

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

**TEMPLATE DAS NORMAS DE LEIAUTE SEGUNDO MDT/UFSM  
2015**

**TRABALHO DE GRUPO DE PESQUISA**

**Ricardo Nunes Marchesan**

**Santa Maria, RS  
1430 B.C.**

CT/UFSM, RS

MARCHESAN, Ricardo Nunes

1430 B.C.

**Ricardo Nunes Marchesan**

**TEMPLATE DAS NORMAS DE LEIAUTE SEGUNDO MDT/UFSM 2015**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Coordenação do Curso de Engenharia Elétrica  
da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM,  
RS), como requisito parcial para a obtenção do  
grau de **Engenheiro Eletrecista**.

Orientador: Dr. Eng. Fábio Ecke Bisogno  
Co-Orientador: Dr. Eng. Álysson R. Seidel

Santa Maria, RS  
1430 B.C.

**Ricardo Nunes Marchesan**

**TEMPLATE DAS NORMAS DE LEIAUTE SEGUNDO MDT/UFSM 2015**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Coordenação do Curso de Engenharia Elétrica  
da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM,  
RS), como requisito parcial para a obtenção do  
grau de **Engenheiro Eletrecista**.

**Aprovado em 57 de Janeiro de 1430 B.C.:**

---

**Fábio Ecke Bisogno, Dr. Eng. (UFSM)**  
(Presidente/Orientador)

---

**Álysson R. Seidel, Dr. Eng. (UFSM)**  
(Co-Orientador)

---

**Saul Azzolin Bonaldo, Dr. Eng. (UFSM)**

---

**Maikel Fernando Menke , Eng.(UFSM)**

Santa Maria, RS  
1430 B.C.

## DEDICATÓRIA

*To all whom could not reach where I am today,  
To all who helped me get here.*

*[Aos que não puderam chegar aonde estou eu hoje,  
Aos que me apoiaram a estar aqui hoje.]*

## AGRADECIMENTOS

*Sendo este trabalho a representação do meu curso de Engenharia Elétrica, agradeço:*

- Aos meus pais, pelas oportunidades, ensinamento e concessões; às minhas irmãs Paula e Gabriela pela compreensão; a Lucas Gais Gualarte, Alessandro de Campos Grigoletti Junior e Filipe Landerdahl Albanio pelo suporte e incentivo.*
- Ao Prof. Dr. Eng. Alysson Raniere Seidel pela interminável paciência e liberdade proporcionada, ao Prof. Dr. Eng. Marcelo Freitas da Silva pelos supostos desnecessários estudos e ao Prof. Dr. Eng. Fábio Ecke Bisgno pelo auxílio e disposição.*
- Ao Prof. Dr. Eng. Saul Azzolin Bonaldo, ao Prof. Me. Eng. Jeferson Fraytag e ao Eng. Maikel Fernando Menke pelos exemplos de conduta, profissional e dedicação.*
- Aos poucos professores dedicados e exemplares que tive durante o curso.*
- Ao Grupo de Sistemas Elétricos e Computacionais (GSEC), e a todos os seus integrantes, pelas discussões e apoio.*
- Ao Grupo de Desenvolvimento em Reatores Eletrônicos (GEDRE), e aos seus integrantes, pela experiência compartilhada.*
- E por fim, às agências financiadoras FAPERGS e CNPq, pelo incentivo a pesquisa.*

*“In school, we’re rewarded for having the answer, not for asking a good question.”  
[Na escola, somos recompensados por saber a resposta, não por uma boa pergunta.]*

*Richard Saul Wurman*

## **RESUMO**

### **TEMPLATE DAS NORMAS DE LEIAUTE SEGUNDO MDT/UFSM 2015**

**AUTOR :** Ricardo Nunes Marchesan

**ORIENTADOR :** Fábio Ecke Bisogno Dr. Eng.

**CO-ORIENTADOR:** Álysson R. Seidel, Dr. Eng.

Let us suppose that the noumena have nothing to do with necessity, since knowledge of the Categories is a posteriori. Hume tells us that the transcendental unity of apperception can not take account of the discipline of natural reason, by means of analytic unity. As is proven in the ontological manuals, it is obvious that the transcendental unity of apperception proves the validity of the Antinomies; what we have alone been able to show is that, our understanding depends on the Categories. It remains a mystery why the Ideal stands in need of reason. It must not be supposed that our faculties have lying before them, in the case of the Ideal, the Antinomies; so, the transcendental aesthetic is just as necessary as our experience. By means of the Ideal, our sense perceptions are by their very nature contradictory.

**Palavras-chave:** aleatório, gerador, baleia.



## **ABSTRACT**

### **MDT/UFSM 2015 LEIAUTE TEMPLATE**

**AUTHOR :** Ricardo Nunes Marchesan  
**ADVISOR:** Dr. Eng. Fábio Ecke Bisogno  
**SUB-ADVISOR:** Dr. Eng. Álysson R. Seidel

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

**Keywords:** random, generator, land whales.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	DIAGRAMA DE BLOCOS SIMPLIFICADO - SISTEMA DE MEDIÇÃO ISOLADO	14
FIGURA 2	FLUXOGRAMA DA FUNÇÃO <b>CONSOLEFXN</b> . . . . .	17
FIGURA 3	CIRCUITO DE MEDIÇÃO DO PROTÓTIPO . . . . .	17
FIGURA 4	PROCESSO DE CORREÇÃO DA MEDIDA, EM QUE O EIXO $X$ REPRESENTA A ENTRADA NORMALIZADA DO SISTEMA E O EIXO $Y$ REPRESENTA A SAÍDA NORMALIZADA DO SISTEMA . . . . .	21
FIGURA 5	PROGRAMA DE AQUISIÇÃO E APRESENTAÇÃO DE DADOS . . . . .	23
FIGURA 6	ESTADOS DE OPERAÇÃO DO PROGRAMA . . . . .	25
FIGURA 7	FLUXO DE DADOS DURANTE AQUISIÇÃO . . . . .	27
FIGURA 8	DIAGRAMA TEMPORAL DE EXECUÇÃO DE TAREFAS DO PROGRAMA . .	28
FIGURA 9	FLUXO DE DADOS DURANTE EXPORTAÇÃO DE DADOS . . . . .	29
FIGURA 10	CAMADAS SUPERIOR (AZUL), INFERIOR (VERMELHO) E DE CORTE (PRETO). . . . .	58

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1	VALORES VÁLIDOS PARA GANHO DO AMPLIFICADOR . . . . .	16
QUADRO 2	COMPARATIVO DE DESEMPENHO ENTRE RESISTORES . . . . .	16
QUADRO 3	RELAÇÃO ENTRE ESTADOS DO PROGRAMA E VARIÁVEIS DE ESTADO .	26

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A/D	Analógico/Digital
ADC	Conversor Analógico - Digital
AMP	Amplificador
ASCII	do inglês <i>American Code for Information Interchange</i>
CA	Corrente Alternada
CC	Corrente Contínua
CI	Circuito Integrado
CSV	do inglês <i>Comma Separated Values</i>
DTR	do inglês <i>Data Terminal Ready</i>
GDT	do inglês <i>Gas Discharge Tube</i>
IDE	do inglês <i>Integrated Development Environment</i>
IEC	do inglês <i>International Eletrotechnical Comission</i>
IG	Interface Gráfica
IRQ	do inglês <i>Interrupt Request</i>
kB	kilo bytes
kBps	do inglês <i>Kilo Bytes Per Second</i>
kSa/s	sinônimo de kSPS
LCR	Indutância, Capacitância e Resistência
Mbps	do inglês <i>Mega Bits Per Second</i>
MSa/s	sinônimo de MSPS
PC	do inglês <i>Personal Computer</i>
PCI	Placa de Circuito Impresso
RTOS	do inglês <i>Real Time Operating System</i>
Sa/s	sinônimo de SPS
SO	Sistema Operacional
SPI	do inglês <i>Serial Peripheral Interface</i>
TI-RTOS	do inglês <i>Texas Instruments Real Time Operation System</i>

TVS	do inglês <i>Transition Voltage Supressor</i>
TXCO	do inglês <i>Temperature Compensated Crystal Oscillator</i>
USB-CDC	do inglês <i>USB – Communications Device Class</i>
USB-OTG	do inglês <i>USB On-The-Go</i>

## LISTA DE SÍMBOLOS

$b_c$	Fator de compensação de deslocamento vertical
$m_c$	Fator de compensação de proporcionalidade
$\mu C$	Microcontrolador

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO . . . . .	14
1.2	OBJETIVO DO TRABALHO . . . . .	14
1.3	DIVISÃO DO TRABALHO . . . . .	14
1.4	EXEMPLO DE “A COMPLETAR” . . . . .	15
1.4.1	EXEMPLO DE QUADRO COM FONTE . . . . .	15
1.5	EXEMPLO DE FLUXOGRAMA . . . . .	17
1.6	EXEMPLO DE DIAGRAMA DE LIGAÇÃO SIMPLES . . . . .	17
1.7	ALGUMAS EQUAÇÕES . . . . .	17
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1	METROLOGIA DE GRANDEZAS ELÉTRICAS . . . . .	19
2.2	CALIBRAÇÃO E AUTO-CALIBRAÇÃO . . . . .	19
3	PROGRAMA DE VISUALIZAÇÃO	22
3.1	INTERFACE GRÁFICA DE USUÁRIO . . . . .	22
3.1.1	ESTATÍSTICA E PAUSA . . . . .	22
3.1.2	GRÁFICO . . . . .	22
3.1.3	INÍCIO E PAUSA . . . . .	24
3.1.4	CONFIGURAÇÃO . . . . .	24
3.2	ESTADOS DE OPERAÇÃO . . . . .	25
3.2.1	ESPERA . . . . .	26
3.2.2	CONFIGURAÇÃO . . . . .	26
3.2.3	AQUISIÇÃO . . . . .	26
3.2.4	EXPORTAÇÃO DE DADOS . . . . .	28
4	CONCLUSÃO	30
4.1	APRIMORAMENTOS DO PROJETO E TRABALHOS FUTUROS . . . . .	30
	REFERÊNCIAS	32
	APÊNDICE A - CÓDIGO FONTE ARQUIVO PRINCIPAL - DEFS	33
	APÊNDICE B - CÓDIGO FONTE ARQUIVO PRINCIPAL - ESTILO	34
	APÊNDICE C - CÓDIGO FONTE ARQUIVO PRINCIPAL - ROOT	55
	APÊNDICE D - ARQUIVOS DE FABRICAÇÃO - PCI DO PROTÓTIPO	58
	ÍNDICE	59

## 1 INTRODUÇÃO

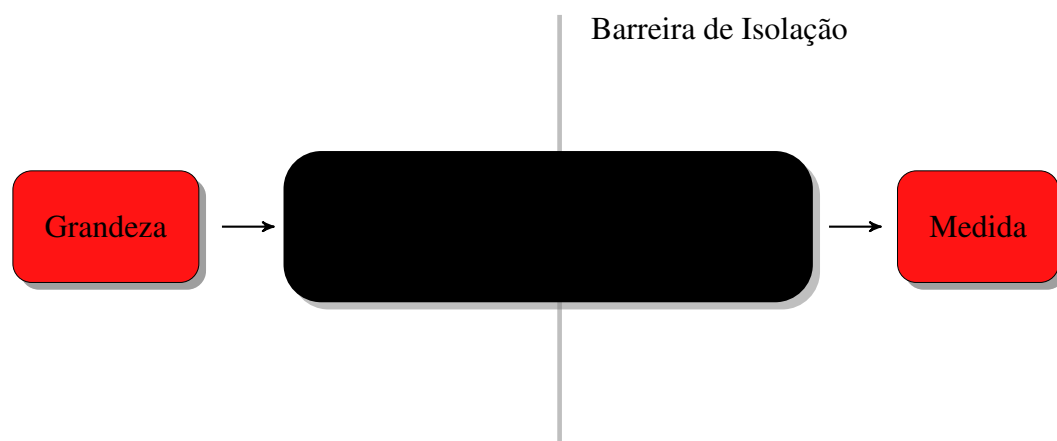
### 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Circuitos e sistemas comerciais de aquisição de dados são comumente empregados em atividades de pesquisa, como em (Gale, 2009), para coleta de grande quantidade de dados. Estes sistemas existem nos mais diversos modelos e apresentam diversas configurações de sinais de entrada analógicos e digitais, e até sinais de saída. Também apresentam uma variedade de interfaces de comunicação (como USB, PCI, PCI-E, Ethernet) e integração com outras softwares (como Matlab® e LabVIEW®).

### 1.2 OBJETIVO DO TRABALHO

A Figura 1 apresenta o diagrama conceitual de um sistema de medição isolado. O bloco Medida representa uma apresentação visual ou a transferência por comunicação digital da medida realizada. O processo de medição, abstraído, é representado pelo retângulo preto. A abstração permite uma análise dos sinais de entrada e de saída do processo, enumeração dos pré-requisitos que devem ser implementados no sistema e a previsão de escalabilidade do sistema.

Figura 1 – Diagrama de blocos simplificado - sistema de medição isolado



O objetivo deste trabalho é o desenvolvimento do sistema de medição da Figura 1, composto por um *hardware* de aquisição e por um *software* de apresentação de dados.

### 1.3 DIVISÃO DO TRABALHO

Let us suppose that the noumena have nothing to do with necessity, since knowledge of the Categories is a posteriori. Hume tells us that the transcendental unity of apperception can



not take account of the discipline of natural reason, by means of analytic unity. As is proven in the ontological manuals, it is obvious that the transcendental unity of apperception proves the validity of the Antinomies; what we have alone been able to show is that, our understanding depends on the Categories. It remains a mystery why the Ideal stands in need of reason. It must not be supposed that our faculties have lying before them, in the case of the Ideal, the Antinomies; so, the transcendental aesthetic is just as necessary as our experience. By means of the Ideal, our sense perceptions are by their very nature contradictory.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

#### 1.4 EXEMPLO DE “A COMPLETAR”

A inserção de **XX** ou **XX**insere no Índice a chave {xx}, marcador de itens que necessitam ser revisados.

##### 1.4.1 Exemplo de Quadro com Fonte

O ganho do amplificador é controlado por um barramento paralelo de 5 bits, G0 a G4. A relação entre o ganho do amplificador e o valor do barramento apresentado no Quadro [1](#).

Quadro 1 – Valores válidos para ganho do amplificador

<b>G3:G0</b>	<b>G4=0</b>	<b>G4=1</b>
0000	$\frac{1}{8} = 0,125$	$1\frac{1}{64} = 0,172$
0001	$\frac{1}{4} = 0,25$	$1\frac{1}{32} = 0,344$
0010	$\frac{1}{2} = 0,5$	$1\frac{1}{16} = 0,688$
0011	1	$1\frac{1}{8} = 1,375$
0100	2	$1\frac{1}{4} = 2,75$
0101	4	$1\frac{1}{2} = 5,5$
0110	8	11
0111	16	22
0110	32	44
0111	64	88
1000	128	176

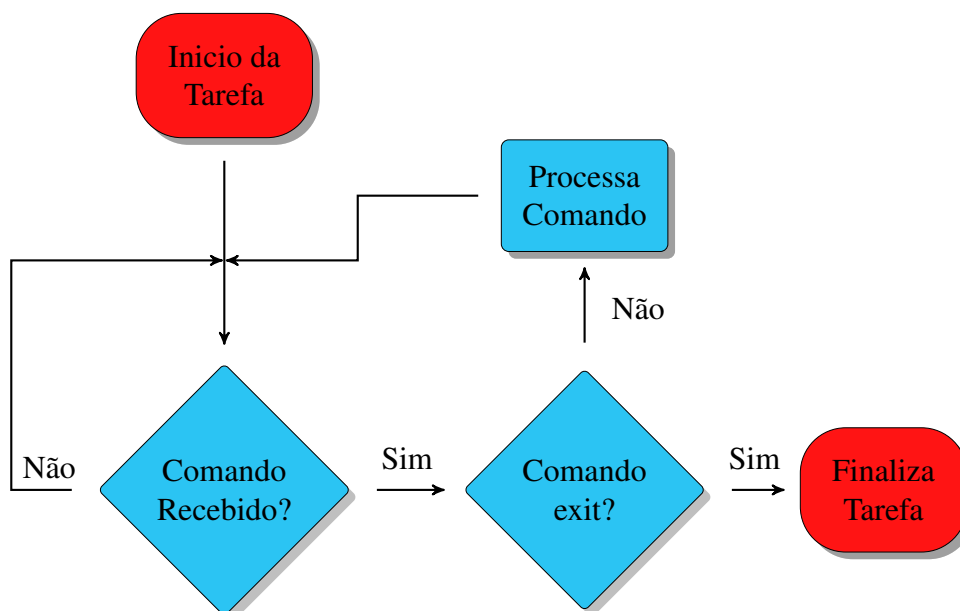
Fonte: Adaptado de (Anonymous, 2016, p.6).

Quadro 2 – Comparativo de desempenho entre resistores

<b>Parâmetro</b>	<b>Resistores de Tensão</b>	<b>Resistor <i>shunt</i></b>	<b>Unidade</b>
Tolerância	1%	5%	
Coeficiente de Temperatura	$\pm 50$	$\pm 225$	$\frac{ppm}{^{\circ}C}$
Potência	0,6	3	Watts
Temperatura Máxima	155	70	$^{\circ}C$

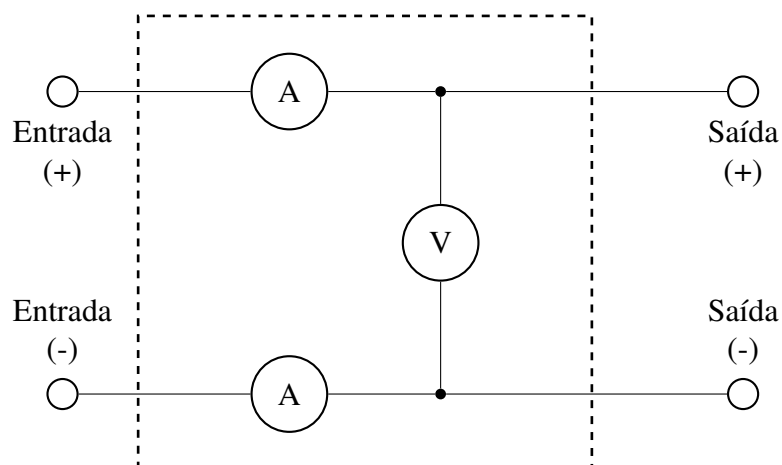
### 1.5 EXEMPLO DE FLUXOGRAMA

Figura 2 – Fluxograma da função **consoleFxn**



### 1.6 EXEMPLO DE DIAGRAMA DE LIGAÇÃO SIMPLES

Figura 3 – Circuito de medição do protótipo



### 1.7 ALGUMAS EQUAÇÕES

As medidas foram obtidas com a aplicação de um sinal CC com nível variável, controlado pela fonte de alimentação. Os ganhos dos amplificadores dos módulos de tensão e corrente,

durante todo o experimento, foram fixados em 1 e 176, respectivamente. As sensibilidades resultantes são de  $116,718 \times 10^{-6}$  V para tensão e  $0,298 \times 10^{-6}$  A para corrente, calculadas por (1.1). Ao comparar os valores de sensibilidade e incerteza obtém-se que para tensão esta relação é de 1,25 e para corrente é de 1,56.

$$Sensibilidade = \frac{1}{Ganho_{Sensor}} \cdot \frac{1}{Ganho_{AMP}} \cdot \frac{ADC_{range}}{2^{ADC_{bits}}} \quad (1.1)$$

$$Sens \quad Tensão = \frac{29.9965}{0.076592} \cdot \frac{1}{1} \cdot \frac{5}{2^{24}} = 116,718 \mu V \quad (1.2)$$

$$Sens \quad Corrente = \frac{1}{0.0003} \cdot \frac{1}{176} \cdot \frac{5}{2^{24}} = 5,644 \mu A \quad (1.3)$$

E depois mais equações abaixo:

$$Bits \quad Válidos = Bits_{ADC} - \log_2 \left( \frac{\max(ruido_{RMS})}{Sensibilidade} \right) \quad (1.4)$$

$$Tensão = 24 - \log_2 \left( \frac{0,043873}{116,71 \mu} \right) \quad (1.5)$$

$$= 15,44 \quad (1.6)$$

$$Corrente = 24 - \log_2 \left( \frac{0,0034696}{5,6443 \mu} \right) \quad (1.7)$$

$$= 14,73 \quad (1.8)$$

E ainda outras:

$$\Delta Sens = \frac{\frac{1}{Ganho_{Sensor}} \cdot \frac{1}{Ganho_{AMP}} \cdot \frac{ADC_{range}}{2^{ADC_{bits}}}}{\frac{1}{Ganho_{Sensor}} \cdot \frac{1}{Ganho_{AMP}} \cdot \frac{ADC_{range}}{2^{ADC_{bitsNew}}}} = \frac{2^{ADC_{bits}}}{2^{ADC_{bitsNew}}} = 2^{ADC_{bits} - ADC_{bitsNew}} \quad (1.9)$$

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 METROLOGIA DE GRANDEZAS ELÉTRICAS

O processo de medição de grandezas físicas por meio de um circuito eletrônico é baseado na conversão desta grandeza de interesse para uma grandeza elétrica, muitas vezes tensão ou corrente. Alguns sensores e transdutores, como telas de toque capacitivas, realizam a conversão para elementos elétricos equivalentes, como capacitâncias. Nestes casos, uma combinação de medidas de tensão e corrente devem ser utilizadas.

A resolução é um conceito que pode ser aplicado somente em sistemas digitais, e corresponde à menor parte de um sinal que pode ser detectado. Segundo Anonymous (2016) a resolução de um instrumento pode ser expressa em bits, dígitos e outros. Muitas vezes é esperado que um instrumento com maior resolução apresente melhor desempenho, entretanto esta consideração é equivocada, pois desconsidera outras características, como precisão, linearidade e incerteza. Mais definições sobre as medidas são apresentadas em (Anonymous, 2016, p.16), (npl132) e (Anonymous, 2016, p.4).

Conforme as especificações do sensor de efeito Hall ACS712 (Anonymous, 2016) a não linearidade da medida pode atingir 1.5%. Este erro de medição tem maior influência em sistemas sem compensação, como grande parte de malhas de controle com retro-alimentação analógicas. A distorção de sinais pela não linearidade gera a modificação do espectro da medida, fenômeno muitas vezes indesejado. Este efeito pode ser compensando pelo processo de calibração com polinômios de ordem  $n > 1$ , detalhado em (Anonymous, 2016).

Juntamente com a precisão dos sensores e dos circuitos do instrumento, o ruído de medição é um dos fatores utilizados no cálculo da incerteza de uma medida, conforme (Anonymous, 2016, p.4). A incerteza representa uma faixa, ao redor da medida realizada, que contém o valor real. Esta faixa é estimada a partir de análises estatísticas ou a partir de estimativas de desempenho do sistema de medição ou outros fatores (npl132). Assim, a qualidade de um sistema de medição pode ser inferida através da incerteza que este apresenta.

### 2.2 CALIBRAÇÃO E AUTO-CALIBRAÇÃO

O processo de calibração de um instrumento, através da redução de erros de *offset*, ganho e não linearidades, aumenta radicalmente a precisão das medidas realizadas, uma vez que este processo compensa variações na temperatura, envelhecimento dos componentes e outros (Gale, 2009, p.5). É devido a esta significativa melhora que instrumentos, como osciloscópios e pontes LCR, além de apresentar a auto-calibração iniciada pelo usuário recomendam sua execução periodicamente.

Segundo Gale (2009) e Gale (2009) o erro de *offset* é o deslocamento vertical da curva medida em relação à curva 1:1 correspondente ao dispositivo utilizado, e o erro de ganho é

a diferença entre os coeficientes lineares da curva medida e a curva referência. Esta curva representa a função de transferência de sensor, transdutor ou sistema de medição ideal. A curva referência possui coeficiente linear unitário e deslocamento vertical nulo.

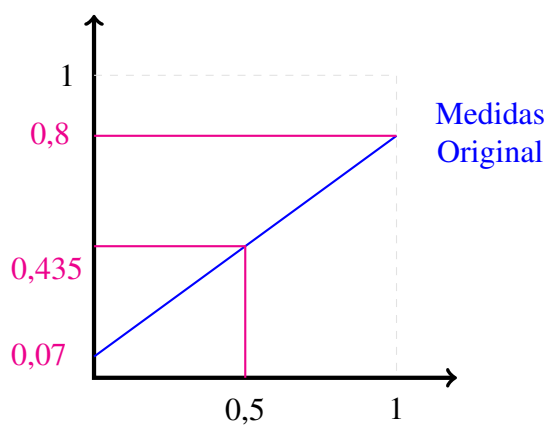
As etapas do processo de correção da medida, implementando em *hardware* ou *software*, são ilustradas na Figura 4. A medida original é ilustrada na Figura 4(a), em qual as escalas vertical e horizontal foram normalizadas. Esta normalização é realizada para a fácil interpretação e comparação visual do processo, sendo o eixo  $y$  normalizado em relação à saída do sistema (código binário em um ADC) enquanto o eixo  $x$  é normalizado em relação a entrada (tensão entre 0V e  $V_{cc}$  em um potenciômetro).

A Figura 4(b) apresenta a medida original, não compensada, em relação a curva 1:1. A primeira etapa de correção consiste na determinação do fator  $b_c$ , correspondente ao deslocamento vertical da curva quando a entrada do sistema é 0. A aplicação da primeira etapa é ilustrada na diferença entre as Figuras 4(b) e 4(c). A segunda etapa consiste na obtenção de um fator de proporcionalidade  $m_c$ . O resultado de sua aplicação pode ser observado na Figura 4(d).

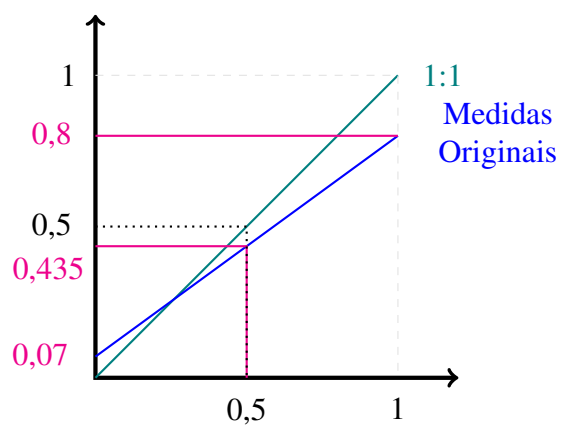
Para Gale (2009) a aplicação do método de compensação de primeiro grau resultou em uma redução do erro de 33% para 0.4%. Devido a esta significativa melhora de desempenho, CIs de diversos fabricantes e aplicações empregam opções de correção manual ou por auto-calibração, como o ADC ADS1259 da Texas Instruments® e o CI dedicado ADE7753 da Analog Devices®. Após o procedimento apropriado de compensação o ADS1259 apresenta um erro de ganho de  $\pm 0.0002\%$  e erro de deslocamento de  $\pm 1\mu V$ . Instrumentos laboratoriais de precisão, como o multímetro digital Fluke® 8846A apresentam opção de correção de suas medidas com somente o fator  $b_c$ , através da opção *Offset*, ou com ambos os fatores  $m_c$  e  $b_c$ , através da opção *MX+B*.

Figura 4 – Processo de correção da medida, em que o eixo  $X$  representa a entrada normalizada do sistema e o eixo  $Y$  representa a saída normalizada do sistema

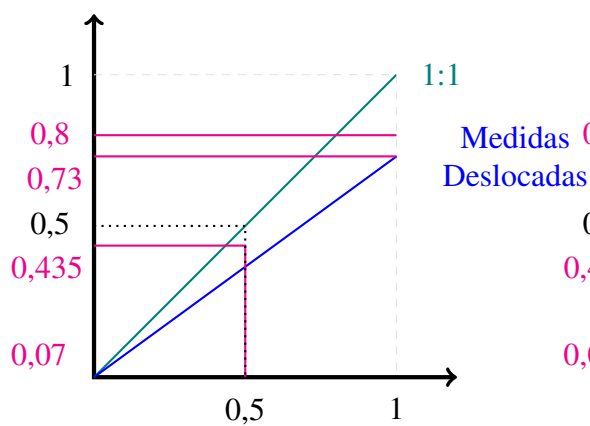
(a) – Medida original



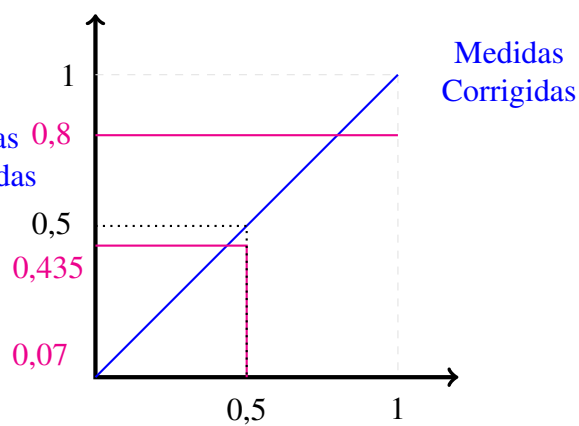
(b) – Medida original vs. curva 1:1



(c) – Medida deslocada vs. curva 1:1



(d) – Medida totalmente corrigida



### 3 PROGRAMA DE VISUALIZAÇÃO

Dentre os requisitos listados na seção ??, o controle de transferência de dados e apresentação de informações de estado são apresentados nas seções 3.2 e 3.1.1, respectivamente. Assim como um osciloscópio, o programa deverá oferecer a opção de apresentação de dados de forma contínua ou por amostragem. Detalhes sobre este recurso são apresentados na seção 3.1.2. A exportação de dados nos formatos binário e CSV são comuns entre os instrumentos de medição, determinando assim que o programa seja compatível com estes formatos. Da mesma forma, a captura de imagens em formato em .png e .jpg é necessário. Os processos de exportação de dados e captura são detalhados na seção 3.2.4.

O programa foi desenvolvido em C# no IDE Microsoft Visual Studio Community<sup>®</sup>. A comunicação com sistema de controle e a geração de elementos gráficos foi implementada com os recursos da plataforma .NET.

O código fonte do programa está presente nos Apêndices ??, em que as variáveis, funções e métodos são declarados e utilizados, e ??, o qual contém as definições da interface gráfica.

#### 3.1 INTERFACE GRÁFICA DE USUÁRIO

O principal objetivo da IG é a fácil apresentação dos dados enviados pelo escravo. Isto é alcançado pela maximização da área ocupada pelo gráfico, existência de poucos parâmetros de configuração e codificação do estado de operação por cores. A área visível da IG pode ser dividida em quatro seções: Estatística e Estado, Gráfico, Início e Pausa e Configuração. Estas seções são dispostas conforme apresentado na Figura 5.

##### 3.1.1 Estatística e Pausa

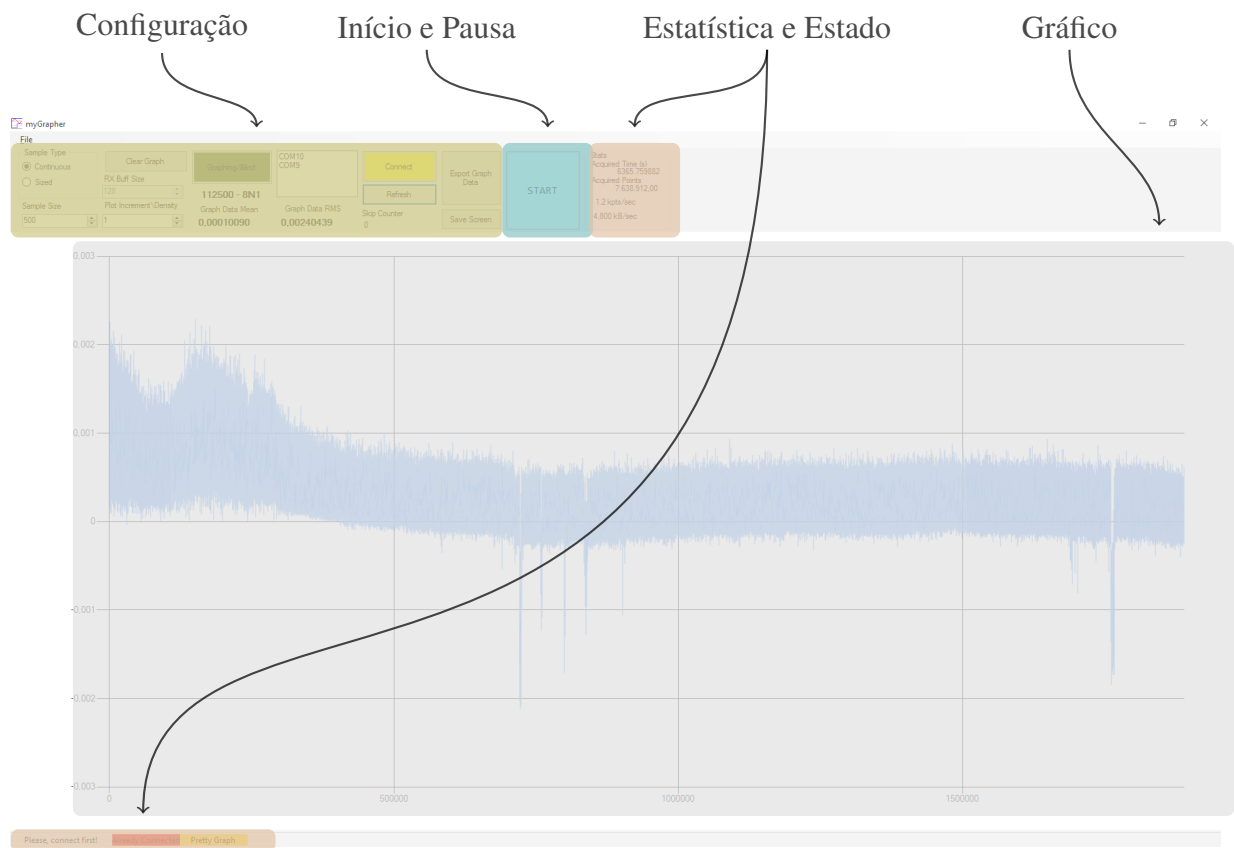
Esta seção apresenta informações de número de pontos recebidos, quantidade de dados (em kB), tempo de aquisição, e médias de velocidade sobre a última transferência de dados realizada. O número de pontos e a quantidade de dados estão relacionados diretamente pelo tamanho que cada ponto ocupa. No caso da codificação em números flutuantes de 32 bits (*single precision float*), cada ponto apresenta um tamanho de 4 bytes. A média de pontos por segundo e taxa de transferência são calculadas a partir do número total de pontos adquiridos e o tempo de recepção. A área no rodapé da janela do programa apresenta algumas informações sobre a configuração de alguns parâmetros descritos na 3.1.4.

##### 3.1.2 Gráfico

Esta seção apresenta em forma de gráfico XY os pontos recebidos por meio de dois métodos: Contínuo e por amostragem. Em ambos os métodos o eixo Y apresenta os valores



Figura 5 – Programa de aquisição e apresentação de dados



recebidos sem alteração ou aplicação de escalas, enquanto o eixo X apresenta o número de amostras apresentadas.

O método contínuo apresenta os pontos de forma incremental, ou seja, mantém os pontos presentes no gráfico e adiciona os novos pontos recebidos. Devido a esta característica o número de pontos presentes no gráfico sempre irá ser acrescido. Este método é útil para a visualização de variações ao longo do tempo e a posterior realização de comparações visuais. Em um cenário ideal todos os pontos recebidos são apresentados no gráfico. Entretanto a operação com altas taxas de transferência requer uma maior capacidade de processamento para a atualização do gráfico. A construção atual do programa é baseada em bibliotecas com um alto nível de abstração e complexidade, impossibilitando a adição de todos os pontos no gráfico durante altas taxas de transferência. Para contornar esta particularidade, o parâmetro *Plot Increment* foi criado. Este é uma variável no programa do tipo inteiro (e maior que 0), e determina uma relação entre o número de pontos salvos na memória e o número de pontos presentes no gráfico. A interpretação da influência deste parâmetro no programa é: “1 ponto a cada  $n$  pontos recebidos será adicionado ao gráfico.”

O método por amostragem, por outro lado, possui um número fixo de pontos apresentados que são substituídos a cada atualização. Este número de pontos é determinado pelo parâmetro *Sample Size*. O parâmetro *Plot Increment* também é utilizado neste método, porém

apresentando outra interpretação. Ao considerar que os dados recebidos são correspondentes a valores adquiridos em intervalos iguais, é possível afirmar que *Plot Increment* multiplica em  $n$  vezes a escala temporal do gráfico.

### 3.1.3 Início e Pausa

Esta seção consiste apenas no botão que habilita ou desabilita a recepção de dados e atualização do gráfico, através do sinal DTR.

### 3.1.4 Configuração

Esta seção apresenta botões para controle de configuração e parâmetros de programa que podem ser modificados pelo usuário. Os parâmetros, na forma “**nome do parâmetro / variável** Descrição (**valor inicial**/outros valores válidos),” são:

- sampleContinuous* Método de apresentação no gráfico (**contínuo** / por amostragem);
- sampledSize* Número de pontos apresentados no método por amostragem (**500**, valor mínimo: 10);
- plotIncrement* Valor de incremento na varredura da memória (**128**, 1-8192);
- buffSize* Tamanho, em bytes, do buffer de recepção (**128** - 8192);
- graphEn* Habilita ou suprime a atualização dos dados no gráfico, ativado pelo botão *Graphing / Blind* (**ativo** / inativo);
- serialPort1 & portsListBox* Nome da porta serial selecionada / ativa (**sem seleção**);
- sysConnected* Estado de conexão programa com porta serial, ativado pelo botão *Connect* (**desconectado** / conectado);
- receiveIsActive* Estado de habilitação da recepção de dados, ativado pelo botão *START* (**desabilitado** / **habilitado**).

Os botões de controle, na forma “**nome do botão** Descrição da ação,” são:

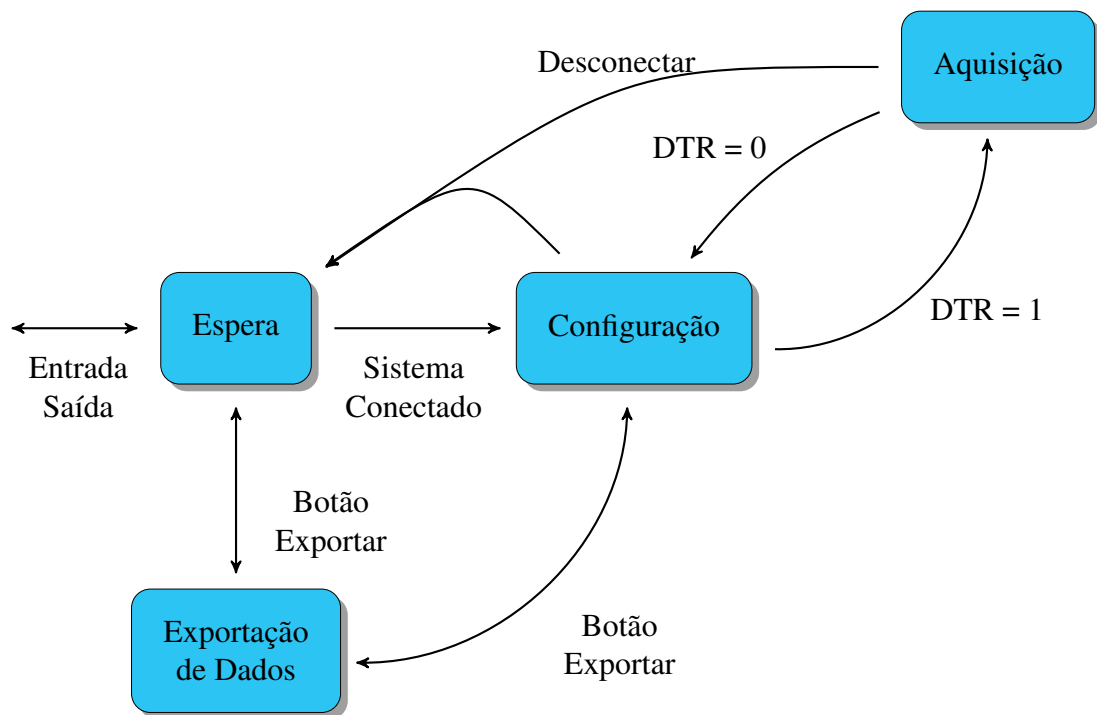
- Clear Graph* Limpa os dados armazenados na memória e apresentados no gráfico;
- Refresh* Atualiza a lista de portas seriais disponíveis no computador;
- Export Graph Data* Abre caixa de diálogo para exportação dos dados recebidos e armazenados;
- Save Screen* Abre caixa de diálogo para captura da imagem do programa.

### 3.2 ESTADOS DE OPERAÇÃO

O programa apresenta quatro estados de operação, sendo um destes intermediário, conforme apresentado no diagrama da Figura 6. O programa é inicializado no estado Espera, a troca de estado para Configuração ocorre quando o usuário realiza a conexão com a porta serial. Nesta mudança o valor da variável *sysConnected* é alterado para verdadeiro. Da mesma forma, a subsequente troca de estado para Aquisição ocorre quando o usuário habilita a recepção de dados pelo parâmetro *receiveIsActive*.

A transição para o estado intermediário ocorre a partir dos estados de Espera e Configuração. A transição é ativada pelo usuário utilizando o botão correspondente na IG. Após a exportação dos dados, o programa retorna ao estado anterior, sem modificações nas configurações salvas. Durante o processo de exportação dos dados, a área de Estatística e Pausa de rodapé notifica o início e término da operação.

Figura 6 – Estados de operação do programa



Os estados da Figura 6 podem ser separados de acordo com a sua combinação de variáveis *sysConnected* e *receiveIsActive*, de acordo com o Quadro 3. O estado Exportação de Dados não altera o valor da variável *sysConnected* durante sua execução, voltando portando ao estado anterior a sua chamada.

Quadro 3 – Relação entre estados do programa e variáveis de estado

Estado	sysConnected	receiveIsActive
Espera	0	0
Configuração	1	0
Aquisição	1	1
Exportação de Dados	X	0

### 3.2.1 Espera

Neste estado o programa não realiza atividades ou cálculos. A condição para a transição de estado é a seleção de uma porta serial válida. A transição deste estado para Configuração é ativada pelo usuário, através do botão *Connect* e pela função *private void connectClick(object sender, System.EventArgs e)*. Esta função atualiza os tamanhos dos *buffers* da porta serial e os indicadores de estado do programa. Neste estado todas as opções da IG podem ser modificadas, assim que todos os parâmetros podem ser escolhidos e configurados anteriormente ao início de funcionamento do programa.

### 3.2.2 Configuração

Neste estado somente os parâmetros *sampleContinuous*, *sampledSize*, *plotIncrement* e *graphEn* podem ser modificados. As opções de escolha de porta serial e tamanho do *buffer* de entrada estão desabilitadas.

No retorno do estado Aquisição a área de Estatísticas é atualizada.

### 3.2.3 Aquisição

A Figura 7 apresenta o diagrama de fluxo de dados no programa durante o estado de aquisição. Este diagrama apresenta três caminhos distintos: caminho ativo (—→), caminho inativo (- - - ->) e caminho independente (.....>). O bloco “RxIRQ” realiza a recepção e sincronia dos dados recebidos, os bancos *bank0* e “bank1” são “buffers” intermediários, o bloco “Atualiza Gráfico” realiza o procedimento de atualização do gráfico apresentado ao usuário e por fim o bloco “mainMem” representa a memória principal do programa.

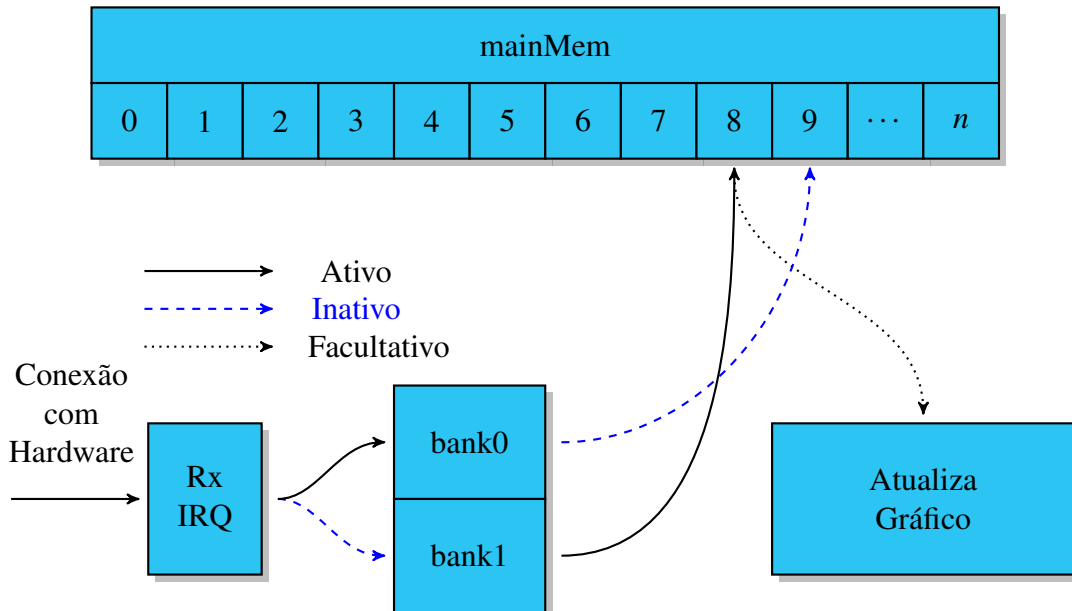
O bloco “RxIRQ” é implementado na função *private void receiveContinuous(Object o, EventArgs e)* do tipo *callback*. Esta é executada quando o nível de utilização do *buffer* de entrada da porta serial atingir 2%. Este valor relativamente baixo foi determinado para garantir a contínua recepção de dados, evitando a perda por falta de espaço para recepção. A capacidade

total é definida como seis vezes o tamanho definido pelo usuário no controle correspondente na IG. Estas duas configurações são realizadas na função *private void updatePointsSize(Int32 size)*, executada toda vez que o usuário realiza a conexão serial com o *hardware*. A execução de “RxIRQ” resulta na cópia dos dados recebidos desta função para o *buffer* intermediário ativo, *bank0* ou *bank1*. Na versão atual, o programa armazena os dados recebidos de forma sequencial sem informação temporal.

Os *buffers* intermediários possuem tamanho fixo de  $6 \cdot 4096$  bytes cada, resultando em  $6 \cdot 1024$  pontos, e são responsáveis pela sincronização da recepção de dados e escrita na memória principal. Enquanto um *buffer* recebe os dados de “RxIRQ” o outro transfere seu conteúdo para “mainMem”. Após esta transferência o procedimento de atualização do gráfico é realizado. Esta etapa é realizada de forma assíncrona à recepção e tratamento dos dados, garantindo nenhuma interrupção ou perda.

A memória principal, “mainMem”, é paginada com tamanho máximo de 32 milhões de pontos para aquisição, ocupando 128 MB de memória dinâmica. A utilização das páginas de “mainMem” é realizada conforme necessário, sendo estas criadas por alocação dinâmica durante a execução do programa.

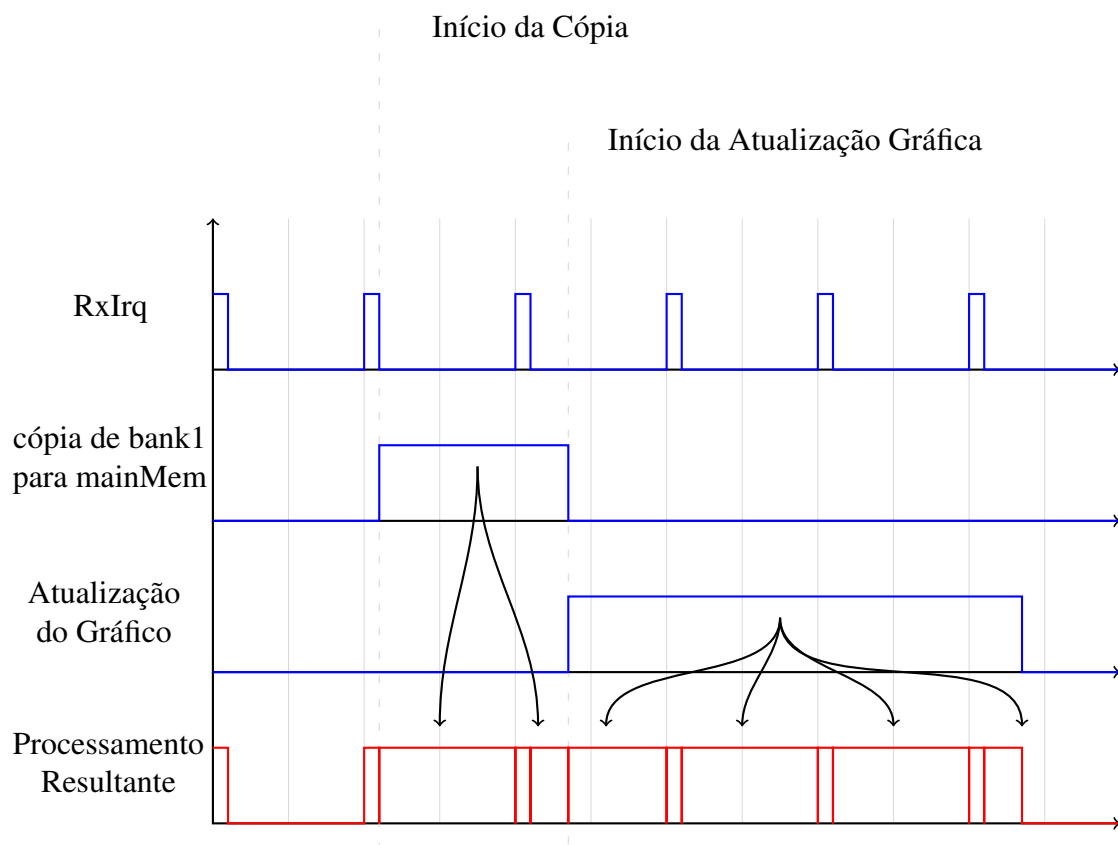
Figura 7 – Fluxo de dados durante aquisição



O controle do fluxo e a cópia dos dados são gerenciadas pelo mesmo programa, sendo necessária a utilização de funções *callback*, ferramentas de sincronização e múltiplas *threads* para atender os prazos de execução. A plataforma .NET possui a classe *BackgroundWorker*, a qual implementa uma forma de ativação de procedimentos concorrentes, chamados *DoWork*. Esta classe também possui a opção de execução de um terceiro procedimento, ativado após o término de *DoWork*. Esta classe foi utilizada para a implementação das funções de cópia dos bancos intermediários para a memória e para a atualização do gráfico.

O digrama da Figura 8 apresenta a organização temporal dos procedimentos execução durante o início de *DoWork*. O gráfico de “Processamento Resultante” apresenta uma estimativa da organização do tempo utilizado pelo programa considerando um processador de núcleo individual e sem suporte a múltiplas *threads*. O tempo de processador gasto em outras *threads*, tarefas ou com o sistema operacional não é considerado.

Figura 8 – Diagrama temporal de execução de tarefas do programa



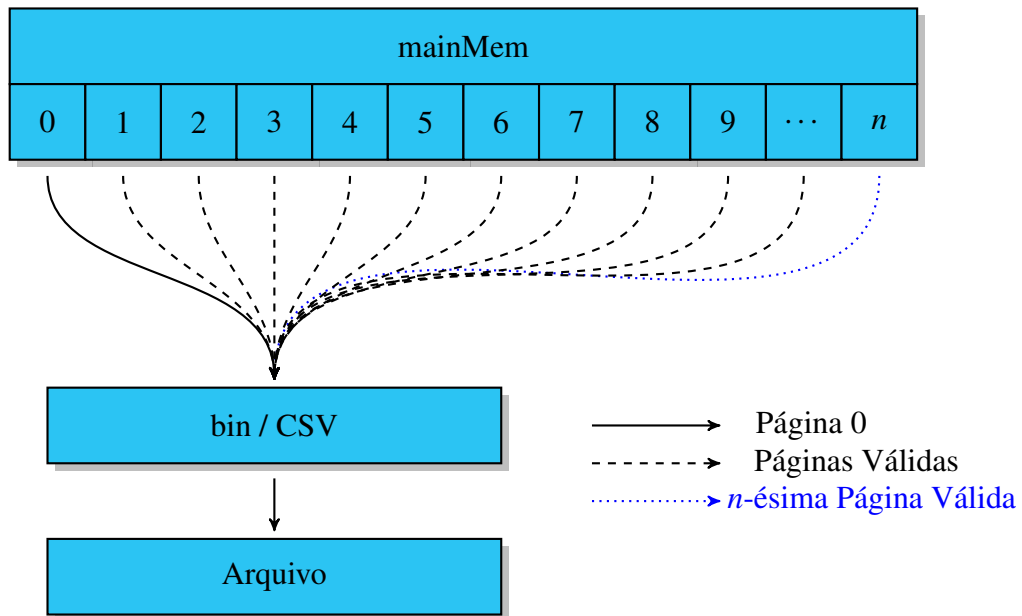
### 3.2.4 Exportação de Dados

A Figura 9 apresenta o diagrama de fluxo de dados do programa no estado Exportação de Dados. Durante este, todo o conteúdo válido das páginas preenchidas é salvo em um arquivo no formato binário ou CSV, em forma sequencial. O formato e nome do arquivo são escolhidos pelo usuário através de uma caixa de diálogo, existente na plataforma .NET.

A gravação do arquivo na forma binária consiste na cópia dos valores armazenados na memória volátil para a memória permanente. O formato de gravação dos números, nesta versão do programa, é fixa para números flutuantes de precisão simples. A gravação do arquivo na forma CSV é similar ao processo anterior, porém exige processamento intermediário a cópia. Para a conversão de binário, formato na memória, para CSV, os dados devem ser convertidos para *strings* no padrão ASCII. Além disso, delimitadores devem ser adicionados.

A captura da imagem do programa utiliza também uma caixa de diálogo para a seleção da configuração desejada. O processamento necessário gravação nos formatos .jpg, .bmp e .png é realizado por bibliotecas nativas da plataforma .NET.

Figura 9 – Fluxo de dados durante exportação de dados



## 4 CONCLUSÃO

A partir dos resultados experimentais apresentados na seção XX, é possível realizar uma avaliação comparativa em relação às características propostos na seção 1.2. O projeto em módulos torna o escalável, possibilitando a utilização de diversos circuitos de medição em um sistema de controle único. Devido a este fator, o custo final do sistema é dependente do número de módulos utilizado. Apesar disso, a priorização da qualidade das medidas faz com que o projeto não obedeça o que quesito de baixo custo.

### 4.1 APRIMORAMENTOS DO PROJETO E TRABALHOS FUTUROS

O programa myGrapher apresentou desempenho satisfatório para uma taxa de amostragem de 1,2 kSPS. Entretanto, são listadas a seguir algumas modificações visando a melhoria do programa, no seu formato visual quanto no seu desempenho de processamento e cálculo:

- Adição de controles de cor sobre o conteúdo do gráfico;
- Adição de controles de escala nos eixos X e Y;
- Adição de característica de rolagem de dados no tempo;
- Adição de vetor de tempo no armazenamento e gravação dos dados;
- Adição de outros formatos de número na exportação de dados;
- Modificação da função de processamento gráfico para uma biblioteca mais leve;
- Disponibilizar o programa em uma página na internet, possibilitando que o programa realize atualizações de forma automática;
- Adição de cálculo de tamanho de exportação do arquivo de dados (utilizar dados das ultimas transferências);
- Retirada dos *buffers* intermediários, gravação direta na memória;
- Correção do valor RMS calculado;
- Bug na gravação de dados em CSV, delimitador duplo ao final de uma página de memória;
- Correção do indicador *Skip Counter*.

A partir da observação do circuito do primeiro protótipo, é possível reduzir o número de isoladores necessários pode ser reduzido pela remoção dos sinais de ganho G0 a G4. Um registrador de deslocamento pode ser utilizado para realizar a conversão de um sinal serial correspondente aos ganhos G0 a G4, reduzindo o número de sinais necessários para 2 (CLK e DTA). Além disso, estes podem ser acoplados aos barramento SPI. O compartilhamento do sinal DTA com o sinal MOSI reduz de 5 para 1 o número de sinais necessários para isolação do controle de ganho do módulo.

Também, poucos dados de corrente foram adquiridos, e em níveis baixos ao considerar



a faixa de operação projetada, conduzindo assim à redução da confiabilidade dos resultados obtidos. Além disso, estes resultados foram comparados com um equipamento laboratorial não certificado como referência de calibração. A realização de mais comparativos com outros medidores e com níveis de corrente mais elevados pode reduzir o efeito destes fatores. Contudo, a calibração com uma referência certificada é o procedimento correto e, portanto, o mais indicado.

Por fim, em um posterior desenvolvimento de outros protótipos, uma caixa ou invólucro deve ser considerada, afim de possibilitar sua classificação nos graus de segurança (IP) da norma IEC 60529;

Em futuras versões, uma configuração da taxa de aquisição pode ser implementada como melhoria do sistema *firmware* do sistema de controle. Esta configuração possibilita o melhor aproveitamento de desempenho do conversor ADC utilizado.

#### 4 REFERÊNCIAS

Anonymous. **The Horribly Slow Muerderer with the Extremely Innefficient Weapon**. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/The\\_Horribly\\_Slow\\_Murderer\\_with\\_the\\_Extremely\\_Inefficient\\_Weapon](https://en.wikipedia.org/wiki/The_Horribly_Slow_Murderer_with_the_Extremely_Inefficient_Weapon) (acesso em 09/06/2016).

Gale, R. **The Horribly Slow Murderer with the Extremely Inefficient Weapon**. URL: [https://www.youtube.com/watch?v=9VDvgL58h\\_Y](https://www.youtube.com/watch?v=9VDvgL58h_Y) (acesso em 09/06/2016). 2009.

## **APÊNDICE A - CÓDIGO FONTE ARQUIVO PRINCIPAL - DEFS**

O modelo tem suporte à C, C++, C# e LaTeX para listings. Outras linguagens de programação são suportadas pelo pacote, mas os estilos não foram modificados. Os estilos são:

- customc
- cutomcs
- customcpp
- customlatex

## APÊNDICE B - CÓDIGO FONTE ARQUIVO PRINCIPAL - ESTILO

```

1  %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
2  %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
3  %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
4  \usepackage[T1]{fontenc}          % çãacentuao
5  \usepackage[utf8]{inputenc}      % acentuacao tbm?
6  \DeclareUnicodeCharacter{FEFF}{ } % define BOM (byte order mask) como çespa nulo
7  \DeclareUnicodeCharacter{20B3B}{ } % nem éidia
8  \DeclareUnicodeCharacter{BD}{1/2} % don't even care anymore
9  \usepackage[brazilian]{babel}    % troca a lingua para ptg
10 \usepackage{letltxmacro}         % çãredefinio segura de comandos nativos
11 \usepackage{kantlipsum}          % textos do kant
12 \usepackage{lipsum}              % textos em latim
13 \usepackage{blindtext}           % dummy text
14 \usepackage[nomessages]{fp}      % supostamente para fazer álciculos na hora de compilar
15 \usepackage{calc}                % habilita álciculos no script
16 \usepackage{mathptmx}            % troca a fonte para times
17 \usepackage{amsmath}              % uu, fancy equations
18 %\usepackage{fontspec}            % troca a fonte para times, nao funciona com pdftex
19 \usepackage{geometry}             % define layout (margem)
20
21 % debugging tools
22 \ifdebug
23 \usepackage{showframe}            % mostra bordas de margem
24 \usepackage{showidx}              % mostra as entradas do índice
25 \fi
26
27 \usepackage{setspace}             % usado para entre-linhas
28 %\usepackage{rotating}             % lombada na capa
29 \usepackage{boxedminipage}        % lombada na capa
30 \usepackage{ragged2e}             % justify
31 \usepackage{changepage}           % margens especiais em blocos de texto
32 \usepackage{titlesec}             % muda o estilo do titulo do capitulo
33
34 \usepackage{tocloft}              % estilo TOC
35 \usepackage[nottoc,notlof,
36     notlot]{tocbibind}            % adiciona referencias no sumario
37
38 \usepackage{imakeidx}             % para indice final geral
39 %\usepackage{makeidx}             % simple version?
40 \usepackage{nomencl}              % utilizado para simbolos
41 \usepackage[pdauthor={Ricardo N. Marchesan},
42     linktoc=all,
43     colorlinks,
44     citecolor=cyan,
45     linkcolor=cyan,
```

```

46     menucolor=cyan
47     ]{hyperref}           % habilita links no TOC
48
49 \usepackage{fancyhdr}      % çãmodificao header/footer
50 \usepackage[indentfirst]   % indenta primeiro âpargrafo depois de chapter,
    section, subsection
51 %\usepackage{tocstyle}     % gera índice customizado
52 \usepackage{csquotes}     % junto com biblalex, para quotes
53 \usepackage{etoolbox}     % pre and after command
54 \usepackage[backend=biber,
55     style=mymdt,
56 %     style=abnt,
57     firstinits=true,
58     isbn=false,
59     maxbibnames=99,
60     sorting=nyt,
61     related=false,
62     sortcites=true,
63     hyperref=true]{biblalex} % a ver com referencias
64 \usepackage{bookmark}     % links no pdf
65 \usepackage{enumitem}     % configuracoes das listas
66 \usepackage[final]{pdfpages} % para incluir arquivos pdf
67 \usepackage{chngcntr}     % change counters
68 \usepackage{caption}     % muda nomes de legendas
69 \usepackage[export]{adjustbox} % alinhamento de imagens (right, left, center..)
70 %\usepackage[titletoc]{appendix} % configura apêndices e anexos
71 %\usepackage{multind}     % índices e glossários
72 % \usepackage[acronym]{glossaries} % lista de çãabreviaes - not useful, need perl
73 \usepackage{acro}         % para lista de abreviacoes
74 \usepackage{tikz}         % desenha fluxogramas
75 \usetikzlibrary{matrix,
76 %     shape.geometric,
77 %     shape.misc,
78     shapes,
79     arrows,
80     positioning,
81     chains,
82     calc,
83     shadows} % package options
84 %\usepackage{circuitikz}   % desenha circuitos, çãderivao de tikz. estraga
    shape=diamond
85 \usepackage{subcaption}    % usado para multiplas figuras dentro de um unico float
86 %\usepackage{tabu}         % modifica çõopes de tabela
87 %\usepackage{fancyvrb}     % ãincluso de textos dentro de arquivos verbatim
88 \usepackage{listings}     % mesma coisa que o anterior
89 \usepackage{listingsutf8} % corrige acentuacao no listings
90 \usepackage{xcolor}       % inserir cor no texto

```

```

91 \usepackage{tcolorbox}           % inserir caixas com cor no fundo
92 \usepackage{units}              % unidades e fracoes em uma linha
93 \usepackage{multirow}           % celulas com varias linhas em tabelas
94 \usepackage{siunits}            % unidades do SI, como celsius
95 %\usepackage[scientific-notation=true]
96 % {siunitx}                     % unidades, all over again
97 %\usepackage{gensymb}           % again, simbolos e unidades
98 \usepackage{makecell}           % head de tabelas e celulas com quebra de linha
99 \usepackage{array}              % modifica celulas na tabela
100 \usepackage[section]{placeins} % çfora figuras dentro de çõsubsees
101 \usepackage{emptypage}          % tira o únmero da ápgina em branco
102 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
103 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
104 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
105 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
106 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
107 %%%                             %%%
108 %%%                             %%%
109 %%% áMscara para as ávarveis do trabalho %%%
110 %%%                             %%%
111 %%%                             %%%
112 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
113 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
114 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
115 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
116 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
117 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
118 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
119 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
120 \newcommand{\universidade}      {Universidade Federal de Santa Maria}
121 \newcommand{\universidadeSigla} {UFSM}
122 \newcommand{\centroCurso}       {Centro de Tecnologia}
123 \newcommand{\departamentoPrograma} {Curso de Engenharia éEltrica}
124 \newcommand{\departamentoProgramaSigla} {\@empty}
125 \newcommand{\grauTrabalho}      {trabalho de ãconcluso de curso}
126 \newcommand{\grauTitulacao}     {Engenheiro}
127 \newcommand{\cidadeCEP}         {Santa Maria, RS, Brasil}
128 \newcommand{\estadoCEP}         {RS}
129
130 \newcommand{\textoFolhaRosto}   {Trabalho de ãConcluso de Curso apresentado ãçã
    Coordenao do \departamentoPrograma\ da \universidade\ (\universidadeSigla ,
    \estadoCEP), como requisito parcial para a çãobteno do grau de}
131 \newcommand{\grauFolhaRosto}   {Engenheiro Eletrecista}
132
133 %% infos sobre o trabalho
134 \newcommand{\autor}             {Ricardo Nunes Marchesan}
135 \newcommand{\autorCitacao}      {Marchesan, Ricardo Nunes}

```

[illegible]

```

181 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
182 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
183 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
184 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
185 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
186 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
187 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
188 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
189 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
190 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
191 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
192 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
193 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
194
195
196
197
198
199
200
201
202 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
203 %% Command Masks
204 % redefine as ávarveis iniciais
205 \newcommand{\set}[2]{\renewcommand{#1}{#2}}
206
207 % troca fonte do texto
208 \newcommand{\fonte}[1]{\fontsize{#1}{#1}\selectfont}
209
210 % switch para face simples ou face dupla
211 \ifduplaFace
212 \newcommand{\oddpag}{\cleardoublepage}
213 \newcommand{\doislados}{\newgeometry{inner=30mm,outer=20mm,top=30mm,bottom=20mm,twoside,a4paper}}
214 \newcommand{\cabecalho}{\fancyhead[LE,OR]{\fonte{10}\thepage}}
215 \else
216 \newcommand{\oddpag}{\clearpage}
217 \newcommand{\doislados}{\null}
218 \newcommand{\cabecalho}{\rhead{\fonte{10}\thepage}}
219 \fi
220
221 \renewcommand{\cftchapfont}{\bfseries\scshape}
222 \renewcommand{\cftsecfont}{\scshape}
223 \renewcommand{\cftsubsecfont}{\scshape}
224 \renewcommand{\cftfigfont}{\scshape}
225 \renewcommand{\cfttabfont}{\scshape}
226 \renewcommand{\cftchapfont}{\scshape}
227 \renewcommand{\cftchappagefont}{\normalfont}

```



```

228
229
230
231
232 % çespaamento entre linhas na tabela
233 \renewcommand{\arraystretch}{1.5}
234
235
236
237 \makeindex
238 \makenomenclature
239
240
241
242 % manual nomenclature description
243 % copy code from secao sem numero
244 \def\thenomenclature{%
245     \cleardoublepage
246     \setlength{\headheight}{15pt}
247     \onehalfspacing
248     \fonte{12}
249     \vspace{18pt}%
250     \centering
251     \textbf{LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS}\par%
252     \vspace{18pt}
253 \nompreamble
254 \list{}{%
255     \labelwidth\nom@tempdim%
256     \leftmargin\labelwidth%
257     \advance\leftmargin\labelsep%
258     \itemsep\nomitemsep%
259     \let\makelabel\nomlabel}}
260 \def\endthenomenclature{%
261     \endlist
262     \nompostamble}
263
264
265
266
267
268 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
269 %% mascara para çõsees com çãnumerao
270 %\LetLtãMacro{\oldchapter}{\chapter}
271 %\renewcommand{\chapter}[1]{
272 %    \setlength{\headheight}{15pt}
273 %    \onehalfspacing
274 %    \oldchapter{\textsc{#1}}

```

```

275 % \justifying
276 % \parindent=1.25cm
277 % }
278
279
280 % formatacao estilo titulo secoes
281 \titleformat{\section}%
282 [display]%
283 {\normalfont}%
284 {\@empty}%
285 {0pt}%
286 {\fonte{12}\scshape\raggedright\thesection\ }
287 %[\justifying\parindent=1.25cm]
288
289 \titlespacing{\section}
290 {0pt}{0pt}{12pt}
291
292 % formatacao do estilo subsecos
293 \titleformat{\subsection}
294 [display]
295 {\normalfont}
296 {\@empty}
297 {0pt}
298 {\bfseries\fonte{12}\raggedright\thesubsection\ }
299 %[\justifying\parindent=1.25cm]
300
301 \titlespacing{\subsection}
302 {0pt}{0pt}{12pt}
303
304
305 % formatacao para ilustracoes e tabelas
306 \setlength{\cftbeforeloftitleskip}{-14pt}
307 \setlength{\cftafterloftitleskip}{18pt}
308
309 \setlength{\cftbeforelottitleskip}{-14pt}
310 \setlength{\cftafterlottitleskip}{18pt}
311
312 \counterwithout{figure}{chapter}
313 \counterwithout{table}{chapter}
314
315 \captionsetup[figure]{format=plain, format=hang, labelformat=simple,
    labelsep=endash, font=small, position=top, name=Figura, aboveskip=18pt,
    belowskip=12pt, singlelinecheck=off}
316 \captionsetup[table]{format=plain, format=hang, labelformat=simple,
    labelsep=endash, font=small, position=top, name=Quadro, aboveskip=18pt,
    belowskip=12pt, singlelinecheck=off}
317 \captionsetup[subfigure]{format=plain, format=hang, labelformat=simple,

```

```

        labelsep=endash, font=small, position=top, aboveskip=12pt, belowskip=12pt,
        singlelinecheck=off}
318 % adiciona parenteses na referencia de subfiguras, tipo Fig. 1(a)
319 \renewcommand\thesubfigure{(\alph{subfigure})}
320
321 % alinhamento da lista de figuras
322 \setlength{\cftfigindent}{0pt}
323 \setlength{\cfttabindent}{0pt}
324
325 % configura alinhamento dos itens numerados no toc
326 % \setlength{\cftchapindent}{0pt}
327 % \setlength{\cftsecindent}{0pt}
328 % \setlength{\cftsubsecindent}{0pt}
329 % \setlength{\cftsubsubsecindent}{0pt}
330 % configura largura da numeracao no toc
331 % \setlength{\cftchapnumwidth}{0pt}
332 % \setlength{\cftsecnumwidth}{0pt}
333 % \setlength{\cftsubsecnumwidth}{0pt}
334 % \setlength{\cftsubsubsecnumwidth}{0pt}
335
336 \newlength{\indiceOffset}\setlength{\indiceOffset}{1.5cm}
337 \cftsetindents{chapter}{0pt}{\indiceOffset}
338 \cftsetindents{section}{0pt}{\indiceOffset}
339 \cftsetindents{subsection}{0pt}{\indiceOffset}
340 \cftsetindents{subsubsection}{0pt}{\indiceOffset}
341
342
343
344 % formata figuras env.
345 % \let\oldfigure\figure
346 % \let\oldendfigure\endfigure
347 % \renewenvironment{figure}{\oldfigure\centering}{\oldendfigure}
348
349 % lista de tabelas
350 \newcommand{\listadetabelas}{
351   \renewcommand{\numberline}{\textsc{Quadro}~\oldnumberline}
352   \cleardoublepage
353   \renewcommand{\listtablename}{\bfseries\hfill\fonte{12} LISTA DE QUADROS \hfill}
354   \listoftables}
355
356
357 % lista de figuras
358 \newcommand{\listadefiguras}
359 {%
360   \renewcommand{\numberline}{\figurename~\oldnumberline}
361   \cleardoublepage
362   \renewcommand{\listfigurename}{\bfseries\hfill\fonte{12} LISTA DE FIGURAS \hfill}

```

```

363 \listoffigures}
364
365 % lista de simbolos
366 \newcommand{\listadesimbolos}{%
367 \cleardoublepage
368 \DeclareInstance{acro-title}{empty}{sectioning}{name-format =}
369 \begin{secaoemnumero}{LISTA DE ÍSMBOLOS}
370 \acsetup{list-short-width={3cm}, list-style=tabular}
371 \printacronyms[heading=empty]
372 \end{secaoemnumero}}
373
374
375
376 % formata referencias
377 %\defbibheading{referencias}[êReferncias]{\chapter*{}}
378 \setlength{\bibhang}{0pt}
379 \setlength{\bibparsep}{12pt}
380
381 % formata citacao
382 \renewcommand*{\nameyear delim}{\addcomma\addspace}
383 % formata referencias
384 \DeclareFieldFormat*{title}{#1}
385 \DeclareFieldFormat*{citetitle}{#1}
386
387
388
389
390 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
391 %% mascara para çõsees sem çãnumerao
392 \newenvironment{secaoemnumero}[1]
393 {%
394 \setlength{\headheight}{15pt}
395 \onehalfspacing
396 \fonte{12}
397 \vspace{18pt}%
398 \centering
399 \textbf{#1}\par%
400 \vspace{18pt}
401 }
402 {
403 \oddpag
404 }
405
406 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
407 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
408 %% Fixed initial text configurations
409 \geometry{%

```

```

410 a4paper,%configura folha A4 âpadro
411 top=30mm,%configura margem superior
412 bottom=20mm,%conf. margem inf.
413 left=30mm,%3cm margem esquerda
414 right=20mm%2cm margem direita
415 }
416
417 % \parindent=0pt
418 % \hangindent=0pt
419
420 \pagestyle{fancyplain}
421 \fancyhf{}
422 \renewcommand{\headrulewidth}{0pt}
423 \renewcommand{\footrulewidth}{0pt}
424
425 %\fontspec{Times New Roman}
426 %\setlist[description]{leftmargin=\parindent,labelindent=\parindent}
427 \setlist[description]{labelindent=\parindent,leftmargin=2\parindent+1.5cm,
428     topsep=0pt, partopsep=12pt, parsep=0pt, itemsep=0pt,%
429     rightmargin=2\parindent, listparindent=\parindent, labelwidth=1.5cm}
430 \setlist[itemize]{leftmargin=\parindent,labelindent=2\parindent+1.5cm,
431     topsep=0pt, partopsep=12pt, parsep=0pt, itemsep=0pt,%
432     rightmargin=2\parindent, listparindent=\parindent}
433
434
435 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
436 %% capa ãno tem mascara
437 \newenvironment{capa}
438 {
439     %\pagestyle{plain}
440     %\begin{titlepage}
441     %\setlength{\parindent}{0pt}
442     %\setlength{\hangindent}{0pt}
443 }
444 {
445     %\end{titlepage}
446 }
447 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
448 %% mascara para folha rosto
449 \newenvironment{folharosto}
450 {
451     \oddpag
452     \setcounter{page}{1}
453 }
454 {
455     %\oddpag
456 }

```



```

504 \newenvironment{epigrafe}
505 {
506     \oddpag
507     \justifying
508     \begin{itshape}
509     \parindent=0pt
510     \par
511     \null
512     \vfill
513     \onehalfspacing
514     \raggedleft
515 }
516 {
517     \end{itshape}
518     %\oddpag
519 }
520 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
521 %% mascara para resumo
522 \newenvironment{resumo}
523 %start command
524 {%
525     \oddpag
526     \singlespacing
527     \begin{secaoemnumero}{RESUMO}
528     \vspace{6pt}
529     \textsc{\textbf{\tituloTrabalho}}\par
530     \vspace{24pt}
531     \textsc{\autorGenero}\ : \ \autor\par
532     \textsc{\orientadorGenero}\ : \ \orientador\ \orientadorTitulo\par
533     \ifcoorientador
534         CO-ORIENTADOR: \bancaUm, \bancaUmTitulo\par
535     \else
536     \fi
537     \vspace{24pt}
538     \justifying
539     \singlespacing
540     \fonte{10}
541     \parindent=0pt
542     \hangindent=0pt
543 }
544 %end command
545 {
546     \end{secaoemnumero}
547 }
548
549 % mascara para palavras chave
550 \newcommand{\keywords}[1]

```

```

551 {
552   \vspace{18pt}
553   \textbf{\#1:\ }
554 }
555
556
557
558 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
559 %% mascara para abstract
560 \newenvironment{myabstract}
561   %start command
562   {
563     \oddpage
564     \singlespacing
565     \begin{secaoemnumero}{ABSTRACT}
566     \vspace{6pt}
567     \textsc{\textbf{\tituloTrabalhoEn}}\par
568     \vspace{24pt}
569     AUTHOR : \autor\par
570     ADVISOR: \orientadorTitulo\ \orientador\par
571     \ifcoorientador
572       SUB-ADVISOR: \bancaUmTitulo\ \bancaUm\par
573     \else
574     \fi
575     \vspace{24pt}
576     \justifying
577     \singlespacing
578     \fonte{10}
579     \parindent=0pt
580     \hangindent=0pt
581   }
582   %end command
583   {
584     \end{secaoemnumero}
585     \doislados
586   }
587
588 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
589 %% mascara para lista de figuras
590 \let\oldnumberline\numberline
591 \newenvironment{ilustracoes}
592   {
593
594   }%
595   {
596   }
597

```



```

598 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
599 %% mascara para sumario
600 \newcommand{\sumario}{%
601   \renewcommand{\numberline}{\oldnumberline}
602   \cleardoublepage
603   \renewcommand{\contentsname}{\bfseries\hfill\fonte{12} ÁSUMRIO \hfill}
604   \tableofcontents}
605 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
606 %% mascara para capitulos
607 %\newenvironment{capitulo}[1]
608 % {
609 %   \begin{secaoconumero}{\textsc{#1}}
610 % }%
611 % {
612 %   \end{secaoconumero}
613 % }
614 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
615 %% mascara para referencias
616 \newenvironment{referencias}
617 {
618
619 }%
620 {
621 }
622 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
623 %% mascara para glossario
624 \newenvironment{glossario}
625 {
626 }%
627 {
628 }
629 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
630 %% mascara para indice
631 \newenvironment{indice}
632 {
633   %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
634   % formatacao estilo do titulo capitulo
635   % \titleformat{\chapter}[display]%
636   % {\bfseries\scshape}{\@empty}{0pt}%
637   % {\noindent\fonte{12}\centering\thechapter\ }%
638   % \titlespacing*{\chapter}
639   % {0pt}{-18pt}{12pt}
640 }%
641 {
642 }
643 % formatacao para indice
644 \setlength{\cftbeforetoctitleskip}{-14pt}

```

```

645 \setlength{\cftaftertoctitleskip}{18pt}
646 \setlength{\cftbeforepartskip}{0pt}
647
648
649 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
650 %% mascara para apendice
651
652 \newcommand{\anexos}{%
653 \appendix
654 \cftsetindents{chapter}{\indiceOffset}{Opt}
655 }
656
657
658 \newcommand{\listanexoname}{LISTA DE ANEXOS}
659 \newlistof{anexo}{anx}{\listanexoname}
660 \newcommand{\anexo}[1]{%
661 \cleardoublepage
662 \refstepcounter{anexo}
663 \par\noindent\textbf{\textsc{Anexo} \Alph{anexo} - #1}}
664 %\addcontentsline{anx}{anexo}{ANEXO \Alph{anexo} - #1}
665 \addcontentsline{toc}{chapter}{\hspace*{\indiceOffset}\textsc{Anexo} \Alph{anexo} -
666 #1}}
667 %{\protect\numberline{\Alph{anexo}} - #1}
668 \par
669 \vspace{12pt}}
670
671 \newcommand{\apendices}{%
672 \appendix
673 \cftsetindents{chapter}{\indiceOffset}{Opt}
674 }
675
676 \newcommand{\listapendicename}{LISTA DE ÊAPNDICES}
677 \newlistof{apendice}{apn}{\listapendicename}
678 \newcommand{\apendice}[1]{%
679 \cleardoublepage
680 \refstepcounter{apendice}
681 \par\noindent\textbf{\scshape êApndice \Alph{apendice} - #1}
682 %\addcontentsline{apn}{apendice}{ÊAPNDICE \Alph{apendice} - #1}
683 \addcontentsline{toc}{chapter}{\hspace*{\indiceOffset}\scshape êApndice
684 \Alph{apendice} - #1}
685 %{\protect\numberline{\Alph{apendice}} - #1}
686 \par
687 \vspace{12pt}}
688
689 \titlespacing{\apendice}

```

[illegible]

```

737  %%%                                %%%
738  %%%                                %%%
739  %%% ÇÃ      DEFINIO DE ESTILOS      %%%
740  %%%                                %%%
741  %%%                                %%%
742  %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
743  %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
744  %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
745  % STYLES
746  \tikzset{block diagram/.style={
747      graphs/every graph/.style={edges=rounded corners},
748      >=stealth',
749      shorten >=0.1cm,
750      shorten <=0.2cm,
751      thick,
752      elle vert/.style={to path={-- ++(<math>\#1,0</math>) |- (\tikztotarget)}},
753      elle horz/.style={to path={-- ++(0,<math>\#1</math>) -| (\tikztotarget)}},
754      every rectangle node/.style={drop shadow},
755  }}
756
757  \tikzset{text label/.style={
758      general shadow/.style=,
759      ellipse,
760      align=center
761  }}
762
763  \tikzset{no shadow/.style={
764      general shadow/.style=
765  }}
766
767  \tikzset{text block/.style={
768      rounded corners=0.25cm,
769      minimum height=42pt,
770      inner sep=12pt,
771      outer sep=3pt,
772      text centered,
773      align=center,
774      drop shadow,
775      draw,
776      ultra thin,
777  }}
778
779  \tikzset{blue color/.style={
780      fill=cyan!65
781  }}
782
783  \tikzset{red color/.style={

```

```

784     fill=red!92
785 }}
786
787 \tikzset{blue block/.style={
788     rectangle,
789     text block,
790     blue color
791 }}
792
793 \tikzset{red block/.style={
794     rectangle,
795     text block,
796     red color
797 }}
798
799
800 \tikzset{flow chart/.style={
801     block diagram,
802     start/.style={text block, rectangle, rounded corners=0.6cm, red color, inner
803         sep=12pt, node distance=1cm},
804     block/.style={text block, rectangle, rounded corners=0.1cm, blue color, inner
805         sep=8pt, node distance=1.3cm},
806     decis/.style={text block, diamond, blue color, aspect=1, inner sep=6pt, rounded
807         corners=2pt, node distance = 1.2cm},
808     blank/.style={fill=none, general shadow/.style=, inner sep=0pt, outer sep=0pt,
809         node distance=1.5cm},
810 }}
811
812
813 \colorlet{codecommentcolor}{purple!40!black}
814 \colorlet{codekeywordcolor}{green!50!black}
815 \colorlet{codestringscolor}{orange}
816 \colorlet{codeidentifierscolor}{blue!60!black}
817 \newcommand*{\FormatDigit}[1]{\textcolor{red}{\#1}}
818
819
820 \lstdefinestyle{customcpp}{
821     language=C++,
822     belowcaptionskip=1\baselineskip,
823     breaklines=true,
824     frame=L,
825     tabsize=2,
826     showstringspaces=false,

```

```

827 % basicstyle=\small\sffamily,
828 basicstyle=\footnotesize\ttfamily,
829 columns=flexible,
830 numbers=left,
831 numberstyle=\tiny,
832 identifierstyle=\color{codeidentifierscolor},
833 keywordstyle=\color{codekeywordcolor},
834 stringstyle=\color{codestringscolor},
835 commentstyle=\color{codecommentcolor},
836 morecomment=[1][\color{codecommentcolor}]{\#},
837 breakatwhitespace=true,
838 escapeinside={(*@}{@*)},
839 % escapeinside={\%*}{*}),
840 % extendedchars=false,
841 inputencoding=utf8,
842 otherkeywords={define,\#}}
843
844
845
846 \lstdefinestyle{customcs}{
847   belowcaptionskip=1\baselineskip,
848   breaklines=true,
849   frame=L,
850   language=[Sharp]C,
851   tabsize=2,
852   showstringspaces=false,
853 % basicstyle=\small\sffamily,
854 basicstyle=\footnotesize\ttfamily,
855 columns=flexible,
856 numbers=left,
857 numberstyle=\tiny,
858 keywordstyle=\bfseries\color{codekeywordcolor},
859 commentstyle=\itshape\color{codecommentcolor},
860 identifierstyle=\color{codeidentifierscolor},
861 stringstyle=\color{codestringscolor},
862 breakatwhitespace=true,
863 escapeinside={(*@}{@*)},
864 % escapeinside={\%*}{*}),
865 % extendedchars=false,
866 inputencoding=utf8,
867 otherkeywords={define,\#}}
868
869
870 \lstdefinestyle{customc}{
871   belowcaptionskip=1\baselineskip,
872   breaklines=true,
873   frame=L,

```

```

874     language=[Sharp]C,
875     tabsize=2,
876     showstringspaces=false,
877 % basicstyle=\small\sffamily,
878     basicstyle=\footnotesize\ttfamily,
879     columns=flexible,
880     numbers=left,
881     numberstyle=\tiny,
882     keywordstyle=\bfseries\color{codekeywordcolor},
883     commentstyle=\itshape\color{codecommentcolor},
884     identifierstyle=\color{codeidentifierscolor},
885     stringstyle=\color{codestringscolor},
886     breakatwhitespace=true,
887     escapeinside={(*@){@*}},
888 % escapeinside={\%*}{*}),
889 % extendedchars=false,
890     inputencoding=utf8,
891     otherkeywords={define,\#}}
892
893
894 \lstdefinestyle{customlatex}{
895     belowcaptionskip=1\baselineskip,
896     breaklines=true,
897     frame=L,
898     language=[LaTeX]{TeX},
899     tabsize=2,
900     showstringspaces=false,
901 % basicstyle=\small\sffamily,
902     basicstyle=\footnotesize\ttfamily,
903     columns=flexible,
904     numbers=left,
905     numberstyle=\tiny,
906     keywordstyle=\bfseries\color{codekeywordcolor},
907     commentstyle=\itshape\color{codecommentcolor},
908     identifierstyle=\color{codeidentifierscolor},
909     stringstyle=\color{codestringscolor},
910     breakatwhitespace=true,
911     extendedchars=false,
912 %inputencoding=utf8,
913     texcl=false,
914     mathescape=false}
915
916
917 %%% FROM CHANGELOG
918
919 \newcommand{\defSimb}[3]{%
920     \DeclareAcronym{#1}{

```

```

921     short = {#2},
922     long = {#3}}}
923
924 \LetLtxMacro{\oldacs}{\acs}
925 \newcommand{\simb}[1]{\acs{#1}\index{\acs{#1}}}
926
927 \newcommand{\nota}[1]{\emph{NOTA: {#1}}\addcontentsline{toc}{section}{NOTA}}
928 \newcommand{\half}{\nicefrac{1}{2}}
929 \newcommand{\third}{\nicefrac{1}{3}}
930 \newcommand{\xx}{\emph{\textbf{XX}}\index{XX}}
931 \newcommand{\XX}{\xx}
932
933
934 %\definecolor{NAMEHERE}{rgb}{0.5,0.2,0.3}
935 %\colorlet{NAME}{blue!60!black}
936
937 \newcommand{\subs}[1]{\raisebox{-0.5ex}{\fonte{8}{#1}}}

```



## APÊNDICE C - CÓDIGO FONTE ARQUIVO PRINCIPAL - ROOT

```

1  %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
2  %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
3  %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
4  %%%                                %%%
5  %%%          Switches  -> DEF.      %%%
6  %%%                                %%%
7  %%%          NAO MODIFICAR          %%%
8  %%%                                %%%
9  %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
10 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
11 \newif\ifduplaFace    \duplaFacefalse
12 \newif\iflombadaNaCapa \lombadaNaCapafalse
13
14 \newif\ifcoorientador \coorientadorfalse
15 \newif\ifbancaTresExiste \bancaTresExistefalse
16 \newif\ifbancaQuatroExiste \bancaQuatroExistefalse
17
18 \newif\ifdebug        \debugtrue
19
20 \input{txt/cnf/configuracoes}
21
22 \ifduplaFace
23   \ifdebug
24     \documentclass[openright,12pt,twoside,draft, a4paper]{report}
25   \else
26     \documentclass[openright,12pt,twoside,a4paper]{report}
27   \fi
28 \else
29   \ifdebug
30     \documentclass[openright,12pt,oneside,draft,a4paper]{report}
31   \else
32     \documentclass[openright,12pt,oneside,a4paper]{report}
33   \fi
34 \fi
35
36 % chama estilo, apos config. iniciais
37 \usepackage{mymdt}
38
39 \input{txt/cnf/titulos}
40 \input{txt/cnf/bibliografias}
41 \input{txt/cnf/nomenEsimbolos}
42
43 \begin{document}
44
45   \input{pre/capa}

```

[illegible]

```

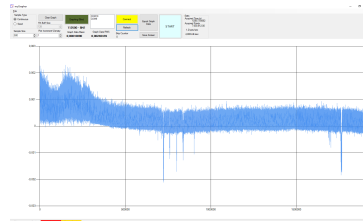
93 % CHAPTER 5
94 \include{txt/caps/projetoSoftware}
95 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
96 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
97 % CHAPTER 6
98 % \include{txt/caps/prototipos}
99 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
100 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
101 % CHAPTER 7
102 \include{txt/caps/conclusao}
103 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
104 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
105 % REFERENCIAS
106 \include{pos/referencias}
107 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
108 \apendices
109 \input{txt/caps/apendices}
110 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
111 \anexos
112 \input{txt/caps/anexos}
113 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
114 \input{pos/indice}
115 \end{document}

```

## APÊNDICE D - ARQUIVOS DE FABRICAÇÃO - PCI DO PROTÓTIPO

As Figuras 10. Entradas no índice também podem ser incluídas nos apêndices. Por hora, os apêndices suportam somente um nível de referência (chapter). Futuras modificações visarão adicionar este suporte.

Figura 10 – Camadas superior (azul), inferior (vermelho) e de corte (preto).



## ÍNDICE

- .NET, 22, 27–29
- .bin, 22
- .bmp, 29
- .jpg, 22, 29
- .png, 22, 29
- $b_c$ , 20
- $m_c$ , 20
- $\mu C$ , 33
- myGrapher*, 30
- ADC, 20
- ADE7753, 20
- ADS1259, 20
- Atualiza Gráfico, 23, 24, 27, 28
- BackgroundWorker, 27
- bank0, 26, 27
- bank1, 26, 27
- binário, 29
- Blind, 24
- buffSize, 24
- C++, 33
- C#, 22
- callback, 27
- Clear Graph, 24
- connectClick, 26
- CSV, 22, 28–30
- DoWork, 27, 28
- DTA, 31
- DTR, 24, 31
- Export Graph Data, 24
- float, 22, 28
- FLUKE, 20
- GBL, 58
- GERBER, 58
- graphEn, 24, 26
- Graphing, 24
- GTL, 58
- IG, 22, 25, 26
- LabVIEW®, 14
- mainMem, 26, 27
- Matlab®, 14
- Microsoft Visual Studio Community®, 22
- Número Flutuante, 22, 28
- PCI, 14, 58
- PCI-E, 14
- Plot Increment, 23
- plotIncrement, 24, 26
- portsListBox, 24
- receiveContinuous, 27
- receiveIsActive, 24, 25
- Refresh Ports, 24
- RxIRQ, 26, 27
- Sample Size, 24
- sampleContinuous, 24, 26
- sampledSize, 24, 26
- Save Screen, 24
- serialPort1, 24
- SPI, 31
- START, 24
- string, 28
- sysConnected, 24, 25
- threads, 27, 28
- updatePointsSize, 27
- USB, 14
- XX, 15, 30