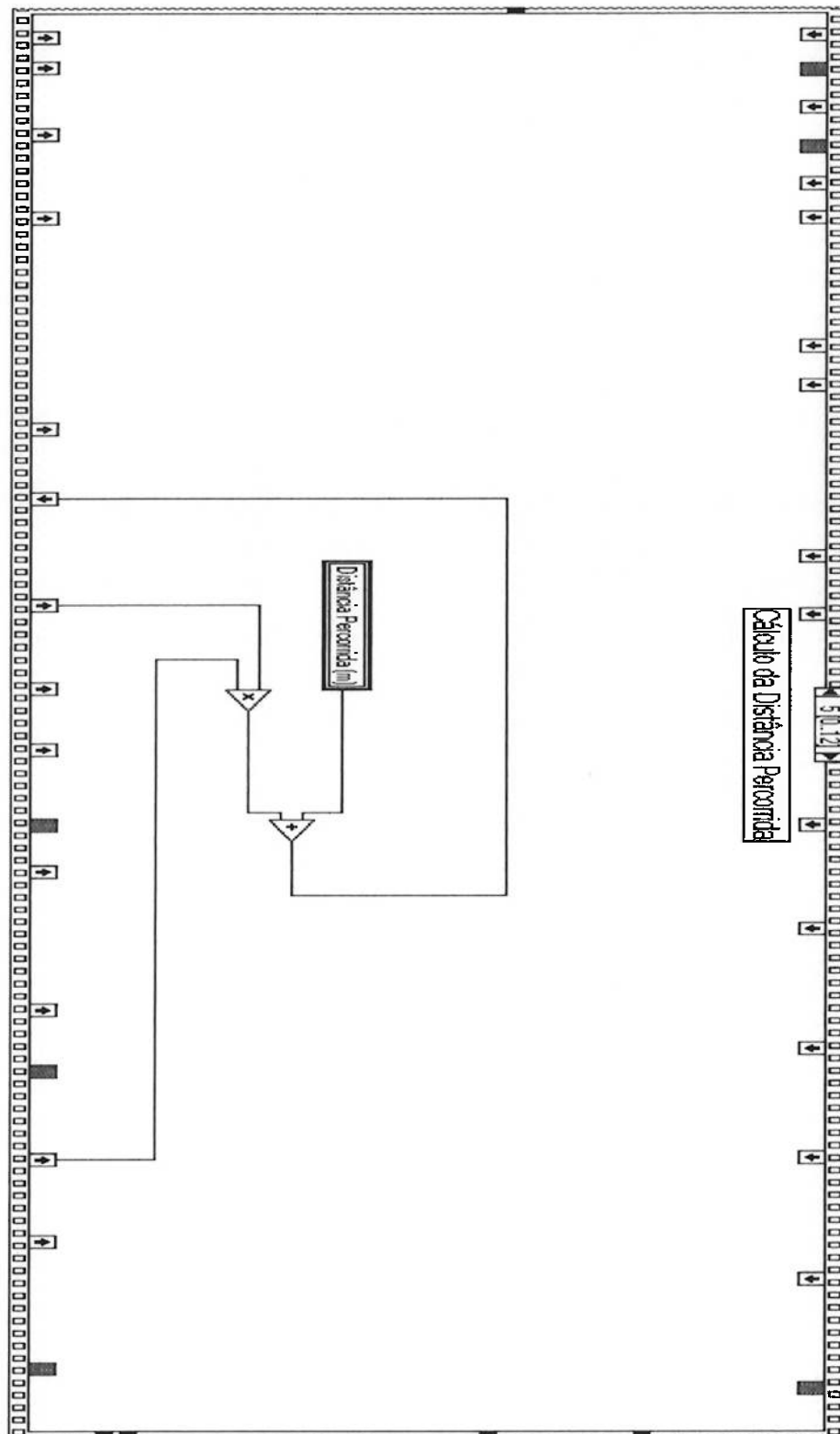


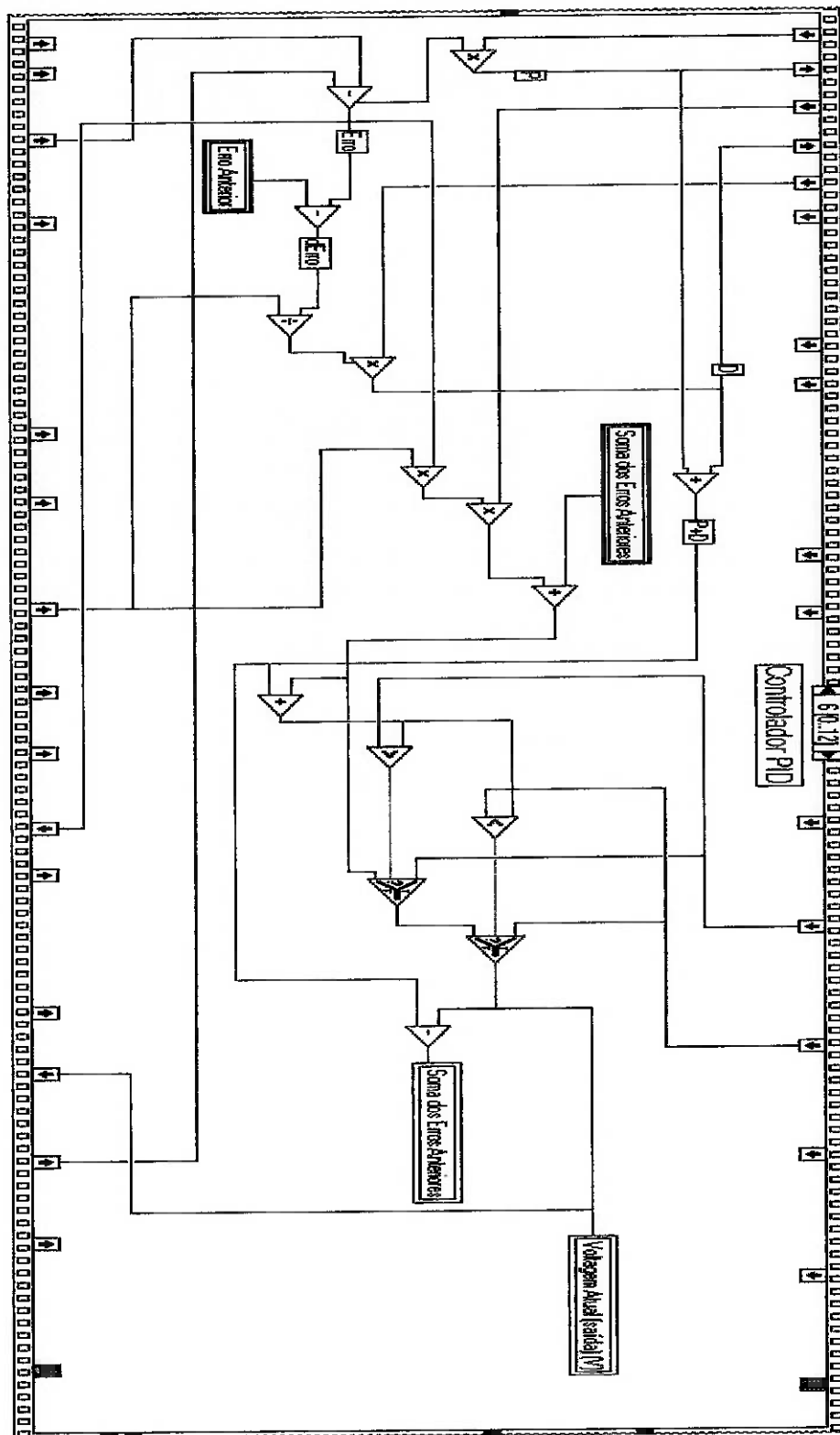




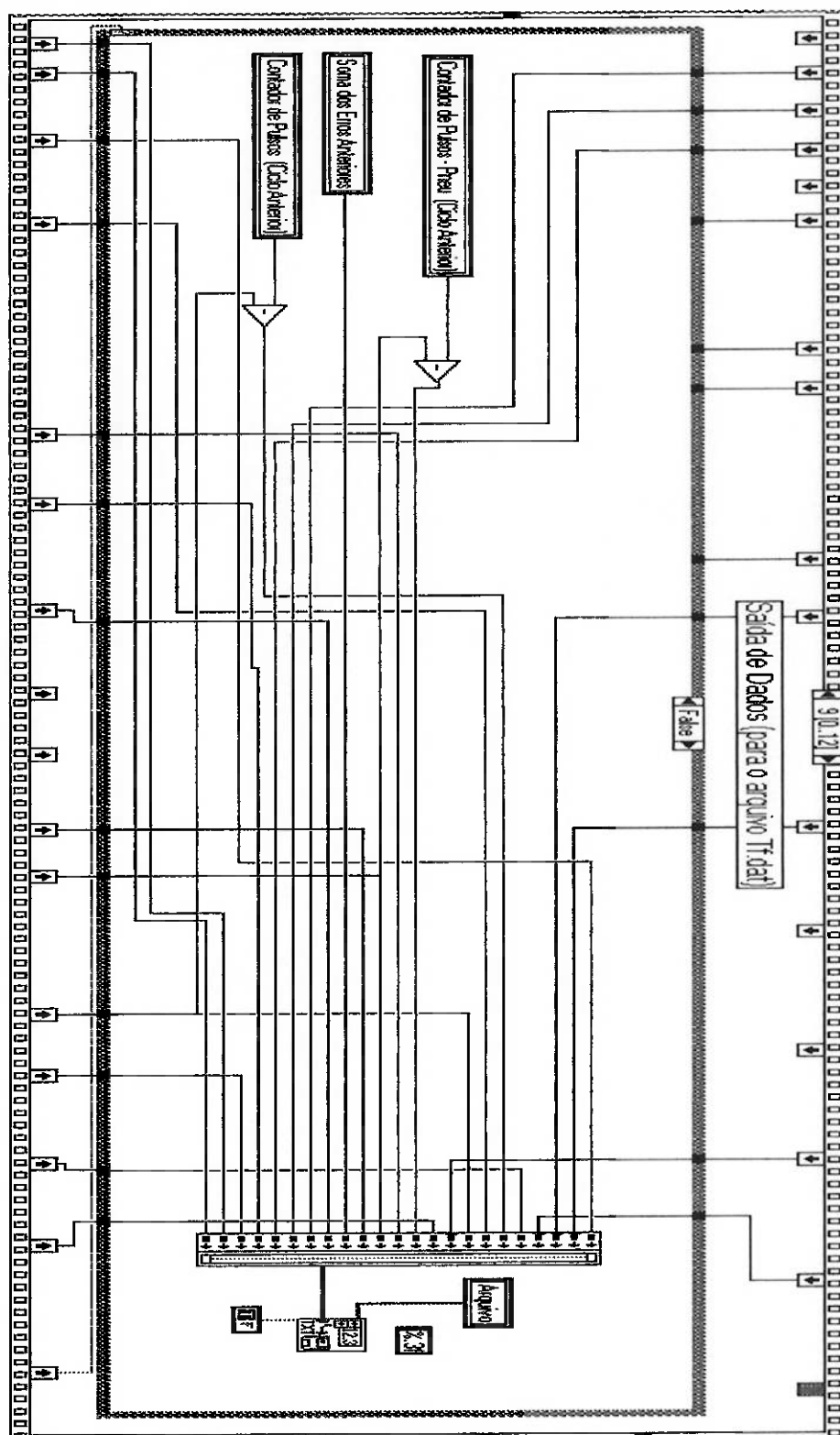


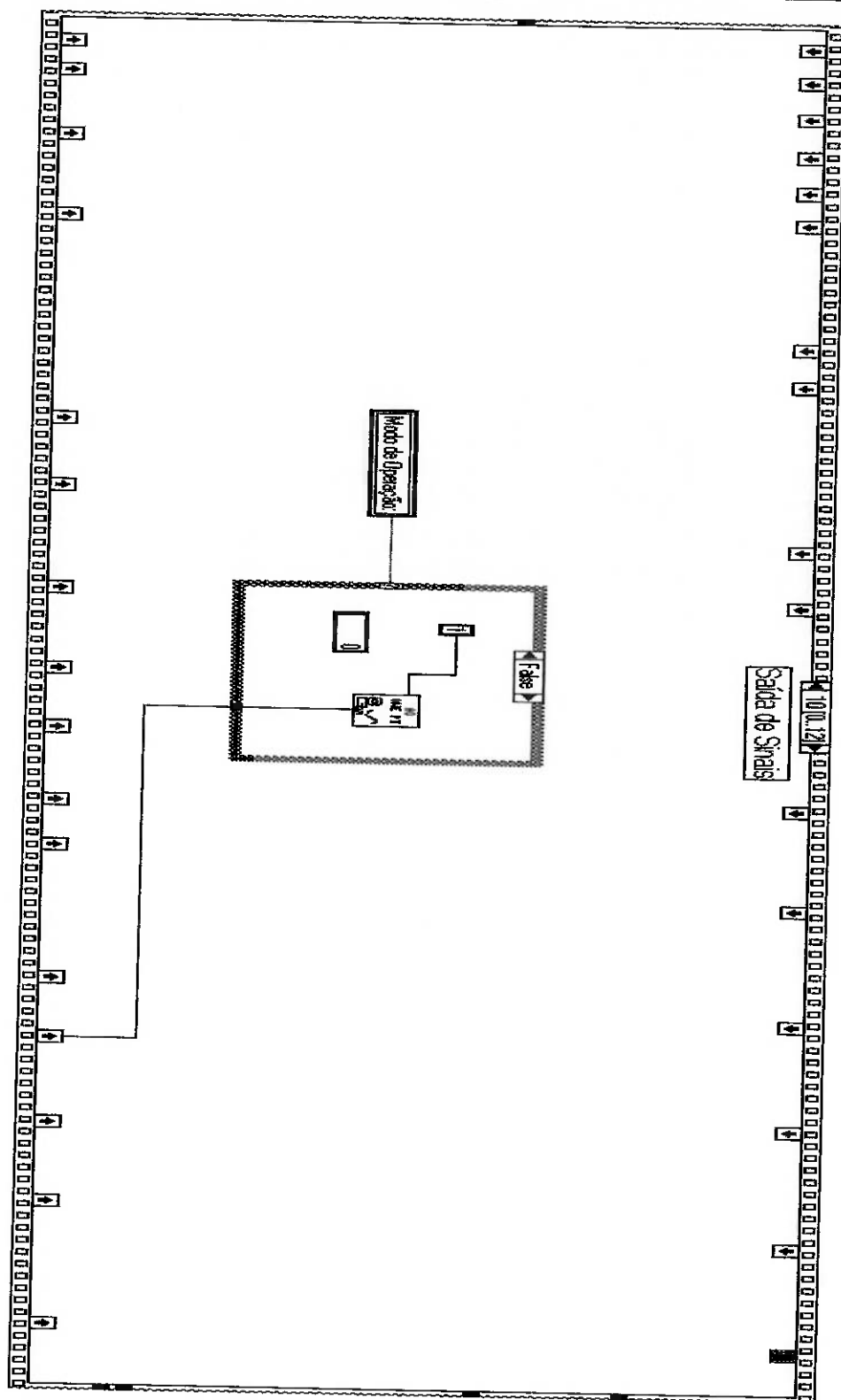


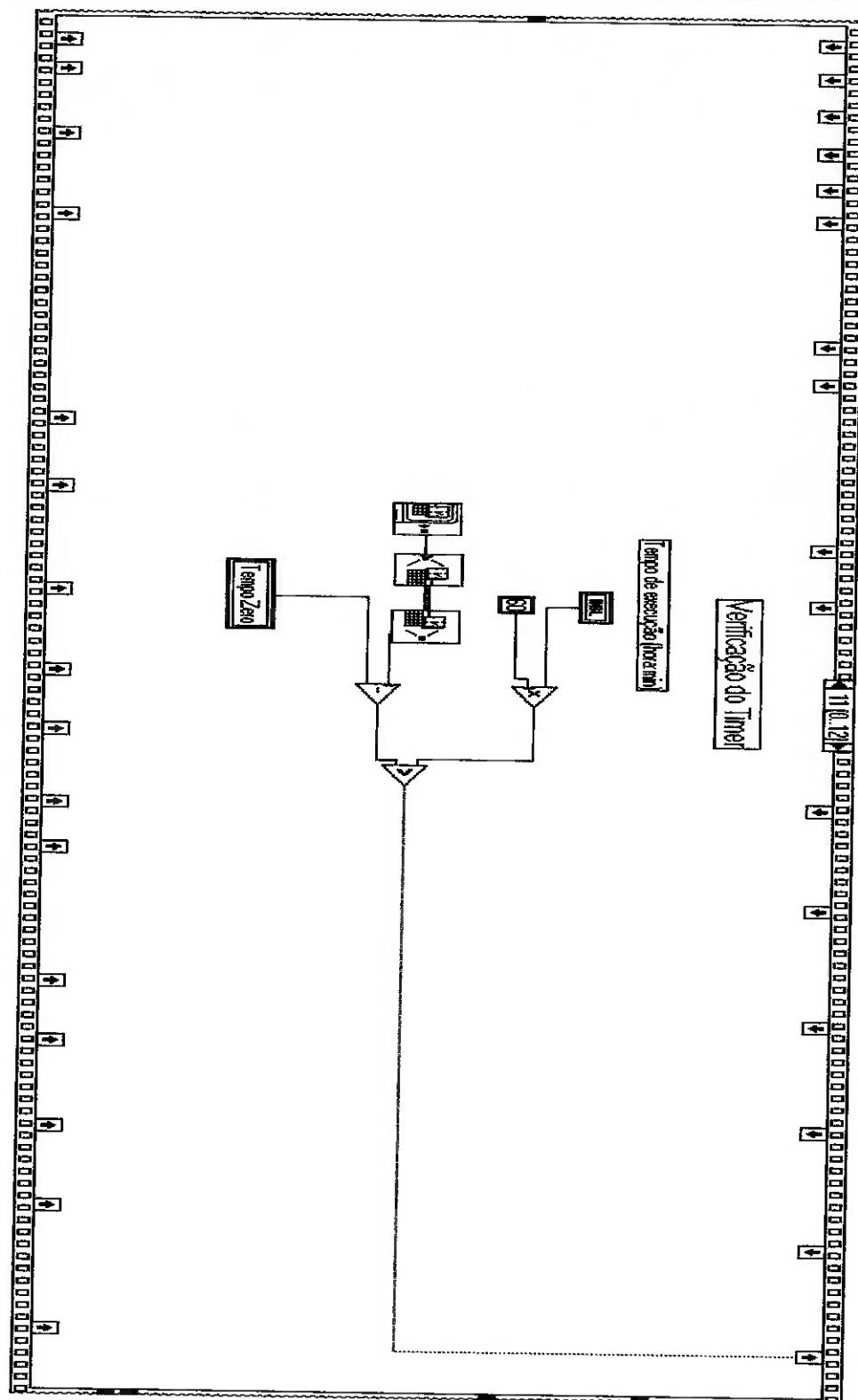




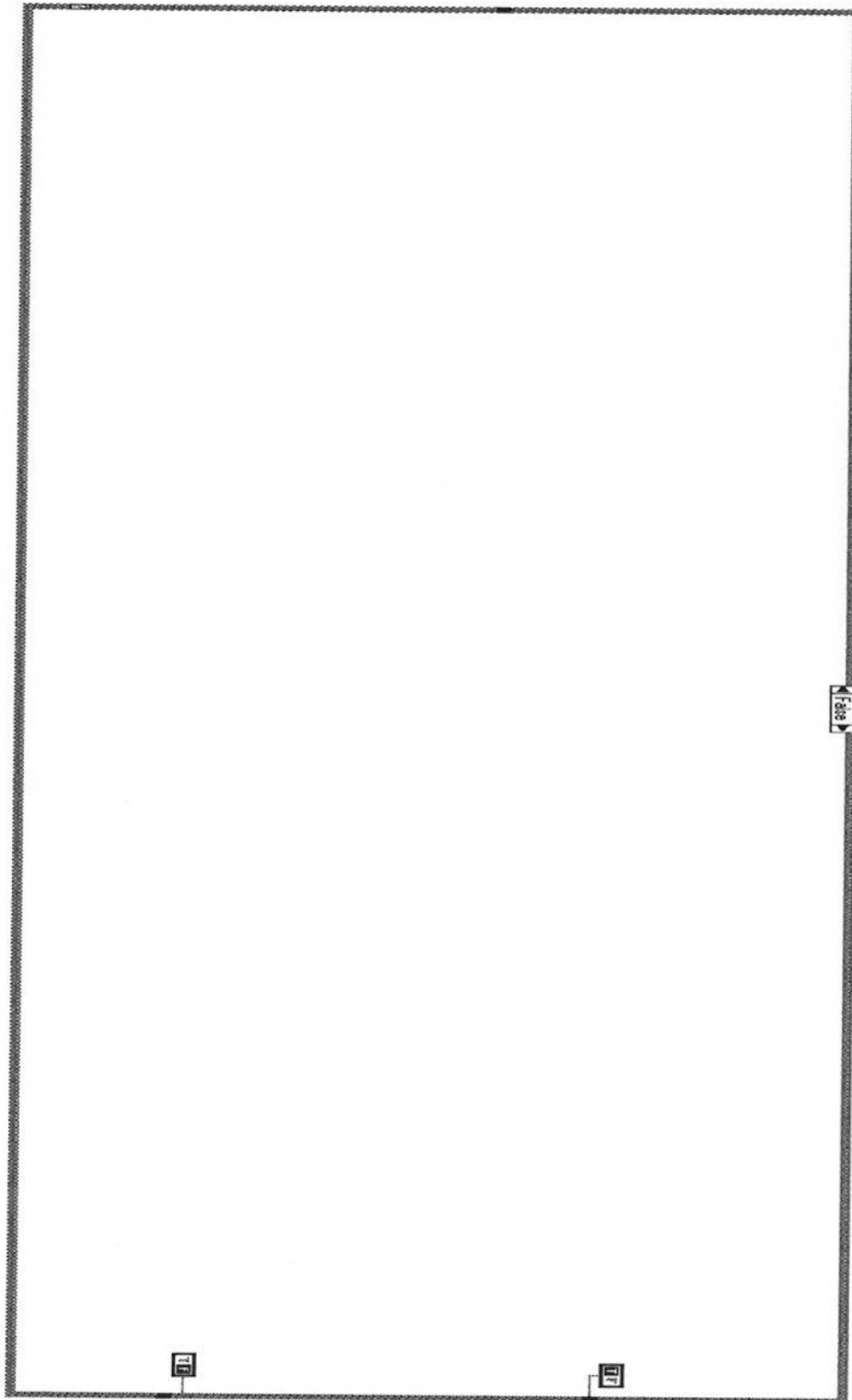












O ciclo de execução é composto no total por doze *frames*. Abaixo, a função de cada *frame* será detalhada:

- *Frame 0* - Aquisição de sinais: Se o modo de operação selecionado for “operação normal”, neste *frame* é feita a comunicação com a placa de



aquisição de dados; com os valores obtidos as variáveis são atualizadas.

Se o modo de operação selecionado for “emulação”, estes valores são simulados.

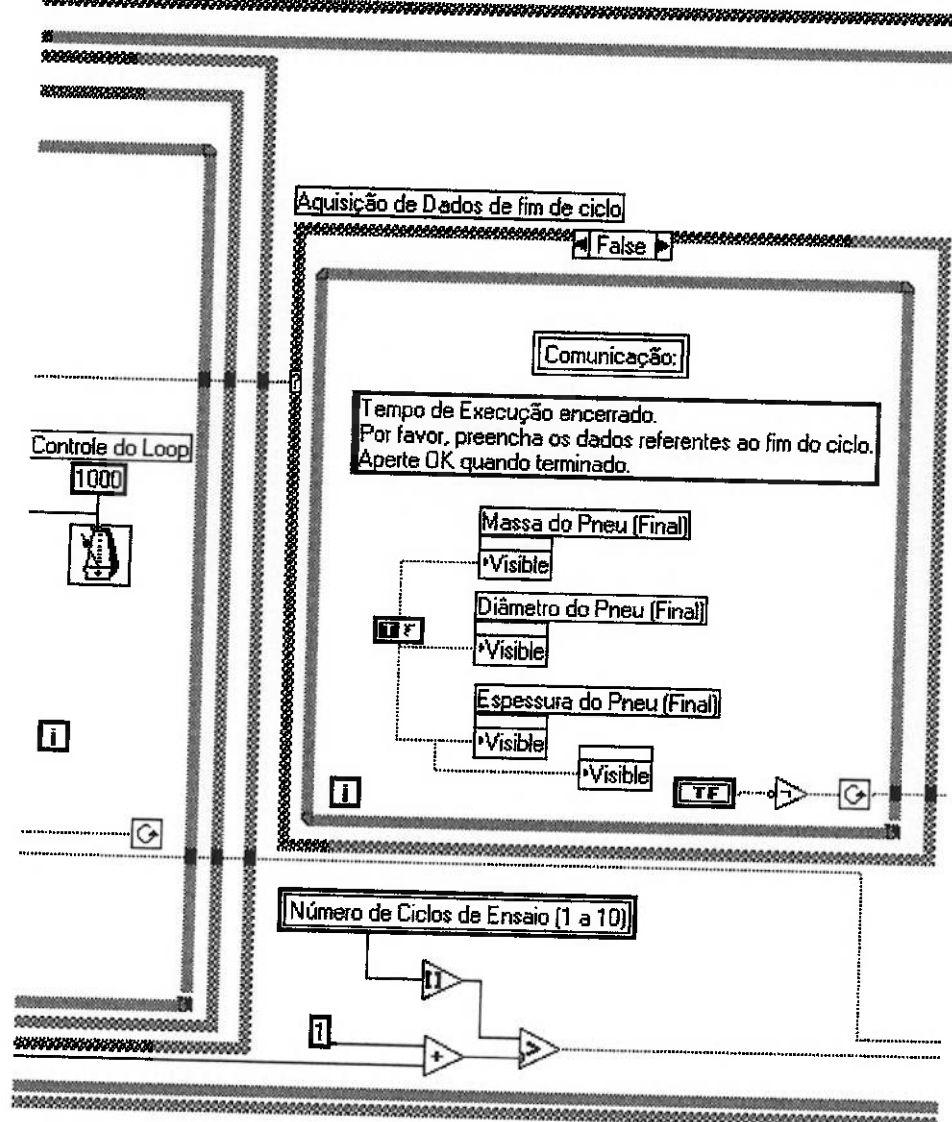
- *Frame 1* – Aquisição de dados: Os valores dos parâmetros setados no painel frontal são lidos e armazenados em variáveis.
- *Frame 2* – Contador de pulsos: Os valores relativos às diferença de pulsos (para o encoder da amostra de asfalto e da amostra de pneu) são atualizados.
- *Frame 3* – Atualização de variáveis: É calculado o valor relativo ao intervalo de tempo decorrido e atualizados os valores das variáveis que armazenam os valores anteriores dos contadores de pulso.
- *Frame 4* – Cálculo das velocidades: As velocidades do pneu e do asfalto são calculadas.
- *Frame 5* – Cálculo da distância percorrida: A distância percorrida pelo pneu é calculada a partir da velocidade do asfalto.
- *Frame 6* – Controlador PID – A voltagem de saída é calculada por um controlador PID.
- *Frame 7* – Atualização dos gráficos do painel frontal: A partir dos dados obtidos por cálculo ou leitura direta, os gráficos do painel frontal são atualizados.
- *Frame 8* – Controle da saída de dados: A partir do tempo de execução previsto e do número máximo de dados que podem ser armazenados, é feito um cálculo para determinar se neste ciclo os dados serão ou não impressos.



- *Frame 9* – Saída de dados: Caso o resultado do *frame* anterior seja positivo, os dados são impressos no arquivo de saída de dados.
- *Frame 10* – Saída de sinais: É feita novamente a comunicação com a placa, para atualizar a voltagem atuante sobre o motor.
- *Frame 11* – Verificação do timer: É verificado se o tempo de execução ainda não foi ultrapassado.
- *Frame 12* – Fim da aquisição de dados: Se o tempo de execução estiver ultrapassado ou se o botão “desliga” for pressionado, é encerrado o *loop* de execução.



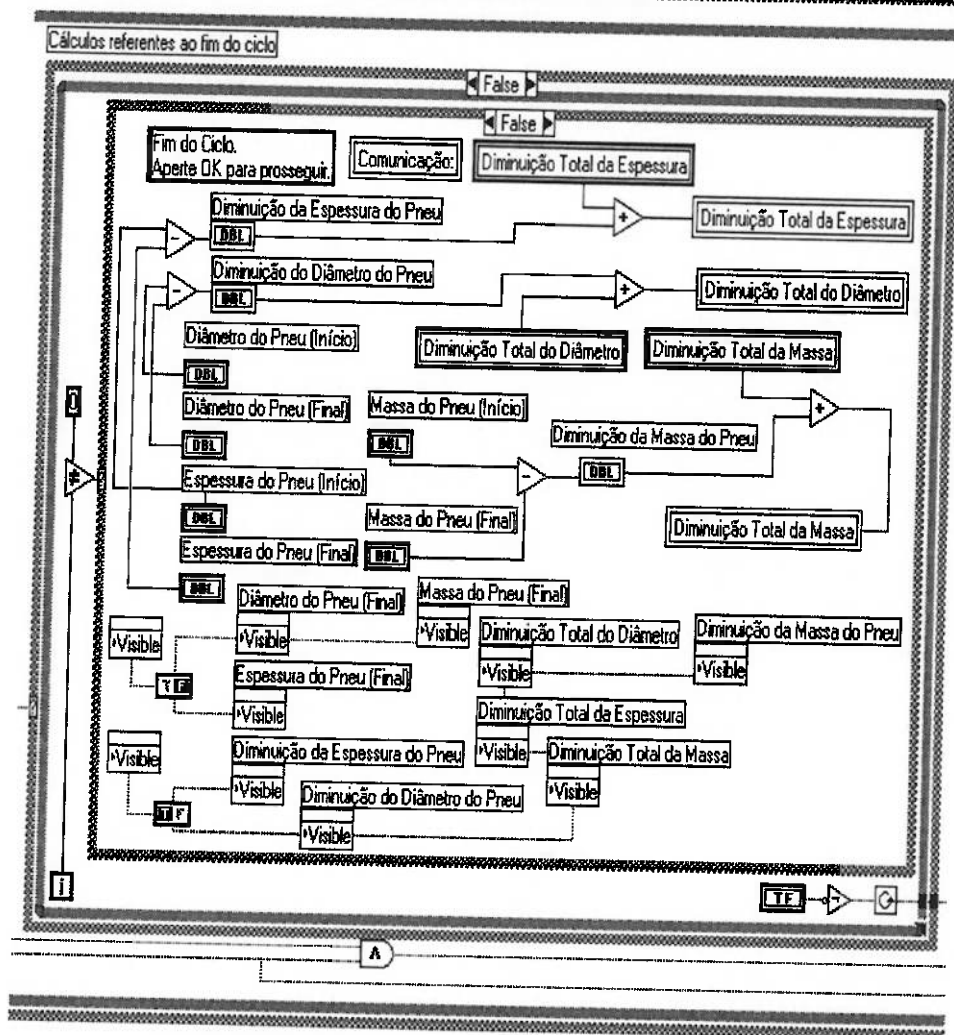
7.1.1.11 Aquisição de Dados – Fim de Ciclo



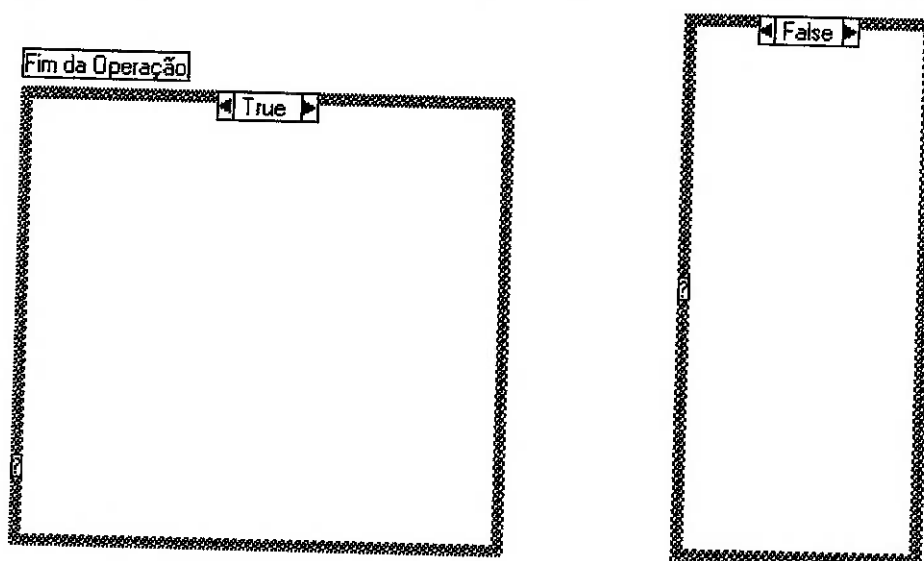
Encerrado um ciclo de execução, é pedido ao usuário que informe o valor das variáveis relativas ao fim de ciclo.



7.1.1.12 Cálculos referentes ao fim de ciclo



Com as informações fornecidas pelo usuário, alguns parâmetros são calculados.



Se todos os ciclos programados já foram executados, o programa desliga o motor e encerra sua execução. Caso contrário, inicia a execução do ciclo seguinte.

7.2 Planilha de Análise de Dados

7.2.1 Introdução

Durante a execução da rotina vista no item anterior, um arquivo de texto é criado, com o fim de armazenar os valores das variáveis observadas em cada instante do processo. Para facilitar a análise destes dados armazenados, foi criada uma planilha, que nos itens que seguem é apresentada. Esta planilha foi criada utilizando-se os aplicativos *Microsoft® Excel 2000* e *Microsoft® Visual Basic 6.0*, ambos compatíveis com o sistema operacional Windows™ e integrantes do pacote de aplicativos conhecido como *Microsoft® Office 2000*. O código referente a cada uma das funções descritas abaixo pode ser encontrado no apêndice, ao final deste texto.

7.2.2 TF_Macro1

7.2.2.1 Descrição

Esta macro é executada quando o botão “Ler Arquivo C:\TF\TF.txt” é pressionado, o que deve ser, obrigatoriamente, a primeira tarefa realizada após a



abertura da planilha, com o fim de garantir que o resultado das demais funções disponíveis seja o esperado.

Durante sua execução, a macro realiza as seguintes operações:

- ✓ Apaga os dados existentes anteriormente;
- ✓ Lê os dados disponíveis no arquivo C:\TF\TF.txt;
- ✓ Identifica quantos ciclos foram realizados;
- ✓ Automaticamente seleciona os botões referentes aos ciclos que foram realizados, desativando os demais;
- ✓ Calcula o número de dados obtidos em cada ciclo, e imprime estes valores na planilha principal;
- ✓ Calcula o tempo decorrido em cada ciclo(em segundos);
- ✓ Seleciona as opções “Velocidade Desejada” nas colunas “Selecione a variável do Eixo X:” e “Selecione a variável do Eixo Y:” e a opção “Número de Dentes / Volta (Asfalto)” na coluna “Selecione um parâmetro” (para garantir que, desde o início, haverá algum botão selecionado nestas três colunas, evitando possíveis erros nas macros subsequentes).

Para que esta planilha funcione sem maiores problemas, recomenda-se não ultrapassar o limite de dez mil linhas de dados.

7.2.3 TF_Macro2

7.2.3.1 Descrição

Esta macro é executada quando o botão “Ver Gráfico X por Y” é pressionado. Ela verifica quais são as variáveis e ciclos que estão selecionados para a plotagem do



gráfico, quais ciclos foram de fato executados, localiza os dados referentes a essas variáveis e ciclos na planilha e monta um gráfico tipo linha XY.

7.2.4 TF_Macro3

7.2.4.1 Descrição

Esta macro é carregada quando o botão “Ver Gráfico Parâmetro por Ciclo” é pressionado. Ela verifica quais ciclos estão selecionados, verifica se estes ciclos foram de fato executados, verifica qual parâmetro está selecionado e, de acordo com os resultados obtidos, monta um gráfico do tipo histograma.

7.2.5 TF_Macro4

7.2.5.1 Descrição

Esta macro é executada quando alguma opção para variável relativa ao eixo X é selecionada. Ela desloca o foco do usuário para a coluna “Selecione a variável do Eixo Y”, com o fim de deixar claro para o usuário que o passo seguinte é escolher uma variável para o eixo Y.

7.2.6 TF_Macro5

7.2.6.1 Descrição

Esta macro é executada quando alguma opção para variável relativa ao eixo Y é selecionada. Ela desloca o foco do usuário para o botão “Ver Gráfico X por Y”, indicando que esta operação já pode ser realizada adequadamente.



7.3 Projeto da “Caixa-Preta”

7.3.1 Introdução

Para a comunicação entre os sensores e a placa de aquisição de dados é necessário, como foi visto anteriormente, projetar uma “caixa-preta”, que servirá de interface entre estes dois elementos.

Uma primeira tentativa foi feita, porém sem sucesso (vide capítulo seis). Desta forma, ainda que este capítulo seja referente ao Projeto Executivo, será necessário dar um passo atrás e voltar à fase de especificações.

Para evitar que o problema observado volte a ocorrer, optou-se pela compra de módulos diretamente da National Instruments, empresa responsável pelo desenvolvimento do software *LabVIEW™*. Estes módulos serão detalhadamente especificados em seguida, de modo a facilitar o projeto da “caixa-preta”, o que deverá ser o passo seguinte.

Ainda com este fim, antes de mais nada a placa de aquisição de dados (que não faz parte da “caixa-preta”) será detalhada.

7.3.2 Especificações

7.3.2.1 Placa de Aquisição de Dados

7.3.2.1.1 Nome da Peça

NI 611X

7.3.2.1.2 Modelo

PCI-6110

7.3.2.1.3 Fabricante

National Instruments

7.3.2.1.4 Descrição Básica



Dispositivo multifuncional de entradas e saídas para computadores.

7.3.2.1.5 Descrição Completa

Esta placa de aquisição é do tipo “*plug and play*”, possui canais analógicos e digitais e dois contadores de vinte e quatro bits. Como não possui *switches*, *jumper*s ou potenciômetros, pode ser configurada e calibrada via *software*. Sua resolução máxima de tempo é de cinquenta nano-segundos.

Para seu funcionamento adequado, precisa ser adaptada a um computador no qual deve estar instalado o software *LabVIEW™*.

- Entradas Analógicas

Suportam apenas entradas diferenciais (até quatro canais de entradas), com resolução de doze bits. Um canal configurado desta forma (diferencial) usa duas linhas analógicas. Uma linha é conectada à entrada positiva do dispositivo PGIA (*programmable gain instrumentation amplifier* - amplificador de ganho de instrumentação programável), e a outra é conectada à entrada negativa do mesmo dispositivo. Estas entradas também podem ser chamadas de bipolares, e seu alcance varia entre $-V_{\text{ref}}/2$ e $+V_{\text{ref}}/2$. Com o valor de ganho mínimo (0,2), isto significa um alcance de vinte volts, como pode ser observado na tabela abaixo.

TABELA II – ALCANCE E PRECISÃO

Alcance Configurado	Ganho	Alcance Real	Precisão
-10 V a +10 V	0,2	-50 V a +50 V	24,41 mV
	0,5	-20 V a +20 V	9,77 mV
	1,0	-10 V a +10 V	4,88 mV
	2,0	-5 V a +5 V	2,44 mV



	5,0	-2 V a +2 V	976,56 μ V
	10,0	-1 V a + 1V	488,28 μ V
	20,0	-500 mV a +500 mV	244,14 μ V
	50,0	-200 mV a +200 mV	97,66 μ V

As entradas da placa podem ser acopladas canal por canal, tanto em entradas AC quanto em entradas DC. Por exemplo, um acoplamento AC deve ser usado quando um sinal AC contém um componente DC significativo. Habilitando o acoplamento AC, é possível remover o *offset* DC, e o amplificador de entradas amplificará apenas o componente AC. No caso de medições DC, é aconselhável o uso do *Dither*. Esse recurso não só está disponível para uso nesta placa como não pode ser desativado.

- Saídas Analógicas

A placa suporta duas saídas analógicas de voltagem, de alcance bipolar fixo (-10 V a +10 V).

- Gatilho Analógico

Este dispositivo serve para auxiliar o sequenciamento que pode ser feito internamente, via *software*. Para isto, a placa dispõe de um pino chamado PFIO/TRIG1, quem, mesmo que não esteja sendo usado, a ele deve ser conectada uma entrada de baixa impedância, evitando assim falhas por interferência de outros canais (*crosstalk*). O alcance do gatilho analógico é de -10 V a +10 V, em degraus de 78 mV.

Existem cinco modos de operação para este gatilho: *below-low-level* (abaixo do nível baixo), *above-high-level* (acima do nível alto), *inside-region* (dentro da região), *high-hysteresis* (alta histerese) e *low-hysteresis* (baixa histerese).



O gatilho analógico gera um gatilho digital interno, baseado nos níveis (alto e baixo) definidos pelo usuário. Este gatilho pode ser usado por qualquer outro dispositivo na placa (entradas e saídas, contadores).

- Entrada/Saída Digital

A placa contém oito linhas de entradas/saídas digitais para uso geral. Cada uma destas linhas pode ser configurada via *software* para funcionar como uma entrada ou saída. Apenas os dois últimos canais, que funcionam como contadores do tipo *up/down*, são apenas entradas, e seu funcionamento não afeta os demais canais. Os canais usados para os contadores são identificados pelas siglas DIO6 e DIO7.

7.3.2.1.6 Esquema da peça

Para a comunicação com a placa, deve ser usado o cabo blindado SH6868EP, com 68 pinos. A funções associadas a cada pino estão descritas abaixo.

TABELA III – PINOS PARA ENTRADA E SAÍDA

ACH0-	34	68	ACH0+
ACH1+	33	67	ACH0GND
ACH1GND	32	66	ACH1-
ACH2-	31	65	ACH2+
ACH3+	30	64	ACH2GND
ACH3GND	29	63	ACH3-
NC	28	62	NC
NC	27	61	NC
NC	26	60	NC
NC	25	59	NC
NC	24	58	NC



NC	23	57	NC
DAC0OUT	22	56	NC
DAC1OUT	21	55	AOGND
NC	20	54	AOGND
DIO4	19	53	DGND
DGND	18	52	DIO0
DIO1	17	51	DIO5
DIO6	16	50	DGND
DGND	15	49	DIO2
+5 V	14	48	DIO7
DGND	13	47	DIO3
DGND	12	46	SCANCLK
PFI0/TRIG1	11	45	EXTSTROBE
PFI1/TRIG2	10	44	DGND
DGND	09	43	PFI2/CONVERT
+5 V	08	42	PFI3/GPCTR1_SOURCE
DGND	07	41	PFI4/GPCTR1_GATE
PFI5/UPDATE	06	40	GPCTR1_OUT
PFI6/WFTRIG	05	39	DGND
DGND	04	38	PFI7/STARTSCAN
PFI9/GPCTR0_GATE	03	37	PFI8/GPCTR0_SOURCE
GPCTR0_OUT	02	36	DGND
FREQ_OUT	01	35	DGND

TABELA IV – DESCRIÇÃO DOS SINAIS



Sinal	Referência	Direção	Descrição
ACH<0..3>GND			Aterramento dos canais de entradas analógicas.
ACH<0..3>+	ACH<0..3>GND	Input	Entrada positiva dos canais analógicos diferenciais.
ACH<0..3>-	ACH<0..3>GND	Input	Entrada negativa dos canais analógicos diferenciais.
DAC0OUT	AOGND	Output	Canal analógico de saída.
DAC1OUT	AOGND	Output	Canal analógico de saída.
AOGND			Aterramento dos canais analógicos de saída.
DGND			Aterramento dos canais digitais. Fornece referência para estes canais juntamente com o sinal do pino +5 V.
DIO<0..7>	DGND	Input ou Output	Canais digitais de entrada ou saída. Os canais DIO6 e DIO7 podem funcionar como contadores.
+5 V	DGND	Output	Fonte de alimentação. Suporta até 1 A.
SCANCLK	DGND	Output	Scan clock – este pino funciona, quando habilitado, gerando um pulso para cada



			conversão A/D.
EXTSTROBE	DGND	Output	External Strobe – Controle de dispositivos externos, por sinais de <i>latch</i> ou gatilhos.
PFI0/TRIG1	DGND	Input	É uma PFI (<i>Programmable Function Input</i> – Função Programável de Entrada). Pode servir também como fonte para o gatilho analógico via <i>hardware</i> .
		Output	Saída do sinal do gatilho analógico.
PFI1/TRIG2	DGND	Input	Uma das PFIs.
		Output	Saída do sinal do gatilho analógico.
PFI2/CONVERT	DGND	Input	Uma das PFIs.
		Output	Sinal de Convert, que, na borda de descida, indica uma transição A/D.
PFI3/GPCTR1_SOURCE	DGND	Input	Uma das PFIs.
		Output	Sinal GPCTR1_Source, reflete o sinal real conectado ao contador digital 1.
PFI4/GPCTR1_GATE	DGND	Input	Uma das PFIs.



		Output	Sinal GPCTR1_Gate, reflete o sinal real de Gate conectado ao contador digital 1.
GPCTR1_OUT	DGND	Output	Saída do contador digital 1.
PFI5/UPDATE	DGND	Input	Uma das PFIs.
		Output	Sinal de Update, indica em sua borda de descida que a saída analógica primária está sendo atualizada.
PFI6/WFTRIG	DGND	Input	Uma das PFIs.
		Output	Sinal Wftrig, indica em sua borda de subida a inicialização do gerador de sinais oscilantes.
PFI7/STARTSCAN	DGND	Input	Uma das PFIs.
		Output	Sinal Startscan, indica em sua borda de descida que a leitura de uma entrada analógica teve início.
PFI8/GPCTR0_SOURCE	DGND	Input	Uma das PFIs.
		Output	Sinal GPCTR1_Source, reflete o sinal real conectado ao contador digital 0.



PFI9/GPCTR0_GATE	DGND	Input	Uma das PFIs.
		Output	Sinal GPCTR1_Gate, reflete o sinal real de Gate conectado ao contador digital 0.
GPCTR0_OUT	DGND	Output	Saída do contador digital 1.
FREQ_OUT	DGND	Output	Saída do gerador de frequência.

7.3.2.2 Fonte de alimentação para sistema de aquisição de sinais

7.3.2.2.1 Nome da Peça

5B Power Supplies

7.3.2.2.2 Modelo

776237-35

7.3.2.2.3 Fabricante

National Instruments

7.3.2.2.4 Descrição Básica

Fonte de alimentação para sistema de aquisição de sinais, +5 VDC, 5 A, 250 VAC.

7.3.2.2.5 Descrição Completa

É necessário fornecer energia para o *Backplane* (próxima peça a ser descrita), a partir de alguma fonte externa. Neste projeto, optou-se por adquirir esta fonte de alimentação, que requer a utilização do cabo de energia 777036-01, com plugs em estilo americano.



7.3.2.3 Placa de aquisição de sinal

7.3.2.3.1 Nome da Peça

5B Backplane

7.3.2.3.2 Modelo

777309-91

7.3.2.3.3 Fabricante

National Instruments

7.3.2.3.4 Descrição Básica

Placa de aquisição de sinal, série 5B, 8 canais, sem cabo.

7.3.2.3.5 Descrição Completa

Esta peça será utilizada para servir de hospedeiro para o módulo 5B49 (item 7.3.2.6). Para a comunicação com o condicionador de sinais, é sugerida a utilização de um adaptador de cabos modelo SC-2050.

7.3.2.4 Condicionador de sinal com conectores configuráveis

7.3.2.4.1 Nome da Peça

SC-2311

7.3.2.4.2 Modelo

778192-01

7.3.2.4.3 Fabricante

National Instruments

7.3.2.4.4 Descrição Básica

Condicionador de sinal com conectores configuráveis.

7.3.2.4.5 Descrição Completa



O condicionador de sinais SC-2311 é um aparelho que serve como hospedeiro para até oito módulos, condicionando os sinais provenientes deste módulos de forma a poder enviá-los para a placa de aquisição de dados.

7.3.2.5 Módulo de entrada de tensão

7.3.2.5.1 Nome da Peça

5B30

7.3.2.5.2 Modelo

776228-10

7.3.2.5.3 Fabricante

National Instruments

7.3.2.5.4 Descrição Básica

Módulo de entrada de tensão, +/- 100mV, faixa de frequência 4Hz..

7.3.2.5.5 Descrição Completa

Esta peça funciona como um módulo de condicionamento de sinais analógicos de entrada. Ela amplifica, filtra, protege e isola o sinal de entrada. Será adaptada diretamente à peça SC-2311.

7.3.2.6 Módulo para corrente e tensão

7.3.2.6.1 Nome da peça

5B49

7.3.2.6.2 Modelo

777234-05

7.3.2.6.3 Fabricante

National Instruments

7.3.2.6.4 Descrição Básica



Módulo para corrente e tensão, $\pm 10V$.

7.3.2.7 Módulo para entrada de termopar

7.3.2.7.1 Nome da Peça

5B37

7.3.2.7.2 Modelo

776289-K

7.3.2.7.3 Fabricante

National Instruments

7.3.2.7.4 Descrição Básica

Módulo para entrada de termopar tipo K, 0 a +5 V.

7.3.2.7.5 Descrição Completa

Este módulo de condicionamento de sinais amplifica e filtra os sinais provenientes de um termopar do tipo K, fornecendo uma saída protegida, isolada e precisa, que varia entre 0V e 5V. Será adaptada diretamente à peça SC-2311.

7.3.2.8 Adaptador de cabos com cabos

7.3.2.8.1 Nome da Peça

SC-2050

7.3.2.8.2 Modelo

776335-90

7.3.2.8.3 Fabricante

National Instruments

7.3.2.8.4 Descrição Básica

Adaptador de cabos com cabos sem cabo.



7.3.2.9 Saída digital isolada opticamente

7.3.2.9.1 Nome da Peça

SC-2061

7.3.2.9.2 Modelo

776336-01

7.3.2.9.3 Fabricante

National Instruments

7.3.2.9.4 Descrição Básica

Saída digital isolada opticamente.

7.3.2.9.5 Descrição Completa

Esta peça será utilizada para que seja possível a comunicação entre os encoders (entradas digitais) e o condicionador de sinais. Para que esta comunicação seja possível, também se faz necessário utilizar um adaptador de cabos (SC-2050).

7.3.2.10 Cabos

- Cabo blindado SH6868EP.

Cabo blindado, com dois terminais fêmeas de 68 pinos, série 0.050, D-type.

Disponíveis modelos com 1m ou 2m de comprimento. Serve para conectar a placa de aquisição de dados (PCI-6110) ao condicionador de sinais (SC-2311).

- Cabo de força 777036-01.

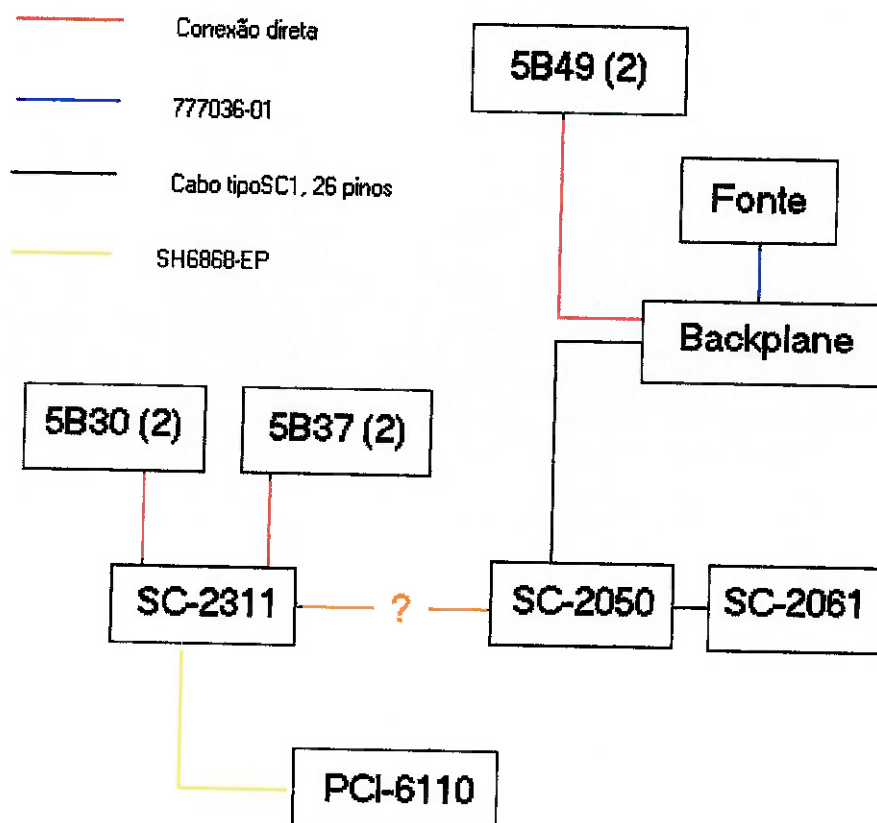
Este cabo será utilizado para conectar a fonte de alimentação à placa de aquisição de sinais.

- Cabo tipo SC1, 26 pinos, 0,4 metro. (2 unidades)

Utilizado para conectar o adaptador de cabos (SC-2050) à placa de aquisição de sinais e à saída digital (SC-2061).



7.3.3 Sugestão de montagem





8 Conclusão

Lamentavelmente, a conclusão deste trabalho está sendo feita antes que o projeto inicialmente proposto seja concluído.

Conforme citado no texto que este capítulo encerra, contratempos atrasaram sobremaneira o andamento do projeto, tornando inviável a realização de uma parte considerável da tarefa. Era esperado que, a esta altura, fosse possível contar com a máquina totalmente operante e calibrada, ou seja, pronta para realizar ensaios e fornecer dados confiáveis. Porém, o trabalho foi encerrado com novas especificações de peças, e mesmo estas não foram totalmente concluídas.

Para que pelo menos esta parte fosse concluída, ainda seria necessário um estudo melhor sobre o Módulo de Corrente e Tensão 5B49 e sobre o Adaptador de Cabos SC-2050, cujo funcionamento não foi estudado apropriadamente por falta de tempo hábil.

Ainda assim, o saldo final deste trabalho é, sem dúvida, positivo. Apesar do atraso considerável na parte de *hardware*, que por envolver financiamento externo fugiu de nosso controle, pode-se dizer que na área de *software* o que precisa ser feito é apenas a configuração do programa, algo que depende de constantes e dados que só serão conhecidos após a conclusão da parte de *hardware* e que requer muito pouco tempo para ser executado. Excetuando-se este ponto, toda a parte de aquisição de sinais via *software* e análise de dados está concluída.

Por fim, é preciso agradecer a colaboração de Celso R. Joaquim, Roberto Rudnei da Silva Jr. e Pedro Aureliano Tostes Pintão, que não foram citados anteriormente por não estarem envolvidos diretamente com este trabalho, mas que mesmo assim contribuíram bastante para que o mesmo fosse realizado.



9 Apêndice

9.1 Código da macro *TF_Macro1*

```
Sub TF_Macro1()  
,  
  
' TF_Macro1 Macro  
  
' Macro recorded 22/10/2001 by Luiz Gustavo de Souza  
,  
  
Dim NumerodeCiclos As Integer  
  
Dim LastRow As Integer  
  
Dim Ciclo01 As Integer  
  
Dim Ciclo02 As Integer  
  
Dim Ciclo03 As Integer  
  
Dim Ciclo04 As Integer  
  
Dim Ciclo05 As Integer  
  
Dim Ciclo06 As Integer  
  
Dim Ciclo07 As Integer  
  
Dim Ciclo08 As Integer  
  
Dim Ciclo09 As Integer  
  
Dim Ciclo10 As Integer  
,  
  
Sheets("Sheet2").Select  
  
Range("A1:AZ10040").Select  
  
Selection.ClearContents  
  
Range("A1").Select
```



```
With ActiveSheet.QueryTables.Add(Connection:="TEXT;C:\TF\Tf.txt",  
Destination_  
    :=Range("A1"))  
    .Name = "Tf_1"  
    .FieldNames = True  
    .RowNumbers = False  
    .FillAdjacentFormulas = False  
    .PreserveFormatting = True  
    .RefreshOnFileOpen = False  
    .RefreshStyle = xlInsertDeleteCells  
    .SavePassword = False  
    .SaveData = True  
    .AdjustColumnWidth = True  
    .RefreshPeriod = 0  
    .TextFilePromptOnRefresh = False  
    .TextFilePlatform = xlWindows  
    .TextFileStartRow = 1  
    .TextFileParseType = xlDelimited  
    .TextFileTextQualifier = xlTextQualifierDoubleQuote  
    .TextFileConsecutiveDelimiter = False  
    .TextFileTabDelimiter = True  
    .TextFileSemicolonDelimiter = True  
    .TextFileCommaDelimiter = False  
    .TextFileSpaceDelimiter = False
```



```
.TextFileColumnDataTypes = Array(1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1,
1, 1, 1, 1, 1, 1, _
1, 1, 1, 1, 1)

.Refresh BackgroundQuery:=False

End With

NumerodeCiclos = Cells.Find(What:="Número de Ciclos de Ensaio",
After:=ActiveCell, LookIn _
:=xlValues, LookAt:=xlPart, SearchOrder:=xlByColumns,
SearchDirection:= _
xlNext, MatchCase:=False).Row

NumerodeCiclos = NumerodeCiclos + 1

NumerodeCiclos = Cells(NumerodeCiclos, 1).Value

Sheets("Sheet3").Select

LastRow = Range("L1").Value

Sheets("Sheet2").Select

If (NumerodeCiclos >= 1) Then

Ciclo01 = Cells.Find(What:="Ciclo 01", After:=ActiveCell,
LookIn:=xlValues, LookAt _
:=xlPart, SearchOrder:=xlByColumns, SearchDirection:=xlNext,
MatchCase:= _
False).Row

End If

If (NumerodeCiclos >= 2) Then
```



```
Ciclo02    =    Cells.Find(What:="Ciclo    02",    After:=ActiveCell,
LookIn:=xlValues, LookAt _
            :=xlPart,    SearchOrder:=xlByColumns,    SearchDirection:=xlNext,
MatchCase:= _
            False).Row
End If

If (NumerodeCiclos >= 3) Then
    Ciclo03    =    Cells.Find(What:="Ciclo    03",    After:=ActiveCell,
LookIn:=xlValues, LookAt _
            :=xlPart,    SearchOrder:=xlByColumns,    SearchDirection:=xlNext,
MatchCase:= _
            False).Row
End If

If (NumerodeCiclos >= 4) Then
    Ciclo04    =    Cells.Find(What:="Ciclo    04",    After:=ActiveCell,
LookIn:=xlValues, LookAt _
            :=xlPart,    SearchOrder:=xlByColumns,    SearchDirection:=xlNext,
MatchCase:= _
            False).Row
End If

If (NumerodeCiclos >= 5) Then
    Ciclo05    =    Cells.Find(What:="Ciclo    05",    After:=ActiveCell,
LookIn:=xlValues, LookAt _
            :=xlPart,    SearchOrder:=xlByColumns,    SearchDirection:=xlNext,
MatchCase:= _
```



False).Row

End If

If (NumerodeCiclos >= 6) Then

Ciclo06 = Cells.Find(What:="Ciclo 06", After:=ActiveCell,

LookIn:=xlValues, LookAt _

:=xlPart, SearchOrder:=xlByColumns, SearchDirection:=xlNext,

MatchCase:= _

False).Row

End If

If (NumerodeCiclos >= 7) Then

Ciclo07 = Cells.Find(What:="Ciclo 07", After:=ActiveCell,

LookIn:=xlValues, LookAt _

:=xlPart, SearchOrder:=xlByColumns, SearchDirection:=xlNext,

MatchCase:= _

False).Row

End If

If (NumerodeCiclos >= 8) Then

Ciclo08 = Cells.Find(What:="Ciclo 08", After:=ActiveCell,

LookIn:=xlValues, LookAt _

:=xlPart, SearchOrder:=xlByColumns, SearchDirection:=xlNext,

MatchCase:= _

False).Row

End If

If (NumerodeCiclos >= 9) Then



```
Ciclo09    =    Cells.Find(What:="Ciclo    09",    After:=ActiveCell,
LookIn:=xlValues, LookAt _
            :=xlPart,    SearchOrder:=xlByColumns,    SearchDirection:=xlNext,
MatchCase:= _
            False).Row
End If

If (NumerodeCiclos >= 10) Then
    Ciclo10    =    Cells.Find(What:="Ciclo    10",    After:=ActiveCell,
LookIn:=xlValues, LookAt _
            :=xlPart,    SearchOrder:=xlByColumns,    SearchDirection:=xlNext,
MatchCase:= _
            False).Row
End If

LastRow = LastRow - 2

Sheets("Sheet3").Select
If NumerodeCiclos >= 1 Then
    Range("A1").Value = Ciclo01 + 1
Else
    Range("A1").Value = LastRow
End If
If NumerodeCiclos >= 2 Then
    Range("A2").Value = Ciclo02 - 3
    Range("B1").Value = Ciclo02 + 1
```



Else

Range("A2").Value = LastRow

Range("B1").Value = LastRow

End If

If NumerodeCiclos >= 3 Then

Range("B2").Value = Ciclo03 - 3

Range("C1").Value = Ciclo03 + 1

Else

Range("B2").Value = LastRow

Range("C1").Value = LastRow

End If

If NumerodeCiclos >= 4 Then

Range("C2").Value = Ciclo04 - 3

Range("D1").Value = Ciclo04 + 1

Else

Range("C2").Value = LastRow

Range("D1").Value = LastRow

End If

If NumerodeCiclos >= 5 Then

Range("D2").Value = Ciclo05 - 3

Range("E1").Value = Ciclo05 + 1

Else

Range("D2").Value = LastRow

Range("E1").Value = LastRow

End If



If NumerodeCiclos $\geq$ 6 Then

Range("E2").Value = Ciclo06 - 3

Range("F1").Value = Ciclo06 + 1

Else

Range("E2").Value = LastRow

Range("F1").Value = LastRow

End If

If NumerodeCiclos $\geq$ 7 Then

Range("F2").Value = Ciclo07 - 3

Range("G1").Value = Ciclo07 + 1

Else

Range("F2").Value = LastRow

Range("G1").Value = LastRow

End If

If NumerodeCiclos $\geq$ 8 Then

Range("G2").Value = Ciclo08 - 3

Range("H1").Value = Ciclo08 + 1

Else

Range("G2").Value = LastRow

Range("H1").Value = LastRow

End If

If NumerodeCiclos $\geq$ 9 Then

Range("H2").Value = Ciclo09 - 3

Range("I1").Value = Ciclo09 + 1

Else



Range("H2").Value = LastRow

Range("I1").Value = LastRow

End If

If NumerodeCiclos >= 10 Then

Range("I2").Value = Ciclo10 - 3

Range("J1").Value = Ciclo10 + 1

Else

Range("I2").Value = LastRow

Range("J1").Value = LastRow

End If

Sheets("Sheet2").Select

If NumerodeCiclos >= 1 Then

If NumerodeCiclos >= 2 Then

Range("AA1").Value = Cells(Ciclo2 - 3, 22).Value

If NumerodeCiclos >= 3 Then

Range("AA2").Value = Cells(Ciclo3 - 3, 22).Value - Cells(Ciclo2 - 3,
22).Value

If NumerodeCiclos >= 4 Then

Range("AA3").Value = Cells(Ciclo4 - 3, 22).Value - Cells(Ciclo3 -
3, 22).Value

If NumerodeCiclos >= 5 Then

Range("AA4").Value = Cells(Ciclo5 - 3, 22).Value - Cells(Ciclo4
- 3, 22).Value

If NumerodeCiclos >= 6 Then



```
Range("AA5").Value = Cells(Ciclo6 - 3, 22).Value -  
Cells(Ciclo5 - 3, 22).Value  
  
If NumerodeCiclos >= 7 Then  
    Range("AA6").Value = Cells(Ciclo7 - 3, 22).Value -  
Cells(Ciclo6 - 3, 22).Value  
  
    If NumerodeCiclos >= 8 Then  
        Range("AA7").Value = Cells(Ciclo8 - 3, 22).Value -  
Cells(Ciclo7 - 3, 22).Value  
  
        If NumerodeCiclos >= 9 Then  
            Range("AA8").Value = Cells(Ciclo9 - 3, 22).Value -  
Cells(Ciclo8 - 3, 22).Value  
  
            If NumerodeCiclos >= 10 Then  
                Range("AA9").Value = Cells(Ciclo10 - 3, 22).Value  
                - Cells(Ciclo9 - 3, 22).Value  
  
                Range("AA10").Value = Cells(LastRow, 22).Value -  
Cells(Ciclo9 - 3, 22).Value  
  
            Else  
                Range("AA9").Value = Cells(LastRow, 22).Value -  
Cells(Ciclo9 - 3, 22).Value  
  
                Range("AA10").Value = 0  
  
            End If  
  
        Else  
            Range("AA8").Value = Cells(LastRow, 22).Value -  
Cells(Ciclo8 - 3, 22).Value  
  
            Range("AA9").Value = 0
```



Range("AA10").Value = 0

End If

Else

Range("AA7").Value = Cells(LastRow, 22).Value -

Cells(Ciclo7 - 3, 22).Value

Range("AA8").Value = 0

Range("AA9").Value = 0

Range("AA10").Value = 0

End If

Else

Range("AA6").Value = Cells(LastRow, 22).Value -

Cells(Ciclo6 - 3, 22).Value

Range("AA7").Value = 0

Range("AA8").Value = 0

Range("AA9").Value = 0

Range("AA10").Value = 0

End If

Else

Range("AA5").Value = Cells(LastRow, 22).Value -

Cells(Ciclo5 - 3, 22).Value

Range("AA6").Value = 0

Range("AA7").Value = 0

Range("AA8").Value = 0

Range("AA9").Value = 0

Range("AA10").Value = 0



End If

Else

Range("AA4").Value = Cells(LastRow, 22).Value - Cells(Ciclo4
- 3, 22).Value

Range("AA5").Value = 0

Range("AA6").Value = 0

Range("AA7").Value = 0

Range("AA8").Value = 0

Range("AA9").Value = 0

Range("AA10").Value = 0

End If

Else

Range("AA3").Value = Cells(LastRow, 22).Value - Cells(Ciclo3 -
3, 22).Value

Range("AA4").Value = 0

Range("AA5").Value = 0

Range("AA6").Value = 0

Range("AA7").Value = 0

Range("AA8").Value = 0

Range("AA9").Value = 0

Range("AA10").Value = 0

End If

Else



Range("AA2").Value = Cells(LastRow, 22).Value - Cells(Ciclo2 - 3,
22).Value

Range("AA3").Value = 0

Range("AA4").Value = 0

Range("AA5").Value = 0

Range("AA6").Value = 0

Range("AA7").Value = 0

Range("AA8").Value = 0

Range("AA9").Value = 0

Range("AA10").Value = 0

End If

Else

Range("AA1").Value = Cells(LastRow, 22).Value

Range("AA2").Value = 0

Range("AA3").Value = 0

Range("AA4").Value = 0

Range("AA5").Value = 0

Range("AA6").Value = 0

Range("AA7").Value = 0

Range("AA8").Value = 0

Range("AA9").Value = 0

Range("AA10").Value = 0

End If

Else

Range("AA1").Value = 0



End If

Range("AA1").Select

Selection.Copy

Sheets("Sheet1").Select

Range("A87").Select

ActiveSheet.Paste

Sheets("Sheet2").Select

Range("AA2").Select

Selection.Copy

Sheets("Sheet1").Select

Range("B87").Select

ActiveSheet.Paste

Sheets("Sheet2").Select

Range("AA3").Select

Selection.Copy

Sheets("Sheet1").Select

Range("C87").Select

ActiveSheet.Paste

Sheets("Sheet2").Select

Range("AA4").Select

Selection.Copy

Sheets("Sheet1").Select

Range("D87").Select

ActiveSheet.Paste



Sheets("Sheet2").Select
Range("AA5").Select
Selection.Copy
Sheets("Sheet1").Select
Range("E87").Select
ActiveSheet.Paste
Sheets("Sheet2").Select
Range("AA6").Select
Selection.Copy
Sheets("Sheet1").Select
Range("F87").Select
ActiveSheet.Paste
Sheets("Sheet2").Select
Range("AA7").Select
Selection.Copy
Sheets("Sheet1").Select
Range("G87").Select
ActiveSheet.Paste
Sheets("Sheet2").Select
Range("AA8").Select
Selection.Copy
Sheets("Sheet1").Select
Range("H87").Select
ActiveSheet.Paste
Sheets("Sheet2").Select



```
Range("AA9").Select
Selection.Copy
Sheets("Sheet1").Select
Range("I87").Select
ActiveSheet.Paste
Sheets("Sheet2").Select
Range("AA10").Select
Selection.Copy
Sheets("Sheet1").Select
Range("J87").Select
ActiveSheet.Paste
Range("A87:J87").Select
With Selection.Interior
    .ColorIndex = 15
    .Pattern = xlSolid
End With
Selection.Borders(xlDiagonalDown).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlDiagonalUp).LineStyle = xlNone
With Selection.Borders(xlEdgeLeft)
    .LineStyle = xlContinuous
    .Weight = xlThick
    .ColorIndex = 6
End With
With Selection.Borders(xlEdgeTop)
    .LineStyle = xlContinuous
```



```
.Weight = xlThick

.ColorIndex = 6

End With

With Selection.Borders(xlEdgeBottom)

.LineStyle = xlContinuous

.Weight = xlThick

.ColorIndex = 6

End With

With Selection.Borders(xlEdgeRight)

.LineStyle = xlContinuous

.Weight = xlThick

.ColorIndex = 6

End With

With Selection.Borders(xlInsideVertical)

.LineStyle = xlContinuous

.Weight = xlThick

.ColorIndex = 6

End With

Sheets("Sheet3").Select

Range("J2").Value = LastRow

Range("K1").Value = NumerodeCiclos

Sheets("Sheet1").Select

If NumerodeCiclos >= 1 Then

    ActiveSheet.Ciclo1.Value = True
```



Else

ActiveSheet.Ciclo1.Value = False

End If

If NumerodeCiclos >= 2 Then

ActiveSheet.Ciclo2.Value = True

Else

ActiveSheet.Ciclo2.Value = False

End If

If NumerodeCiclos >= 3 Then

ActiveSheet.Ciclo3.Value = True

Else

ActiveSheet.Ciclo3.Value = False

End If

If NumerodeCiclos >= 4 Then

ActiveSheet.Ciclo4.Value = True

Else

ActiveSheet.Ciclo4.Value = False

End If

If NumerodeCiclos >= 5 Then

ActiveSheet.Ciclo5.Value = True

Else

ActiveSheet.Ciclo5.Value = False

End If

If NumerodeCiclos >= 6 Then

ActiveSheet.Ciclo6.Value = True



Else

ActiveSheet.Ciclo6.Value = False

End If

If NumerodeCiclos >= 7 Then

ActiveSheet.Ciclo7.Value = True

Else

ActiveSheet.Ciclo7.Value = False

End If

If NumerodeCiclos >= 8 Then

ActiveSheet.Ciclo8.Value = True

Else

ActiveSheet.Ciclo8.Value = False

End If

If NumerodeCiclos >= 9 Then

ActiveSheet.Ciclo9.Value = True

Else

ActiveSheet.Ciclo9.Value = False

End If

If NumerodeCiclos >= 10 Then

ActiveSheet.Ciclo10.Value = True

Else

ActiveSheet.Ciclo10.Value = False

End If

ActiveSheet.XVelDes.Value = True



ActiveSheet.YVelDes.Value = True

ActiveSheet.NumeroDentesAsfalto.Value = True

ActiveWindow.ScrollRow = 1

Range("A8").Select

End Sub

9.2 Código da macro TF_Macro2

Sub TF_Macro2()

,

' TF_Macro2 Macro

' Macro recorded 23/10/2001 by Luiz Gustavo de Souza

,

Dim XCol As Integer

Dim YCol As Integer

Dim XRow As Integer

Dim YRow As Integer

Dim NumerodeCiclos As Integer

Dim Ciclo1Inicio As Integer

Dim Ciclo1Fim As Integer

Dim Ciclo2Inicio As Integer

Dim Ciclo2Fim As Integer

Dim Ciclo3Inicio As Integer

Dim Ciclo3Fim As Integer

Dim Ciclo4Inicio As Integer



Dim Ciclo4Fim As Integer

Dim Ciclo5Inicio As Integer

Dim Ciclo5Fim As Integer

Dim Ciclo6Inicio As Integer

Dim Ciclo6Fim As Integer

Dim Ciclo7Inicio As Integer

Dim Ciclo7Fim As Integer

Dim Ciclo8Inicio As Integer

Dim Ciclo8Fim As Integer

Dim Ciclo9Inicio As Integer

Dim Ciclo9Fim As Integer

Dim Ciclo10Inicio As Integer

Dim Ciclo10Fim As Integer

Dim ChartTitle As String

Dim XTitle As String

Dim YTitle As String

Sheets("Sheet3").Select

Range("A4:A10005").Select

Selection.ClearContents

Range("F4:F10005").Select

Selection.ClearContents

Sheets("Sheet1").Select



Lendo variável relativa ao Eixo X

If ActiveSheet.XVelDes.Value = True Then

 XCol = 1

End If

If ActiveSheet.XCarga.Value = True Then

 XCol = 2

End If

If ActiveSheet.XFArrasto.Value = True Then

 XCol = 3

End If

If ActiveSheet.XTAsfalto.Value = True Then

 XCol = 4

End If

If ActiveSheet.XVAsfalto.Value = True Then

 XCol = 5

End If

If ActiveSheet.XCPCAnteriorAsfalto.Value = True Then

 XCol = 6

End If

If ActiveSheet.XCPCAtualAsfalto.Value = True Then

 XCol = 7

End If

If ActiveSheet.XDifPulsosAsfalto.Value = True Then

 XCol = 8



End If

If ActiveSheet.XTPneu.Value = True Then

XCol = 9

End If

If ActiveSheet.XVPneu.Value = True Then

XCol = 10

End If

If ActiveSheet.XCPCAnteriorPneu.Value = True Then

XCol = 11

End If

If ActiveSheet.XCPCAtualPneu.Value = True Then

XCol = 12

End If

If ActiveSheet.XDifPulsosPneu.Value = True Then

XCol = 13

End If

If ActiveSheet.XErroAnterior.Value = True Then

XCol = 14

End If

If ActiveSheet.XSEA.Value = True Then

XCol = 15

End If

If ActiveSheet.XIntervalodeTempo.Value = True Then

XCol = 16

End If



If ActiveSheet.XP.Value = True Then

XCol = 17

End If

If ActiveSheet.XI.Value = True Then

XCol = 18

End If

If ActiveSheet.XD.Value = True Then

XCol = 19

End If

If ActiveSheet.XDistancia.Value = True Then

XCol = 20

End If

If ActiveSheet.XVttagem.Value = True Then

XCol = 21

End If

If ActiveSheet.XTempo.Value = True Then

XCol = 22

End If

If ActiveSheet.XDifVelocidades.Value = True Then

XCol = 23

End If

Lendo variável relativa ao Eixo Y

If ActiveSheet.YVelDes.Value = True Then

YCol = 1



End If

If ActiveSheet.YCarga.Value = True Then

YCol = 2

End If

If ActiveSheet.YFArrasto.Value = True Then

YCol = 3

End If

If ActiveSheet.YTAsfalto.Value = True Then

YCol = 4

End If

If ActiveSheet.YVAsfalto.Value = True Then

YCol = 5

End If

If ActiveSheet.YCPCAnteriorAsfalto.Value = True Then

YCol = 6

End If

If ActiveSheet.YCPCAtualAsfalto.Value = True Then

YCol = 7

End If

If ActiveSheet.YDifPulsosAsfalto.Value = True Then

YCol = 8

End If

If ActiveSheet.YTPneu.Value = True Then

YCol = 9

End If



If ActiveSheet.YVPneu.Value = True Then

YCol = 10

End If

If ActiveSheet.YCPCAnteriorPneu.Value = True Then

YCol = 11

End If

If ActiveSheet.YCPCAtualPneu.Value = True Then

YCol = 12

End If

If ActiveSheet.YDifPulsosPneu.Value = True Then

YCol = 13

End If

If ActiveSheet.YErroAnterior.Value = True Then

YCol = 14

End If

If ActiveSheet.YSEA.Value = True Then

YCol = 15

End If

If ActiveSheet.YIntervaloTempo.Value = True Then

YCol = 16

End If

If ActiveSheet.YP.Value = True Then

YCol = 17

End If

If ActiveSheet.YI.Value = True Then



```
YCol = 18

End If

If ActiveSheet.YD.Value = True Then

    YCol = 19

End If

If ActiveSheet.YDistancia.Value = True Then

    YCol = 20

End If

If ActiveSheet.YVtagem.Value = True Then

    YCol = 21

End If

If ActiveSheet.YTempoDecorrido.Value = True Then

    YCol = 22

End If

If ActiveSheet.YDifVel.Value = True Then

    YCol = 23

End If


Sheets("Sheet2").Select
XTitle = Cells(2, XCol).Value
Cells(2, XCol).Select
Selection.Copy
Sheets("Sheet3").Select
Cells(4, 1).Select
ActiveSheet.Paste
```



Sheets("Sheet2").Select

YTitle = Cells(2, YCol).Value

Cells(2, YCol).Select

Selection.Copy

Sheets("Sheet3").Select

Cells(4, 6).Select

ActiveSheet.Paste

Sheets("Sheet3").Select

CharTitle = YTitle + " / " + XTitle

Ciclo1Inicio = Cells(1, 1).Value

Ciclo1Fim = Cells(2, 1).Value

Ciclo2Inicio = Cells(1, 2).Value

Ciclo2Fim = Cells(2, 2).Value

Ciclo3Inicio = Cells(1, 3).Value

Ciclo3Fim = Cells(2, 3).Value

Ciclo4Inicio = Cells(1, 4).Value

Ciclo4Fim = Cells(2, 4).Value

Ciclo5Inicio = Cells(1, 5).Value

Ciclo5Fim = Cells(2, 5).Value

Ciclo6Inicio = Cells(1, 6).Value

Ciclo6Fim = Cells(2, 6).Value

Ciclo7Inicio = Cells(1, 7).Value

Ciclo7Fim = Cells(2, 7).Value



Ciclo8Inicio = Cells(1, 8).Value

Ciclo8Fim = Cells(2, 8).Value

Ciclo9Inicio = Cells(1, 9).Value

Ciclo9Fim = Cells(2, 9).Value

Ciclo10Inicio = Cells(1, 10).Value

Ciclo10Fim = Cells(2, 10).Value

NumerodeCiclos = Cells(1, 11).Value

XRow = 5

YRow = 5

Sheets("Sheet1").Select

If NumerodeCiclos < 1 Then

 ActiveSheet.Ciclo1.Value = False

End If

If NumerodeCiclos < 2 Then

 ActiveSheet.Ciclo2.Value = False

End If

If NumerodeCiclos < 3 Then

 ActiveSheet.Ciclo3.Value = False

End If

If NumerodeCiclos < 4 Then

 ActiveSheet.Ciclo4.Value = False



End If

If NumerodeCiclos < 5 Then

ActiveSheet.Ciclo5.Value = False

End If

If NumerodeCiclos < 6 Then

ActiveSheet.Ciclo6.Value = False

End If

If NumerodeCiclos < 7 Then

ActiveSheet.Ciclo7.Value = False

End If

If NumerodeCiclos < 8 Then

ActiveSheet.Ciclo8.Value = False

End If

If NumerodeCiclos < 9 Then

ActiveSheet.Ciclo9.Value = False

End If

If NumerodeCiclos < 10 Then

ActiveSheet.Ciclo10.Value = False

End If

'Copiando valores relativos ao Eixo X e ao Ciclo 1

If NumerodeCiclos >= 1 Then

If ActiveSheet.Ciclo1.Value = True Then

Sheets("Sheet2").Select

Range(Cells(Ciclo1Inicio + 1, XCol), Cells(Ciclo1Fim, XCol)).Select



```
Selection.Copy

Sheets("Sheet3").Select

Cells(XRow, 1).Select

ActiveSheet.Paste

XRow = XRow + (Ciclo1Fim - Ciclo1Inicio)

Sheets("Sheet1").Select

End If

End If

'Copiando valores relativos ao Eixo X e ao Ciclo 2

If NumerodeCiclos >= 2 Then

    If ActiveSheet.Ciclo2.Value = True Then

        Sheets("Sheet2").Select

        Range(Cells(Ciclo2Inicio + 1, XCol), Cells(Ciclo2Fim, XCol)).Select

        Selection.Copy

        Sheets("Sheet3").Select

        Cells(XRow, 1).Select

        ActiveSheet.Paste

        XRow = XRow + (Ciclo2Fim - Ciclo2Inicio)

        Sheets("Sheet1").Select

    End If

End If

'Copiando valores relativos ao Eixo X e ao Ciclo 3

If NumerodeCiclos >= 3 Then

    If ActiveSheet.Ciclo3.Value = True Then

        Sheets("Sheet2").Select
```



Range(Cells(Ciclo3Inicio + 1, XCol), Cells(Ciclo3Fim, XCol)).Select

Selection.Copy

Sheets("Sheet3").Select

Cells(XRow, 1).Select

ActiveSheet.Paste

XRow = XRow + (Ciclo3Fim - Ciclo3Inicio)

Sheets("Sheet1").Select

End If

End If

'Copiando valores relativos ao Eixo X e ao Ciclo 4

If NumerodeCiclos >= 4 Then

If ActiveSheet.Ciclo4.Value = True Then

Sheets("Sheet2").Select

Range(Cells(Ciclo4Inicio + 1, XCol), Cells(Ciclo4Fim, XCol)).Select

Selection.Copy

Sheets("Sheet3").Select

Cells(XRow, 1).Select

ActiveSheet.Paste

XRow = XRow + (Ciclo4Fim - Ciclo4Inicio)

Sheets("Sheet1").Select

End If

End If

'Copiando valores relativos ao Eixo X e ao Ciclo 5

If NumerodeCiclos >= 5 Then

If ActiveSheet.Ciclo5.Value = True Then



```
Sheets("Sheet2").Select

Range(Cells(Ciclo5Inicio + 1, XCol), Cells(Ciclo5Fim, XCol)).Select

Selection.Copy

Sheets("Sheet3").Select

Cells(XRow, 1).Select

ActiveSheet.Paste

XRow = XRow + (Ciclo5Fim - Ciclo5Inicio)

Sheets("Sheet1").Select

End If

End If

'Copiando valores relativos ao Eixo X e ao Ciclo 6

If NumerodeCiclos >= 6 Then

    If ActiveSheet.Ciclo6.Value = True Then

        Sheets("Sheet2").Select

        Range(Cells(Ciclo6Inicio + 1, XCol), Cells(Ciclo6Fim, XCol)).Select

        Selection.Copy

        Sheets("Sheet3").Select

        Cells(XRow, 1).Select

        ActiveSheet.Paste

        XRow = XRow + (Ciclo6Fim - Ciclo6Inicio)

        Sheets("Sheet1").Select

    End If

End If

'Copiando valores relativos ao Eixo X e ao Ciclo 7

If NumerodeCiclos >= 7 Then
```



If ActiveSheet.Ciclo7.Value = True Then

Sheets("Sheet2").Select

Range(Cells(Ciclo7Inicio + 1, XCol), Cells(Ciclo7Fim, XCol)).Select

Selection.Copy

Sheets("Sheet3").Select

Cells(XRow, 1).Select

ActiveSheet.Paste

XRow = XRow + (Ciclo7Fim - Ciclo7Inicio)

Sheets("Sheet1").Select

End If

End If

'Copiando valores relativos ao Eixo X e ao Ciclo 8

If NumerodeCiclos >= 8 Then

If ActiveSheet.Ciclo8.Value = True Then

Sheets("Sheet2").Select

Range(Cells(Ciclo8Inicio + 1, XCol), Cells(Ciclo8Fim, XCol)).Select

Selection.Copy

Sheets("Sheet3").Select

Cells(XRow, 1).Select

ActiveSheet.Paste

XRow = XRow + (Ciclo8Fim - Ciclo8Inicio)

Sheets("Sheet1").Select

End If

End If

'Copiando valores relativos ao Eixo X e ao Ciclo 9



If NumerodeCiclos >= 9 Then

If ActiveSheet.Ciclo9.Value = True Then

Sheets("Sheet2").Select

Range(Cells(Ciclo9Inicio + 1, XCol), Cells(Ciclo9Fim, XCol)).Select

Selection.Copy

Sheets("Sheet3").Select

Cells(XRow, 1).Select

ActiveSheet.Paste

XRow = XRow + (Ciclo9Fim - Ciclo9Inicio)

Sheets("Sheet1").Select

End If

End If

'Copiando valores relativos ao Eixo X e ao Ciclo 10

If NumerodeCiclos >= 10 Then

If ActiveSheet.Ciclo10.Value = True Then

Sheets("Sheet2").Select

Range(Cells(Ciclo10Inicio + 1, XCol), Cells(Ciclo10Fim, XCol)).Select

Selection.Copy

Sheets("Sheet3").Select

Cells(XRow, 1).Select

ActiveSheet.Paste

XRow = XRow + (Ciclo10Fim - Ciclo10Inicio)

Sheets("Sheet1").Select

End If

End If



'Copiando valores relativos ao Eixo Y e ao Ciclo 1

If NumerodeCiclos >= 1 Then

If ActiveSheet.Ciclo1.Value = True Then

Sheets("Sheet2").Select

Range(Cells(Ciclo1Inicio + 1, YCol), Cells(Ciclo1Fim, YCol)).Select

Selection.Copy

Sheets("Sheet3").Select

Cells(YRow, 6).Select

ActiveSheet.Paste

YRow = YRow + (Ciclo1Fim - Ciclo1Inicio)

Sheets("Sheet1").Select

End If

End If

'Copiando valores relativos ao Eixo Y e ao Ciclo 2

If NumerodeCiclos >= 2 Then

If ActiveSheet.Ciclo2.Value = True Then

Sheets("Sheet2").Select

Range(Cells(Ciclo2Inicio + 1, YCol), Cells(Ciclo2Fim, YCol)).Select

Selection.Copy

Sheets("Sheet3").Select

Cells(YRow, 6).Select

ActiveSheet.Paste

YRow = YRow + (Ciclo2Fim - Ciclo2Inicio)

Sheets("Sheet1").Select



End If

End If

'Copiando valores relativos ao Eixo Y e ao Ciclo 3

If NumerodeCiclos >= 3 Then

If ActiveSheet.Ciclo3.Value = True Then

Sheets("Sheet2").Select

Range(Cells(Ciclo3Inicio + 1, YCol), Cells(Ciclo3Fim, YCol)).Select

Selection.Copy

Sheets("Sheet3").Select

Cells(YRow, 6).Select

ActiveSheet.Paste

YRow = YRow + (Ciclo3Fim - Ciclo3Inicio)

Sheets("Sheet1").Select

End If

End If

'Copiando valores relativos ao Eixo Y e ao Ciclo 4

If NumerodeCiclos >= 4 Then

If ActiveSheet.Ciclo4.Value = True Then

Sheets("Sheet2").Select

Range(Cells(Ciclo4Inicio + 1, YCol), Cells(Ciclo4Fim, YCol)).Select

Selection.Copy

Sheets("Sheet3").Select

Cells(YRow, 6).Select

ActiveSheet.Paste

YRow = YRow + (Ciclo4Fim - Ciclo4Inicio)



Sheets("Sheet1").Select

End If

End If

'Copiando valores relativos ao Eixo Y e ao Ciclo 5

If NumerodeCiclos >= 5 Then

If ActiveSheet.Ciclo5.Value = True Then

Sheets("Sheet2").Select

Range(Cells(Ciclo5Inicio + 1, YCol), Cells(Ciclo5Fim, YCol)).Select

Selection.Copy

Sheets("Sheet3").Select

Cells(YRow, 6).Select

ActiveSheet.Paste

YRow = YRow + (Ciclo5Fim - Ciclo5Inicio)

Sheets("Sheet1").Select

End If

End If

'Copiando valores relativos ao Eixo Y e ao Ciclo 6

If NumerodeCiclos >= 6 Then

If ActiveSheet.Ciclo6.Value = True Then

Sheets("Sheet2").Select

Range(Cells(Ciclo6Inicio + 1, YCol), Cells(Ciclo6Fim, YCol)).Select

Selection.Copy

Sheets("Sheet3").Select

Cells(YRow, 6).Select

ActiveSheet.Paste



YRow = YRow + (Ciclo6Fim - Ciclo6Inicio)

Sheets("Sheet1").Select

End If

End If

'Copiando valores relativos ao Eixo Y e ao Ciclo 7

If NumerodeCiclos >= 7 Then

If ActiveSheet.Ciclo7.Value = True Then

Sheets("Sheet2").Select

Range(Cells(Ciclo7Inicio + 1, YCol), Cells(Ciclo7Fim, YCol)).Select

Selection.Copy

Sheets("Sheet3").Select

Cells(YRow, 6).Select

ActiveSheet.Paste

YRow = YRow + (Ciclo7Fim - Ciclo7Inicio)

Sheets("Sheet1").Select

End If

End If

'Copiando valores relativos ao Eixo Y e ao Ciclo 8

If NumerodeCiclos >= 8 Then

If ActiveSheet.Ciclo8.Value = True Then

Sheets("Sheet2").Select

Range(Cells(Ciclo8Inicio + 1, YCol), Cells(Ciclo8Fim, YCol)).Select

Selection.Copy

Sheets("Sheet3").Select

Cells(YRow, 6).Select



ActiveSheet.Paste

YRow = YRow + (Ciclo8Fim - Ciclo8Inicio)

Sheets("Sheet1").Select

End If

End If

'Copiando valores relativos ao Eixo Y e ao Ciclo 9

If NumerodeCiclos >= 9 Then

If ActiveSheet.Ciclo9.Value = True Then

Sheets("Sheet2").Select

Range(Cells(Ciclo9Inicio + 1, YCol), Cells(Ciclo9Fim, YCol)).Select

Selection.Copy

Sheets("Sheet3").Select

Cells(YRow, 6).Select

ActiveSheet.Paste

YRow = YRow + (Ciclo9Fim - Ciclo9Inicio)

Sheets("Sheet1").Select

End If

End If

'Copiando valores relativos ao Eixo Y e ao Ciclo 10

If NumerodeCiclos >= 10 Then

If ActiveSheet.Ciclo10.Value = True Then

Sheets("Sheet2").Select

Range(Cells(Ciclo10Inicio + 1, YCol), Cells(Ciclo10Fim, YCol)).Select

Selection.Copy

Sheets("Sheet3").Select



Cells(YRow, 6).Select

ActiveSheet.Paste

YRow = YRow + (Ciclo10Fim - Ciclo10Inicio)

Sheets("Sheet1").Select

End If

End If

XRow = XRow - 1

YRow = YRow - 1

'Criando o Gráfico de X por Y

Charts.Add

ActiveChart.ChartType = xlXYScatterSmooth

ActiveChart.SetSourceData

Source:=Sheets("Sheet3").Range("A4:A10005,F4:F10005"), _

PlotBy:=xlColumns

ActiveChart.SeriesCollection(1).XValues = "=Sheet3!R5C1:R" & XRow &

"C1"

ActiveChart.SeriesCollection(1).Values = "=Sheet3!R5C6:R" & YRow &

"C6"

ActiveChart.SeriesCollection(1).Name = "=Sheet3!R4C6"

ActiveChart.Location Where:=xlLocationAsNewSheet

With ActiveChart

.HasTitle = True

.ChartTitle.Characters.Text = CharTitle



```
.Axes(xlCategory, xlPrimary).HasTitle = True

.Axes(xlCategory, xlPrimary).AxisTitle.Characters.Text = XTitle

.Axes(xlValue, xlPrimary).HasTitle = True

.Axes(xlValue, xlPrimary).AxisTitle.Characters.Text = YTitle

End With

With ActiveChart.Axes(xlCategory)

.HasMajorGridlines = True

.HasMinorGridlines = False

End With

With ActiveChart.Axes(xlValue)

.HasMajorGridlines = True

.HasMinorGridlines = False

End With

End Sub
```

9.3 Código da macro *TF_Macro3*

```
Sub TF_Macro3()

'

' TF_Macro3 Macro

' Macro recorded 23/10/2001 by Luiz Gustavo de Souza

'

'

Dim YCol As Integer

Dim NumerodeCiclos As Integer
```



Dim Ciclo1Fim As Integer

Dim Ciclo2Fim As Integer

Dim Ciclo3Fim As Integer

Dim Ciclo4Fim As Integer

Dim Ciclo5Fim As Integer

Dim Ciclo6Fim As Integer

Dim Ciclo7Fim As Integer

Dim Ciclo8Fim As Integer

Dim Ciclo9Fim As Integer

Dim Ciclo10Fim As Integer

Sheets("Sheet3").Select

Ciclo1Fim = Cells(2, 1).Value + 2

Ciclo2Fim = Cells(2, 2).Value + 2

Ciclo3Fim = Cells(2, 3).Value + 2

Ciclo4Fim = Cells(2, 4).Value + 2

Ciclo5Fim = Cells(2, 5).Value + 2

Ciclo6Fim = Cells(2, 6).Value + 2

Ciclo7Fim = Cells(2, 7).Value + 2

Ciclo8Fim = Cells(2, 8).Value + 2

Ciclo9Fim = Cells(2, 9).Value + 2

Ciclo10Fim = Cells(2, 10).Value + 2

NumerodeCiclos = Cells(1, 11).Value



```
Sheets("Sheet1").Select  
  
If NumerodeCiclos < 1 Then  
    ActiveSheet.Ciclo1.Value = False  
End If  
  
If NumerodeCiclos < 2 Then  
    ActiveSheet.Ciclo2.Value = False  
End If  
  
If NumerodeCiclos < 3 Then  
    ActiveSheet.Ciclo3.Value = False  
End If  
  
If NumerodeCiclos < 4 Then  
    ActiveSheet.Ciclo4.Value = False  
End If  
  
If NumerodeCiclos < 5 Then  
    ActiveSheet.Ciclo5.Value = False  
End If  
  
If NumerodeCiclos < 6 Then  
    ActiveSheet.Ciclo6.Value = False  
End If  
  
If NumerodeCiclos < 7 Then  
    ActiveSheet.Ciclo7.Value = False  
End If  
  
If NumerodeCiclos < 8 Then  
    ActiveSheet.Ciclo8.Value = False
```



End If

If NumerodeCiclos < 9 Then

 ActiveSheet.Ciclo9.Value = False

End If

If NumerodeCiclos < 10 Then

 ActiveSheet.Ciclo10.Value = False

End If

Lendo parâmetro desejado

If ActiveSheet.NumeroDentesAsfalto.Value = True Then

 YCol = 2

End If

If ActiveSheet.RaioAsfalto.Value = True Then

 YCol = 3

End If

If ActiveSheet.NumeroDentesPneu.Value = True Then

 YCol = 4

End If

If ActiveSheet.RaioPneu.Value = True Then

 YCol = 5

End If

If ActiveSheet.LimSup.Value = True Then

 YCol = 6

End If

If ActiveSheet.LimInf.Value = True Then



YCol = 7

End If

If ActiveSheet.Cambagem.Value = True Then

YCol = 8

End If

If ActiveSheet.AnguloDivergencia.Value = True Then

YCol = 9

End If

If ActiveSheet.DiametroInicio.Value = True Then

YCol = 10

End If

If ActiveSheet.DiametroFinal.Value = True Then

YCol = 11

End If

If ActiveSheet.DiminuicaoDiametro.Value = True Then

YCol = 12

End If

If ActiveSheet.EspessuraInicio.Value = True Then

YCol = 13

End If

If ActiveSheet.EspessuraFinal.Value = True Then

YCol = 14

End If

If ActiveSheet.DiminuicaoEspessura.Value = True Then

YCol = 15



End If

If ActiveSheet.MassaInicio.Value = True Then

YCol = 16

End If

If ActiveSheet.MassaFinal.Value = True Then

YCol = 17

End If

If ActiveSheet.DiminuicaoMassa.Value = True Then

YCol = 18

End If

If ActiveSheet.DiminuicaoTotalDiametro.Value = True Then

YCol = 19

End If

If ActiveSheet.DiminuicaoTotalEspessura.Value = True Then

YCol = 20

End If

If ActiveSheet.DiminuicaoTotalMassa.Value = True Then

YCol = 21

End If

If ActiveSheet.NumeroPneu.Value = True Then

YCol = 22

End If

If ActiveSheet.NumeroAsfalto.Value = True Then

YCol = 23

End If



If ActiveSheet.Umidade.Value = True Then

YCol = 24

End If

If ActiveSheet.Temperatura.Value = True Then

YCol = 25

End If

'Limpeza da Planilha 3

Sheets("Sheet3").Select

Range("A4:A10005").Select

Selection.ClearContents

Range("F4:F10005").Select

Selection.ClearContents

'Título

Sheets("Sheet2").Select

Cells(Ciclo1Fim - 1, YCol).Select

Selection.Copy

Sheets("Sheet3").Select

Cells(4, 1).Select

ActiveSheet.Paste

Sheets("Sheet1").Select

'Ciclo 1

If ActiveSheet.Ciclo1.Value = True Then



```
Sheets("Sheet2").Select  
Cells(Ciclo1Fim, YCol).Select  
Selection.Copy  
Sheets("Sheet3").Select  
Range("A5").Select  
ActiveSheet.Paste  
Sheets("Sheet1").Select  
Else  
    Sheets("Sheet3").Select  
    Range("A5").Value = 0  
    Sheets("Sheet1").Select  
End If  
  
'Ciclo 2  
If ActiveSheet.Ciclo2.Value = True Then  
    Sheets("Sheet2").Select  
    Cells(Ciclo2Fim, YCol).Select  
    Selection.Copy  
    Sheets("Sheet3").Select  
    Range("A6").Select  
    ActiveSheet.Paste  
    Sheets("Sheet1").Select  
Else  
    Sheets("Sheet3").Select  
    Range("A6").Value = 0
```



Sheets("Sheet1").Select

End If

'Ciclo 3

If ActiveSheet.Ciclo3.Value = True Then

Sheets("Sheet2").Select

Cells(Ciclo3Fim, YCol).Select

Selection.Copy

Sheets("Sheet3").Select

Range("A7").Select

ActiveSheet.Paste

Sheets("Sheet1").Select

Else

Sheets("Sheet3").Select

Range("A7").Value = 0

Sheets("Sheet1").Select

End If

'Ciclo 4

If ActiveSheet.Ciclo4.Value = True Then

Sheets("Sheet2").Select

Cells(Ciclo4Fim, YCol).Select

Selection.Copy

Sheets("Sheet3").Select

Range("A8").Select



ActiveSheet.Paste

Sheets("Sheet1").Select

Else

Sheets("Sheet3").Select

Range("A8").Value = 0

Sheets("Sheet1").Select

End If

'Ciclo 5

If ActiveSheet.Ciclo5.Value = True Then

Sheets("Sheet2").Select

Cells(Ciclo5Fim, YCol).Select

Selection.Copy

Sheets("Sheet3").Select

Range("A9").Select

ActiveSheet.Paste

Sheets("Sheet1").Select

Else

Sheets("Sheet3").Select

Range("A9").Value = 0

Sheets("Sheet1").Select

End If

'Ciclo 6

If ActiveSheet.Ciclo6.Value = True Then



```
Sheets("Sheet2").Select  
Cells(Ciclo6Fim, YCol).Select  
Selection.Copy  
Sheets("Sheet3").Select  
Range("A10").Select  
ActiveSheet.Paste  
Sheets("Sheet1").Select  
Else  
    Sheets("Sheet3").Select  
    Range("A10").Value = 0  
    Sheets("Sheet1").Select  
End If  
  
'Ciclo 7  
If ActiveSheet.Ciclo7.Value = True Then  
    Sheets("Sheet2").Select  
    Cells(Ciclo7Fim, YCol).Select  
    Selection.Copy  
    Sheets("Sheet3").Select  
    Range("A11").Select  
    ActiveSheet.Paste  
    Sheets("Sheet1").Select  
Else  
    Sheets("Sheet3").Select  
    Range("A11").Value = 0
```



Sheets("Sheet1").Select

End If

'Ciclo 8

If ActiveSheet.Ciclo8.Value = True Then

Sheets("Sheet2").Select

Cells(Ciclo8Fim, YCol).Select

Selection.Copy

Sheets("Sheet3").Select

Range("A12").Select

ActiveSheet.Paste

Sheets("Sheet1").Select

Else

Sheets("Sheet3").Select

Range("A12").Value = 0

Sheets("Sheet1").Select

End If

'Ciclo 9

If ActiveSheet.Ciclo9.Value = True Then

Sheets("Sheet2").Select

Cells(Ciclo9Fim, YCol).Select

Selection.Copy

Sheets("Sheet3").Select

Range("A13").Select



ActiveSheet.Paste

Sheets("Sheet1").Select

Else

Sheets("Sheet3").Select

Range("A13").Value = 0

Sheets("Sheet1").Select

End If

'Ciclo 10

If ActiveSheet.Ciclo10.Value = True Then

Sheets("Sheet2").Select

Cells(Ciclo10Fim, YCol).Select

Selection.Copy

Sheets("Sheet3").Select

Range("A14").Select

ActiveSheet.Paste

Sheets("Sheet1").Select

Else

Sheets("Sheet3").Select

Range("A14").Value = 0

Sheets("Sheet1").Select

End If

'Construção do Gráfico

Charts.Add



```
ActiveChart.ChartType = xl3DColumnClustered
```

```
ActiveChart.SetSourceData Source:=Sheets("Sheet3").Range("A4:A14"),
```

```
PlotBy _
```

```
:=xlColumns
```

```
ActiveChart.Location Where:=xlLocationAsNewSheet
```

```
With ActiveChart
```

```
.Axes(xlCategory).HasTitle = True
```

```
.Axes(xlCategory).AxisTitle.Characters.Text = "Ciclo"
```

```
End With
```

```
With ActiveChart.Axes(xlCategory)
```

```
.HasMajorGridlines = False
```

```
.HasMinorGridlines = False
```

```
End With
```

```
With ActiveChart.Axes(xlSeries)
```

```
.HasMajorGridlines = False
```

```
.HasMinorGridlines = False
```

```
End With
```

```
With ActiveChart.Axes(xlValue)
```

```
.HasMajorGridlines = True
```

```
.HasMinorGridlines = False
```

```
End With
```

```
ActiveChart.WallsAndGridlines2D = False
```

```
End Sub
```



9.4 Código da macro TF_Macro4

```
Sub TF_Macro4()  
,  
  
' TF_Macro4 Macro  
  
' Macro recorded 23/10/2001 by Luiz Gustavo de Souza  
  
Range("F8:J8").Select  
  
End Sub
```

9.5 Código da macro TF_Macro5

```
Sub TF_Macro5()  
,  
  
' TF_Macro5 Macro  
  
' Macro recorded 23/10/2001 by Luiz Gustavo de Souza  
  
ActiveWindow.ScrollRow = 48  
  
Range("A56:J56").Select  
  
End Sub
```



10 Bibliografia

- Costa, Argemiro Luís de Aragão
Estudo de desgaste de pneus de caminhões e ônibus utilizando-se o Método dos Elementos Finitos – Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
São Paulo – 2000
- Control Theory and Engineering Links from Theorem.Net
<http://www.theorem.net/index.html#top>
- National Instruments – Measurement and Automation
<http://www.ni.com>
© 2001 National Instruments Corporation. All rights reserved.
- The Measurement and Automation – Catalog 2001
© 2001 National Instruments Corporation. All rights reserved.
- Manuais dos equipamentos