

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

José Luiz Azzolino

Sistema Didático de Sensores Digitais

Agroambientais para Treinamento

em Suporte à Tomada de Decisão:

Projeto e Configuração

Taubaté – SP

2005

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

José Luiz Azzolino

Sistema Didático de Sensores Digitais

Agroambientais para Treinamento

em Suporte à Tomada de Decisão:

Projeto e Configuração

Dissertação apresentada para obtenção do Título de Mestre pelo Curso de Engenharia Mecânica do Departamento de Mecânica da Universidade de Taubaté.

Área de Concentração: Automação e Controle Industrial.

Orientador: Professor Dr. Giorgio E. O. Giacaglia

Co-Orientador: Professor Dr. Paulo E. Cruvinel

Taubaté – SP

2005

JOSÉ LUIZ AZZOLINO
SISTEMA DIDÁTICO DE SENSORES DIGITAIS AGROAMBIENTAIS
PARA TREINAMENTO EM SUPORTE À TOMADA DE DECISÃO:
PROJETO E CONFIGURAÇÃO

Dissertação apresentada para obtenção do Título de Mestre pelo Curso de Engenharia Mecânica do Departamento de Mecânica da Universidade de Taubaté. Área de Concentração: Automação e Controle Industrial.

Data: 12 de novembro de 2005.

Resultado: _____

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Giorgio Eugenio Oscare Giacaglia – _____

Assinatura: _____

Prof. Dr. Luiz Octavio Mattos dos Reis – _____

Assinatura: _____

Prof. Dr. Paulo Estevão Cruvinel – _____

Assinatura: _____

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais Nelson e Carmella (in memoriam), meus maiores incentivadores e admiradores, à minha irmã Elizabeth, à minha esposa, Marta, e aos meus filhos Nelson e Laura, a razão de tudo.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Giorgio Eugenio Oscare Giacaglia, meu orientador, pela oportunidade e pela paciência na condução dos trabalhos ao longo desses anos.

Ao Prof. Dr. Paulo Estevão Cruvinel, meu co-orientador, um irmão, que com extrema inteligência, habilidade, carinho e perseverança ajudou-me a realizar esse trabalho.

Aos Professores Thelmo João Martins Mesquita, Dimas Ramalho, colegas de Magistério, na ETE Getúlio Vargas, pelo apoio técnico para enfrentar as dificuldades.

Ao Prof. Dr. Garabed Kenchian – Diretor Geral do CEFETSP e ao Prof. Mestrando Henrique Camargo Kottke, pela realização do convênio UNITAU-CEFETSP.

À todos os colegas da turma 10 do CEFETSP, que ao longo dos anos de 2004 e 2005, ajudaram a transformar essa empreitada em uma tarefa alegre, e gratificante.

À UNITAU através de todos os professores Doutores e Mestres do Programa de Mestrado em Engenharia Mecânica, que durante esse período, tornaram-se para mim, mais do que professores, AMIGOS.

À Embrapa Instrumentação Agropecuária pelo apoio Institucional no desenvolvimento deste trabalho.

AZZOLINO, José L. **Sistema Didático de Sensores Digitais Agroambientais para Treinamento em Suporte à Tomada de Decisão: Projeto e Configuração.** 2005 # 114f. Dissertação (Mestrado, Engenharia Mecânica) – Departamento de Mecânica, Universidade de Taubaté, Taubaté.

RESUMO

É apresentado um sistema didático de sensores agroambientais, os quais compõem uma plataforma educacional para treinamento em processos agrícolas para suporte à tomada de decisão, em particular com aplicação em análise de riscos climáticos. O sistema é composto por um módulo básico de coleta e processamento de informações digitais, três módulos sensores que envolvem medida da velocidade do vento [m/s], medida da direção do vento [°] e medida de índice pluviométrico [mm], os quais foram montados em bases de acrílico transparente, o que viabiliza um acompanhamento do funcionamento dos sensores durante período operativo, bem como por uma plataforma microcontrolada que viabiliza uma interface com um computador hospedeiro.

Resultados são apresentados quanto à praticidade, confiabilidade, adequabilidade e modelo de treinamento, o que indica a qualidade da plataforma para o desenvolvimento de métodos completos para ensino.

PALAVRAS CHAVES: Sensores agroambientais, microcontrolador, treinamento, suporte à decisão, automação agrícola.

ABSTRACT

This work presents a didactic system based on digital environmental sensors, which allows an educational platform for decision-making and training on agricultural processes, with particular application in climatic risk analysis. It is organized with a module for data acquisition and signal processing of digital information, together with three others additional modules dedicated respectively to wind speed [m/s], wind direction [°], and pluviometric rate [mm] measurements. Besides, these modules with the sensors were assembled into a container made of transparent acrylic material, i.e., such arrangement allows not only the visualization of the transducers but also the electronic and mechanical hardware of the sensors during operation and a micro controlled platform that makes possible automation and interface with a computer host.

Results are presented in terms of its practicality, reliability, and usefulness for training, as well as basis for a complete formal education method.

KEYWORDS: Environmental sensors, training, microcontroller, decision-making, agricultural automation.

SOMMARIO

Questo lavoro tra i risultati di un sistema didattico ha basato sui sensori ambientali digitali, che permette una piattaforma educativa per risoluzione ed addestramento sui processi agricoli, con l'applicazione particolare nell'analisi climatica di rischio. È organizzato con un modulo per l'elaborazione dei segnali di acquisizione e di dati delle informazioni digitali, insieme a tre altri moduli supplementari dedicati rispettivamente a velocità di vento [m/s], al senso del vento [°] ed alle misure di tasso de piovà [millimetro]. Inoltre, questi moduli con i sensori sono stati montati in un contenitore fatto di materiale acrilico trasparente, cioè, tale disposizione permette non soltanto la visualizzazione dei trasduttori ma dei fissaggi anche elettronici e meccanici dei sensori durante il funzionamento ed una micro piattaforma controllata che fa l'automazione e l'interfaccia possibili con un ospite del calcolatore.

I risultati sono presentati in termini di relative praticabilità, affidabilità ed utilità per addestramento, così come la base per un metodo completo di educazione scolastica.

PAROLE CHIAVI: Sensori ambientali, addestramento, microcontrolatore, risoluzione, automazione agricola.

SUMÁRIO

Resumo	vi
Abstract	vii
Sommario	viii
Lista de figuras	x
Lista de tabelas	xiii
Lista de equações	xiv
Capítulo 1	
Considerações Iniciais	15
1.1 – Motivação	15
1.2 – Introdução	16
1.3 – Revisão da Literatura	
1.3.1 – Condicionador de sinais e processamento	22
1.3.2 – Sensores em sistemas agrícolas	26
1.3.3 – Risco em processos agrícolas	27
Capítulo 2	
2.1 – Material e Métodos	33
2.1.1 – Base Instrumental	38
2.1.1.1 – Sensor de Velocidade do vento	38
2.1.1.2 – Sensor de Direção do vento	39
2.1.1.3 – Sensor de Índice Pluviométrico	42
2.1.1.4 – Conexão à WEB	42
Capítulo 3	
3.1 – Resultados e Discussão	44
3.1.1 – Sensor de Velocidade do Vento	44
3.1.2 – Sensor de Direção do Vento	52
3.1.3 – Sensor de Índice Pluviométrico	60
3.1.4 – Interface Microcontrolada	68
3.1.5 – Sistema de Registro Climático	71
3.1.5.1 – Menu Lateral	72
3.1.5.2 – Menu superior	72
Capítulo 4	
4.1 – Conclusões	77
Referências	78
Anexos	84
Anexo I – Software em linguagem C	85
Anexo II – Software em Visual Basic	91
Anexo III – Plano de Abordagem didática	110

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Diagrama em Blocos do Sistema didático	37
Figura 2.2 – Diagrama em Blocos do Sensor de velocidade do vento	38
Figura 2.3 – Diagrama em Blocos do Sensor de direção do vento	40
Figura 2.4 – Disco Codificado com código <i>Gray</i>	40
Figura 2.5 – Diagrama em Blocos do Sensor de Índice pluviométrico	42
Figura 3.1 – Circuito Eletrônico do Sensor de velocidade do vento	45
Figura 3.2 – Detalhamento mecânico do sensor de velocidade do vento	46
Figura 3.3 – Eixo central do Sensor de Velocidade do Vento	47
Figura 3.4 – Corpo externo do Sensor de Velocidade do Vento	47
Figura 3.5 – Braço de sustentação da pá rotativa	48
Figura 3.6 – Rolamento do eixo principal	48
Figura 3.7 – Pá rotativa	49
Figura 3.8 – Disco dentado do sensor de velocidade do vento	49
Figura 3.9 – Tampa do rolamento do eixo principal	50
Figura 3.10 – Tampa inferior da base do sensor	50
Figura 3.11 – Foto do sensor de velocidade do vento	51
Figura 3.12 – Calibração do sensor de velocidade do vento	52
Figura 3.13 – Circuito Eletrônico do Sensor de direção do vento	53
Figura 3.14 – Detalhamento mecânico do sensor de direção do vento	54
Figura 3.15 – Ponta metálica da seta	55
Figura 3.16 – Rolamento do eixo principal do sensor de direção do vento	55
Figura 3.17 – Base interna de fixação dos circuitos	56

Figura 3.18 – Haste de fixação da seta	56
Figura 3.19 – Parte traseira de captação do vento	57
Figura 3.20 – Eixo principal do sensor de direção do vento	57
Figura 3.21 – Tampa de proteção do rolamento do eixo principal	58
Figura 3.22 – Base de acrílico transparente	58
Figura 3.23 – Tampa da base do sensor	59
Figura 3.24 – Foto do sensor de direção do vento	60
Figura 3.25 – Circuito eletrônico do sensor de índice pluviométrico	61
Figura 3.26 – Detalhamento mecânico do sensor de índice pluviométrico	62
Figura 3.27 – Corpo externo do pluviômetro	63
Figura 3.28 – Tampa da base do sensor	64
Figura 3.29 – Bases de fixação dos circuitos do sensor	64
Figura 3.30 – Funil de captação de água	65
Figura 3.31 – Mancal de fixação do balancim	65
Figura 3.32 – Suporte do balancim	66
Figura 3.33 – Balancim	66
Figura 3.34 – Foto do sensor de índice pluviométrico	67
Figura 3.35 – Circuito eletrônico da Interface microcontrolada	69
Figura 3.36 – Foto da placa da interface	70
Figura 3.37 – Foto da Central Climatológica coma interface	70
Figura 3.38 – Tela principal do Sistema de Registro climático – SRC	71
Figura 3.39 – Janela de Monitoramento do SRC	73
Figura 3.40 – Janela de Transferência de dados do SRC	74

Figura 3.41 – Janela de configurações do SRC	75
Figura 3.42 – Janela de Informações do SRC	76
Figura 3.43 – Lay-out da página da WEB	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Tabela dos números binários do Código <i>Gray</i>	41
--	----

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 2.1 – Equação de Vetores quantitativos	33
--	----

CAPÍTULO 1

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Os avanços da ciência e da tecnologia conduzem a novas e significativas mudanças, as quais são peças fundamentais no desenvolvimento da economia e da própria sociedade. Sob este enfoque, as Instituições de Ensino devem investir significativamente em novos métodos de ensino, que possam construir infra-estruturas fortes, que assegurem o atendimento ao mercado de trabalho e à sociedade de maneira geral.

Este trabalho é voltado ao ensino e treinamento em suporte à tomada de decisão agroambiental e se apóia em dois pontos fundamentais: formulação em acordo com a concepção de educação capaz de interferir de fato na relação ensino-aprendizagem; dinâmica aplicável à Escola, envolvendo um método que integre professor e aluno em ambiente colaborativo.

1.1 - MOTIVAÇÃO

A ocorrência de fenômenos meteorológicos adversos contribui para grandes prejuízos na agricultura causando preocupações nos setores governamentais ligados ao planejamento agrícola, bem como aos agricultores. Para se aumentar a sustentabilidade da agricultura é necessário que o produtor realize em sua localidade uma caracterização climática para que se possa conhecer as vulnerabilidades devido às alterações meteorológicas.

A agricultura é uma das atividades que pode se beneficiar de certas inovações tecnológicas. A aplicação mais notória, e talvez a pioneira da revolução digital na área agrícola, é a automação da medição de parâmetros agrometeorológicos que passou de um processo manual rudimentar, com amostragens discretas e susceptíveis a diversos tipos de falhas, para um sistema de medida totalmente automatizado que oferece o registro contínuo de dados com confiabilidade. Desde então, os trabalhos que se utilizam do monitoramento automático de sensores no campo têm contribuído não somente para o aumento da produtividade, mas também para a melhoria da qualidade dos produtos agrícolas e para a preservação do meio ambiente.

Entretanto, observou-se que há uma significativa lacuna quanto à disponibilização de métodos que viabilizem treinamento e formação de pessoal em suporte à tomada de decisão em instrumentação agroambiental, o que se constituiu como principal motivação para o desenvolvimento deste trabalho.

Com o surgimento de computadores de grande capacidade de processamento, novos softwares e linguagens de programação, houve um grande avanço no desenvolvimento de modelos para representar as interações planta-ambiente, permitindo, assim, simular, para períodos mais longos, o comportamento de cada espécie vegetal em relação ao clima, porém tais modelos são dependentes de sistemas instrumentais que possam alimentá-los adequadamente.

1.2 - INTRODUÇÃO

As instituições de ensino enfrentam hoje um grande desafio no que diz respeito a acompanhar o desenvolvimento tecnológico. Concentrar conhecimento em uma

determinada área é algo que pode acabar resultando num curso sem aprofundamento conceitual e teórico, e ao mesmo tempo com cursos extremamente especializados podem não se encontrar necessariamente às necessidades do setor produtivo, o qual exige junto à formação básica também habilidades e conhecimento que auxiliem a tomada de decisão.

Nesta última década têm-se observado tendências em direção ao desenvolvimento da Sociedade da Informação. De fato, tem-se observado a tendência no sentido da construção de uma infra-estrutura de grande capacidade, com o que se espera o desenvolvimento de um mercado de informações, de dimensões ainda não adequadamente estimadas.

A presença dos microprocessadores é facilmente notada na indústria, no comércio, na medicina e também em atividades culturais e de entretenimento. Se, isoladamente os microprocessadores já são revolucionários, a associação deles através de redes locais e, mais recentemente, globais, consagrou-os como a alavanca de uma nova era. As telecomunicações têm evoluído no sentido de cobrir o planeta com uma rede de transmissão de dados rápida e confiável, onde a informação está disponível em qualquer lugar e a qualquer tempo. Compete à criatividade humana usá-la para a melhoria da qualidade de vida no planeta.

Nas áreas que envolvem a tecnologia têm-se observado a expansão das redes de coleta de dados meteorológicos e o acúmulo de séries mais longas e representativas (MUCHOW & BELLANY, 1991; FARIA, 1999).

Com relação à meteorologia e suas bases que são desenvolvidas no Brasil encontra papel relevante o INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE (<http://www.inpe.br>), o qual, ao longo tempo tem utilizado satélites meteorológicos, de comunicação e de observação da Terra, atividade bem próxima das reais

necessidades brasileiras. Com isto, foram implantados projetos para recepção e interpretação de imagens de satélites meteorológicos para utilização das técnicas de sensoriamento remoto por satélites e aeronaves para levantamento de recursos terrestres para aplicação de um satélite de comunicações geoestacionário para ampliar o sistema educacional do País. Até meados da década de 70, esses eram os principais projetos conduzidos pelo INPE.

Durante a década de 80, o INPE implantou e passou a desenvolver programas que são hoje prioritários como: a Missão Espacial Completa Brasileira, o Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres, o Programa Amazônia e o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos.

A década de 90 foi marcada pelos primeiros resultados do primeiro satélite brasileiro demonstrando a capacidade brasileira no desenvolvimento e operação de sistemas espaciais. O reconhecimento da capacidade do INPE no desenvolvimento de tecnologia espacial e também de aplicações, reflete-se na participação brasileira na construção da Estação Espacial Internacional (*International Space Station - ISS*), o maior empreendimento do mundo no setor. A participação do INPE na ISS proporciona ao Brasil a oportunidade de realizar experimentos tecnológicos e em diversos campos da ciência, inclusive agrícola. (EMBRAPA, 2002)

Adicionalmente, encontra-se no INPE o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPT), o qual desenvolve pesquisas e atividades nos campos das Ciências Meteorológicas, Meteorologia por Satélites, Previsão de Tempo e Climatologia. As atividades operacionais de previsão de tempo e clima são executadas com a operação de um supercomputador que possibilita gerar previsões de tempo e clima confiáveis, com boa antecedência. Dentre os serviços disponíveis

encontram-se: Avisos Meteorológicos, Notícias Meteorológicas, Previsões e Monitoramento do Tempo, Dados de Aeroportos.

O setor agrícola, que é essencialmente multidisciplinar, e que tem utilizado de forma significativa, eletrônica embarcada, mecatrônica e tecnologia da informação, está crescendo em nível mundial e no Brasil representa 37% dos empregos gerados e da ordem de 35% do PIB. (RODRIGUES, R., 2004).

Dado à essa importância que a área representa a qual é fortemente dependente das condições de clima, a EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias em parcerias com outras instituições do Brasil desenvolveu um sistema de monitoramento agrícola – AGRITEMPO (<http://www.agritempo.gov.br>, <http://www.embrapa.br>) que permite aos usuários deste tipo de informações o acesso via Internet de dados de diversos municípios e estados brasileiros. O Agritempo, além de informar a situação climática atual, alimenta a Rede Nacional de Agrometeorologia (RNA) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) com informações básicas que orientam o zoneamento agrícola brasileiro.

No *link* <http://www.agritempo.gov.br/arvore.html> o sistema mostra todos os tipos de informações disponíveis, tais como mapas, monitoramento do tempo, boletins, e outras informações agrometeorológicas de todo o território nacional.

Alguns exemplos demonstram que o mundo está cada vez mais dependente de uma infra-estrutura agrícola.

Os profissionais do futuro têm a cada dia buscado com maior intensidade o uso de Internet, treinamentos, visitas técnicas para melhor integrar-se à nova escola em formação a qual baseia-se em: "Participar na formação de cidadãos capacitados e competentes para atuar em diversas profissões, difusão de conhecimentos e

processos que contribuam para o desenvolvimento tecnológico, econômico, social e ambiental da Nação”. (CEETEPS, 2000).

Vivem-se momentos de profunda reflexão em função do novo cenário que se desenha pela economia mundial para o setor agrícola, com o conseqüente processo de competição e dos novos serviços que a evolução da tecnologia permite oferecer a cada dia, novos desafios requerem novas estratégias para que as Instituições de Ensino possam preparar profissionais melhor capacitados.

Para enfrentar esse processo de mudanças, inclusive da tecnologia, as Universidades devem desenvolver novos cursos e métodos que valorizem cada vez mais os recursos humanos, um intenso processo de mudança cultural de modo a priorizar a satisfação da comunidade, utilizando para isso processos e métodos inovadores.

Esses métodos inovadores visam atender o perfil deste novo profissional, de forma a combinar o conhecimento técnico com a visão mercadológica, bem como seus pressupostos humanísticos e culturais.

Essas grandes transformações em curso no campo econômico e da tecnologia têm impulsionado os investimentos em pesquisa e desenvolvimento, quer seja na cidade ou no campo, bem como têm sido crescentes os fomentos, os acordos de cooperação entre os grandes conglomerados do setor.

Um grande desafio para o setor agrícola no Brasil é a sua competitividade em um ambiente externo e interno cada vez mais dinâmico. A exemplo do que ocorre na indústria como um todo, há um processo de crescentes fusões e aquisições, o que tem significado uma profunda mudança estrutural e aumentado a contestabilidade do mercado local.

O fortalecimento da base local de produção e o aumento da competitividade

passam necessariamente por uma ação conjunta entre o campo, o setor público, as universidades e os centros de pesquisa. Em geral, esses setores têm interesses comuns e apresentam condições de complementaridade. As parcerias, nesse sentido, são alternativas para viabilizar pesquisas, qualificar o pessoal e desenvolver novas realizações.

A sinergia resultante do aproveitamento da experiência internacional e, internamente, dos meios acadêmicos dos órgãos governamentais, dos institutos de pesquisa e dos empresários podem trazer os subsídios necessários ao estabelecimento de uma macroestratégia setorial, de forma a balizar metas e ações comuns, e combinar os condicionantes de competitividade com a ação regulatória do Estado, e é lógico, passando sempre pelo setor agrícola.

Educação, ciência, tecnologia e capacidade competitiva são questões cruciais, não só para uma indústria bem sucedida neste século, como também para outros segmentos da sociedade moderna, em particular para o setor agropecuário. Assim, um fator primordial de desenvolvimento, especialmente considerando-se o potencial brasileiro para o atingimento destes objetivos é o desenvolvimento de novos métodos de ensino que potencializem e disseminem esse aprendizado.

Dessa forma, o papel da Escola se reforça, tanto no sentido de promover conhecimento profissional, bem como na oferta de qualificação básica, voltada ao atendimento da população excluída do sistema formal de educação e altamente propensa à perda do emprego e a eliminação das chances de re-empregabilidade.

Por outro lado, a elaboração de uma proposta pedagógica, no âmbito deste trabalho voltado ao treinamento formal em suporte à tomada de decisão em processos agroambientais, significa a construção de uma alternativa ao desenvolvimento do processo ensino-aprendizagem que, refletindo a filosofia que

sustenta a concepção de currículo, possibilite uma unidade ao trabalho da Escola, aumentando assim as oportunidades de superação da dicotomia entre conhecimento teórico e prático e a conseqüente fragmentação entre saber e fazer, entre áreas técnicas e de formação geral, entre educação geral e profissional.

No presente trabalho é apresentado um sistema didático, baseado em sensores digitais que viabilizam a leitura de parâmetros agroambientais tais como velocidade do vento, direção do vento e índice pluviométrico, para treinamento em processos de auxílio à tomada de decisão em sistema de zoneamento agrícola clássico, em particular sobre o fator de aptidão climática, em que se estabelecem quais são os parâmetros climáticos importantes à cultura e o potencial oferecido pela região de estudo. Essas informações podem constituir base de dados para um modelo básico de análise de risco climático que auxilie na indicação de melhores épocas de plantio e tipo de cultura adequada com vista a otimização do risco associado a essa natureza de processo.

Adicionalmente, de forma a potencializar o contexto didático do sistema, foi desenvolvido seu acoplamento à WEB com o uso de um “*link*” disponibilizado na Internet, o que amplia sua aplicação multiusuário.

1.3 – REVISÃO DA LITERATURA

1.3.1 – CONDICIONADOR DE SINAIS E PROCESSAMENTO

Segundo HASLAM et al.(1981), qualquer sistema de medida simples pode ser representado basicamente por um diagrama de três blocos. Este diagrama

apresenta os seguintes componentes: um transdutor; um condicionador de sinal e um registrador.

O mesmo autor destaca que atualmente a tecnologia dos processos de controle e instrumentação envolve “basicamente” os condicionadores de sinais analógicos e digitais, os sensores térmicos, mecânicos e ópticos e os controladores analógicos e digitais (computadores). Estes sistemas de controles são compostos pelos princípios de funcionamento, o qual abrange o processo, o controle humano, o automático e/ou servomecânico (robótica).

Todo sistema de controle possui uma avaliação que consiste em identificar a performance do sistema, sua estabilidade, regime constante, sua regulação transiente e seus critérios de respostas (resposta cíclica ou não). Esta avaliação do sistema de controle é realizada pela variável erro que expressa a diferença entre a constante de saída ou valor de referência e a variável controlada.

O controlador em um processo, segundo JOHNSON (1997), monitora o resultado de uma medida da variável controlada e determina uma saída apropriada para o elemento final de controle. Nesse aspecto, o controlador é considerado, de certa forma, um computador analógico ou digital, pneumático ou eletrônico, que, usando medidas de entradas, resolve certas equações para calcular a saída. Os controladores apresentam-se em modelos discretos, contínuos e compostos.

O processamento dos dados de um sistema de controle pode ser digital ou analógico. A representação destes dados exprime como a magnitude de algumas variáveis físicas é representada no controle fechado.

Os condicionadores de sinais tem a função de alimentar de forma apropriada o sensor, amplificar ou atenuar o sinal gerado, isolar o sinal eletricamente, linearizar, como também filtrar os sinais que estão sendo processados.

Os conversores de sinais tem a finalidade de transformar grandezas, como por exemplo, frequência/tensão; frequência/corrente; corrente/tensão; tensão/corrente; CA/CC (corrente alternada / corrente contínua), bem como são utilizados para isolamento elétrico dos diversos módulos de processamento.

O processo de aquisição de dados é composto pelo fenômeno físico, pelo transdutor, pelo condicionador de sinal e pelo sistema de aquisição de dados.

Existem aplicações de sensores em sensoriamento de conteúdo de vapor de água, características de hidrometeoros, inomogeneidades de céu claro (CAT) nuvens tipo Cirrus, parâmetros meteorológicos como velocidade do vento, direção do vento, índice pluviométrico entre outros (NOLTA I.G., 1999).

Quando é importante obter alta precisão e independência dos efeitos das perturbações externas, deve ser empregado um sistema de controle mais elaborado, preferencialmente com realimentação. Assim, o uso de algumas técnicas do controle eletrônico de velocidade dos motores CC, aproveitam sinais de sensores de velocidade (tacômetros ou *encoders*) para se conseguir grande precisão. (KAUFMANN P., 1998, 2001).

Quanto aos transdutores para deslocamento ou força, os mesmos geram sinais elétricos em resposta a um deslocamento ou à aplicação de uma força. Todos os dispositivos sensores de deslocamento necessitam de uma força aplicada sobre os mesmos para sua atuação. Entretanto, devem ser dimensionados para exigir níveis mínimos de força contra um sinal de saída mensurável para a avaliação de um deslocamento. O inverso também é verdadeiro, ou seja, o transdutor agirá como um bom sensor de força se o deslocamento exigido para este fim for desprezível em relação àquele praticado pelo sistema mecânico (DENDY R., 1996).

Transdutores que se utilizam de variações de resistência, indutância ou capacitância são os mais utilizados para efetuar medidas de deslocamento ou força. Mas também há um grupo de sistemas eletrotérmicos onde a temperatura e a resistência de um fio aquecido sofrem variações em resposta ao deslocamento. Por fim, há aqueles tipos que aproveitam as propriedades piezoelétricas de alguns materiais para o mesmo objetivo.

Quanto aos transdutores para velocidade e aceleração, as medidas de velocidade e aceleração são obtidas através de três modelos de sistemas, descritos a seguir:

a) sistemas diferenciadores: Sinais elétricos proporcionais à velocidade, aceleração ou à n -ésima derivada do deslocamento são obtidos através de um processo de diferenciação elétrica do sinal proveniente de um transdutor de deslocamento. Se o transdutor utilizado avaliar a própria aceleração, como por exemplo uma massa sob a influência de movimentos mecânicos externos, um processo de integração certamente converterá o sinal de entrada em velocidade.

b) transdutores de indução: É o único tipo de transdutor que pode realmente converter a velocidade de um movimento diretamente em um sinal elétrico. É freqüentemente utilizado para medir velocidade angular como o faz um tacômetro.

c) medidas separadas de distância e tempo: Se um corpo se move através de uma distância Δs durante o intervalo de tempo Δt , um sinal proporcional à velocidade pode ser obtido produzindo sinais elétricos proporcionais à taxa de variação $\Delta s/\Delta t$. Este método é geralmente modificado fixando-se uma das grandezas distância ou tempo e aferindo-se a outra.

Transdutores Ópticos, também conhecidos como *Encoders*, servem para avaliar a velocidade de rotação de um eixo girante. São utilizados em veículos cuja

velocidade é controlada eletronicamente, pois quando acoplado a um das rodas do mesmo, determina sua velocidade na forma digital e transmite esta informação ao computador de bordo, que por sua vez pode realimentar o motor acoplado à roda a fim de manter sua rotação constante com grande precisão.

Antes mesmo de se determinar um modelo de sensor, é preciso que seja escolhido o tipo de controle ou atuação mais adequado à informação que se deseja obter. Esta opção é dirigida conforme a dificuldade apresentada pelo processo a ser tratado.

1.3.2 – SENSORES EM SISTEMAS AGRÍCOLAS

Na última década, inúmeros trabalhos relacionados com o sistema de produção agrícola vem sendo realizados utilizando técnicas de sensores para análise da variabilidade espacial e também mapeamento de atributos relacionados com a lavoura. MOLIN (1997a) comenta que o uso de tais práticas, deram-se em decorrência do aparecimento da agricultura de precisão. Ainda de acordo com MOLIN (1997b), pesquisas estão sendo conduzidas na área da Engenharia, incluindo desenvolvimento de instrumentos e sensores, bem como sistemas de controle e equipamentos.

O desenvolvimento de diferentes tipos de sensores para propriedades do solo e das plantas, tais como sensores para a matéria orgânica, nutrientes do solo e propriedades físicas do solo, vem sendo realizados, visto que a geração de mapas de produtividade é considerada como uma tarefa indispensável no processo de diagnóstico da agricultura moderna. A associação destes mapas de diferentes propriedades do solo tem sido a ferramenta básica para as recomendações de

aplicações localizadas de insumos. A agricultura de precisão pode ser vista como um sistema de monitoramento das variáveis em uma área, principalmente no que se refere ao contexto solo, planta e clima. É importante identificar as causas que estão provocando diferenças de produtividade em uma área e procura-se portanto, estabelecer uma homogeneidade da produtividade com menor impacto ambiental (BLACKMORE, 1999).

Vários estudos vêm sendo realizados com a utilização de Sistema de Informação geográfica (SIG), principalmente em mapeamento de colheita, considerado um dos pontos iniciais para a agricultura de precisão; mapeamento de características de solo, como é o caso de SOUZA et al. (1999), em estudo do comportamento dos atributos químicos do solo. Ainda com relação as características do solo, MONIZ et al. (1994) comenta sobre a utilização de SIG no mapeamento de características morfológicas do solo e VIEIRA et al. (2000), sobre o mapeamento de atributos de solo e planta usando geoestatística. BERGEIJK et al. (2001) comenta sobre a importância do uso de mapeamento de diferenças de tipo de solo para o processo de preparo. MANTOVANI et al. (1998) citam que a agricultura de precisão que tem como base o uso de sensores, constitui-se em uma ferramenta de grande potencialidade, para o mapeamento do solo, aplicação de insumos e das atividades de colheita, bem como para a racionalização do uso de insumos e de consumo de energia.

1.3.3 – RISCO EM PROCESSOS AGRÍCOLAS

A tomada de decisão nos diversos setores da atividade humana, geralmente contém incertezas. Fatos que decorrem da aleatoriedade associada aos fenômenos

e eventos, bem como a complexidade de interrelacioná-los.

Essas incertezas geralmente decorrem devido a erros aleatórios cometidos em medições estatísticas, julgamentos subjetivos, imprecisão dos instrumentos de medidas, o que podem causar erros sistemáticos e imprimir tendenciosidade, imprecisões lingüísticas quanto ao entendimento e descrição de fenômenos e eventos, variabilidade dos valores no tempo e espaço, aleatoriedade associada a certos fenômenos ou eventos, discordância de opiniões entre especialistas e considerações estipuladas quando da modelagem de sistemas. Deste modo tem-se que as incertezas imprimem, geram e implicam em riscos. Riscos são definidos com a probabilidade ou possibilidade da ocorrência de valores para determinados eventos e fenômenos, indesejáveis ou adversos. Assim, em processos como de medição, observações, avaliações e tomada de decisões, podem ocorrer por várias fontes de incertezas. Isto leva ao estabelecimento e convivência contínuos e inevitáveis com inúmeros tipos de risco. Riscos podem possuir diferentes conotações, como as de ordem física, estrutural, econômica, social e ambiental.

Os primeiros trabalhos em risco climático voltado ao zoneamento agrícola desenvolvido no Brasil se basearam fortemente nos estudos de aptidão climática para estabelecer zonas aptas, zonas marginais e zonas inaptas para as principais culturas. Os trabalhos desenvolvidos no Instituto Agrônomo de Campinas, sob a coordenação do Dr. Ângelo Paes de Camargo, foram pioneiros nesse sentido (CAMARGO & ORTOLANI, 1966).

Com o surgimento de novos softwares e linguagens de programação, houve um grande avanço no desenvolvimento de modelos para representar as interações planta-ambiente, permitindo, assim, simular para períodos mais longos o comportamento de cada espécie vegetal em relação ao clima (MUCHOW &

BELLANY, 1991; FARIA, 1999). PELLEGRINO et al. (1998), A importância do monitoramento das condições do tempo e clima se destacam pela influência sobre a atividade agrícola e a transmissão e divulgação dessas informações na forma de mapas, com aspectos referentes aos métodos de mapeamento de informações meteorológicas e climatológicas através do uso de Sistema de Informação Geográfica (SIG). A primeira e importante ação no Brasil para se identificar as melhores épocas de semeadura, com a utilização de ferramentas como a geoestatística ou SIG foi desenvolvida por Assad e colaboradores em 1998 (ASSAD et al., 1998; ASSAD & SANO, 1998).

Em trabalhos dessa natureza o mapa de risco classificado é a principal visualização em cada decêndio, uma vez que representa o resultado parcial do risco de semeadura no decêndio. A interface para o banco de dados, cultura, dados meteorológicos e as outras bases de dados derivadas devem possuir visualização, para possibilitar a manutenção e consultas no banco de dados (CRUVINEL et al., 2001).

Nesses tipos de processos, inicialmente, seleciona-se a cultura para que o sistema recupere os dados do ciclo de vida da cultura. Essa informação refere-se ao tempo necessário para que uma determinada cultura passe por todas as duas fases de desenvolvimento. É um valor é contado a partir da semeadura, passando pela emergência da planta, florescimento e colheita. CARAMORI (1998, 1999) & WREGE (1999), descreveram que acoplado-se o ciclo da cultura a partir de diferentes épocas de semeadura, com riscos climáticos, pode-se identificar os períodos de semeadura com menor risco e, conseqüentemente, com maior potencial produtivo. O segundo passo é selecionar a região que determina quais estações meteorológicas

serão utilizadas e, conseqüentemente, quais dados meteorológicos serão utilizadas para alimentar o processo de balanço hídrico no sistema.

As estações meteorológicas são georreferenciadas, portanto, deve-se determinar as coordenadas iniciais e finais da região de estudo. A quantidade de estações meteorológicas e a quantidade-qualidade de dados meteorológicos coletados nesta estação determinam a confiabilidade das informações que serão geradas nas seguintes etapas. Quanto maior for o número de estações e o número de dados meteorológicos coletados, melhor será o mapeamento das variações espaciais e temporais da região selecionada. Um registro no banco de dados de estações meteorológicas geram vários registros no banco de dados meteorológicos. Para se obter os dados do ciclo da cultura, um registro do banco de dados das estações relaciona-se com um registro no banco de dados da cultura.

Esse método calcula a água armazenada para cada tipo de solo, levando em consideração a capacidade de armazenamento, o volume de água precipitada e a capacidade de extração de água da cultura analisada. A deficiência hídrica corresponde a um esgotamento de água no solo tolerável para a cultura até um certo ponto, ou seja, a quantidade de água armazenada no solo, juntamente com a escassez de chuvas, causa uma deficiência hídrica para a cultura. Sempre que a quantidade de água excede a capacidade de armazenamento do solo, ocorre excesso de água. Analisando-se o balanço hídrico seqüencialmente durante vários anos, é possível verificar as freqüências de deficiência hídrica que a cultura sofre a estimar o risco para a época de semeadura analisada (WREGGE et al., 1997, 1999). Esse risco é verificado no estabelecimento e na floração da cultura. Uma vez calculada, a deficiência hídrica pode ser interpolada pelo método de Kringing, utilizando um software de mapeamento, como por exemplo, o Surfer®, para gerar

um mapa ou imagem de deficiência hídrica nas fases de estabelecimento ou da floração da cultura analisada.

Outros modelos de interpolação adequados poderão ser estudados e implementados, buscando um melhor mapeamento dessas informações. O sistema, de posse das informações da cultura, busca para cada estação meteorológica, os dados necessários para gerar as informações agrometeorológicas que são armazenadas no banco de dados agrometeorológicos. O código da estação meteorológica e o código da cultura são utilizados para acesso de dados gerados no cálculo de balanço hídrico. Gerados os dados agrometeorológicos, o sistema pode calcular a ocorrências de fatores de risco agroclimático para posterior mapeamento.

Com base nas ocorrências dos fatores de risco agroclimático, ao longo da série de dados meteorológicos e série de dados agrometeorológicos, esse processo calcula a probabilidade de cada fator agroclimático ao longo do ano. O primeiro passo para essa rotina está em identificar os dias em que ocorre o evento climático. Como por exemplo, para o caso de risco de ocorrência de geada, identificam-se os dias com temperatura mínima menor que 3°C no decêndio, ou outro valor de temperatura mínima que se quer considerar como determinante do fator geada. Calcula-se, para cada estação meteorológica e em toda sua série de dados meteorológicos, os dias com temperatura mínima menor que 3°C que estão associados com ocorrência de geadas na superfície do solo (GRODZKI et al., 1996).

A interpolação dos riscos de deficiência hídrica e dos dados diários de chuva pode ser realizada com o uso do método Kriging (KRIGE, 1951), que executa a interpolação de pontos de uma função, para se obter uma função contínua do processo.

Kriging é um método geoestatístico que produz contornos e regiões de superfície de dados irregularmente espaçados. Esse método tenta expressar tendências que são sugeridas nos dados, de forma que os pontos possam ser conectados (FUKS, 1998)

Esse processo tem como entrada os valores dos riscos de geada, os riscos descendais de deficiência hídrica e os dados diários de chuva no decêndio, para cada estação meteorológica, e tem como saída os mapas dos fatores de risco climático que são armazenados no banco de imagens agrometeorológicas. Especificamente, são gerados quatro mapas: risco de ocorrência de geada, risco de ocorrência de deficiência hídrica no estabelecimento da cultura, risco de ocorrência hídrica na floração e risco de excesso de chuva na colheita.

A partir dos mapas gerados realiza-se a junção dos mapas de fatores de risco em um único mapa de risco total. Os riscos de deficiência hídrica e excesso de chuva são somados e o de risco de geada é subtraído, após ser limiarizado. O valor do limiar é determinado pelo risco máximo de geada aceito para o cultivo da cultura.

Outro segmento importante é a identificação de todos os pontos e regiões que possam ser agrupados em regiões similares, seguindo os métodos de decisão teórica para definir se um ponto ou região pertence a uma região de época de semeadura ou à outra. O vetor de atributos dos mapas de fatores de risco agroclimático para ser utilizado como entrada da função bayesiana, podem ser obtidos com base na classificação das regiões segmentadas. (MASCARENHAS, 1987).

O mapa resultante é armazenado em uma base de dados de épocas de semeadura. No capítulo seguinte é apresentado a sistematização do modelo de base didática, bem como os aspectos relativos à material e métodos.

CAPÍTULO 2

2.1 - MATERIAL E MÉTODOS

A sistematização de uma base didática para treinamento em processos que requeiram auxílio à tomada de decisão focada em aplicações agrícolas, como é o caso de análise de risco climático, por exemplo, deve levar em conta não somente os aspectos referentes ao ensino e à modelagem propriamente dita, como também deve abordar a instrumentação de treinamento, a qual deve ser amigável na operação.

Quanto ao modelo para treinamento, o mesmo pode estar fundamentado no uso de vetores que representam classes de padrões caracterizados por informações quantitativas. Cada componente pode, assim, representar um descritor quantitativo na forma:

$$\mathbf{x} = \begin{bmatrix} \textit{risco de ventos} \\ \textit{risco de excesso de chuva na colheita} \\ \textit{risco de deficiência hídrica na floração} \end{bmatrix} \quad \text{Equação 2.1}$$

O modelo de objetos que descreve a estrutura de objetos de um sistema, seus relacionamentos com outros objetos, seus atributos e suas operações, proporciona a estrutura necessária na qual podem ser colocados os modelos dinâmico e funcional.

As classes definem os valores de atributos relativos a cada instância de objetos e as operações que cada objeto executa ou a que se submete. O modelo dinâmico ilustra uma seqüência de estados e de eventos permitidos em um sistema para uma classe de objetos. Os diagramas de estado também se relacionam com os outros modelos. O modelo funcional descreve os aspectos de um sistema relacionados à transformação de valores: funções, mapeamento, restrições e dependências funcionais.

Baseado neste contexto, com vistas a detalhar os aspectos da modelagem e da instrumentação, objetos deste trabalho os seguintes materiais e métodos são considerados: modelo para treinamento, método de ensino e base instrumental focada em sensores de velocidade do vento, direção do vento e índice pluviométrico com os respectivos circuitos para condicionamento, aquisição de sinais e processamento da informação.

A operação do sensor de direção do vento é objetiva quanto ao seu método, visto que o vento incide sobre uma seta de acrílico, indicando a sua direção. Acoplado ao eixo da seta é fixado o disco codificado em código *Gray* conforme ilustra a figura 2.4.

Ajustando-se o sensor de direção do vento na direção do norte magnético, está definido o ponto de 0° ou 360°. Nos circuitos de memória está armazenada a tabela de código *Gray* com 32 diferentes tipos de números binários, sendo que para cada número binário corresponde à uma posição em graus, conforme tabela 2.1, com relação ao norte magnético, ou 0°.

A operação do sensor de velocidade do vento é objetiva quanto ao seu método, visto que o vento incide sobre as pás de acrílico provocando um movimento de rotação em torno do seu eixo ao qual é acoplado um disco dentado com 8 janelas

cujo ciclo completo é interpretado por um circuito eletrônico de forma que a cada oito pulsos corresponde a uma velocidade de 0,1 m/s.

A operação do sensor de índice pluviométrico é objetiva quanto ao seu método, visto que a medida que a água cai no funil de acrílico, é dirigida para uma balança dupla de alumínio, e quando estiver cheia de água, corresponde a um volume de 1 mm de chuva. Dessa forma, com o próprio peso da água há um movimento de pêndulo toda vez que a balança estiver cheia de água.

Acoplado a essa balança uma haste intercepta um feixe de luz, que para cada movimento de pêndulo fica registrado em um contador 1 mm de chuva.

A figura 2.1 ilustra em diagrama de blocos o sistema didático de sensores agroambientais para treinamento em suporte à tomada de decisão.

Adicionalmente a esses sensores, outros sensores podem ser acoplados de forma a ampliar a base didática de sensores digitais agroambientais para treinamento em suporte à tomada de decisão. (a exemplo de: medida de temperatura, índice de radiação solar, umidade relativa do ar, entre outros).

Neste sistema priorizou-se o uso de sensores de velocidade do vento, direção do vento e índice pluviométrico, devido à característica eletromecânica dos mesmos, que para finalidade didática apresentam características mais abrangentes para aspectos de ensino.

Assim, o sistema é constituído de três módulos sensores e um módulo central os quais estão conectados a um módulo de interface microcontrolada que recebe as informações dos módulos coletores de dados.

A interface microcontrolada processa digitalmente essas informações através de um software desenvolvido em linguagem C, exporta essas informações através de uma porta serial RS232, para microcomputador hospedeiro o qual possui um

software de aquisição de dados, desenvolvido em Visual Basic[®], (SRC -SISTEMA DE REGISTRO CLIMÁTICO), e recebe essas informações periodicamente. Essa periodicidade de informações (intervalos de tempo de aquisição de dados) pode ser alterada no SRC de acordo com o treinamento a ser ministrado.

Com base nas informações contidas nesse banco de dados, um software de gerenciamento, residente no microcomputador hospedeiro, viabiliza a obtenção de representações gráficas com suas respectivas equações, histogramas e análises estatísticas, de forma a se obter um vetor padrão para os eventos que envolvem dados climatológicos na composição de mapas de risco climático, sendo disponibilizados em um "*link*" na Internet, de maneira a oferecer informações para análise de riscos agroclimáticos, via WEB.

BASE DIDÁTICA DE SENSORES DIGITAIS AGROAMBIENTAIS

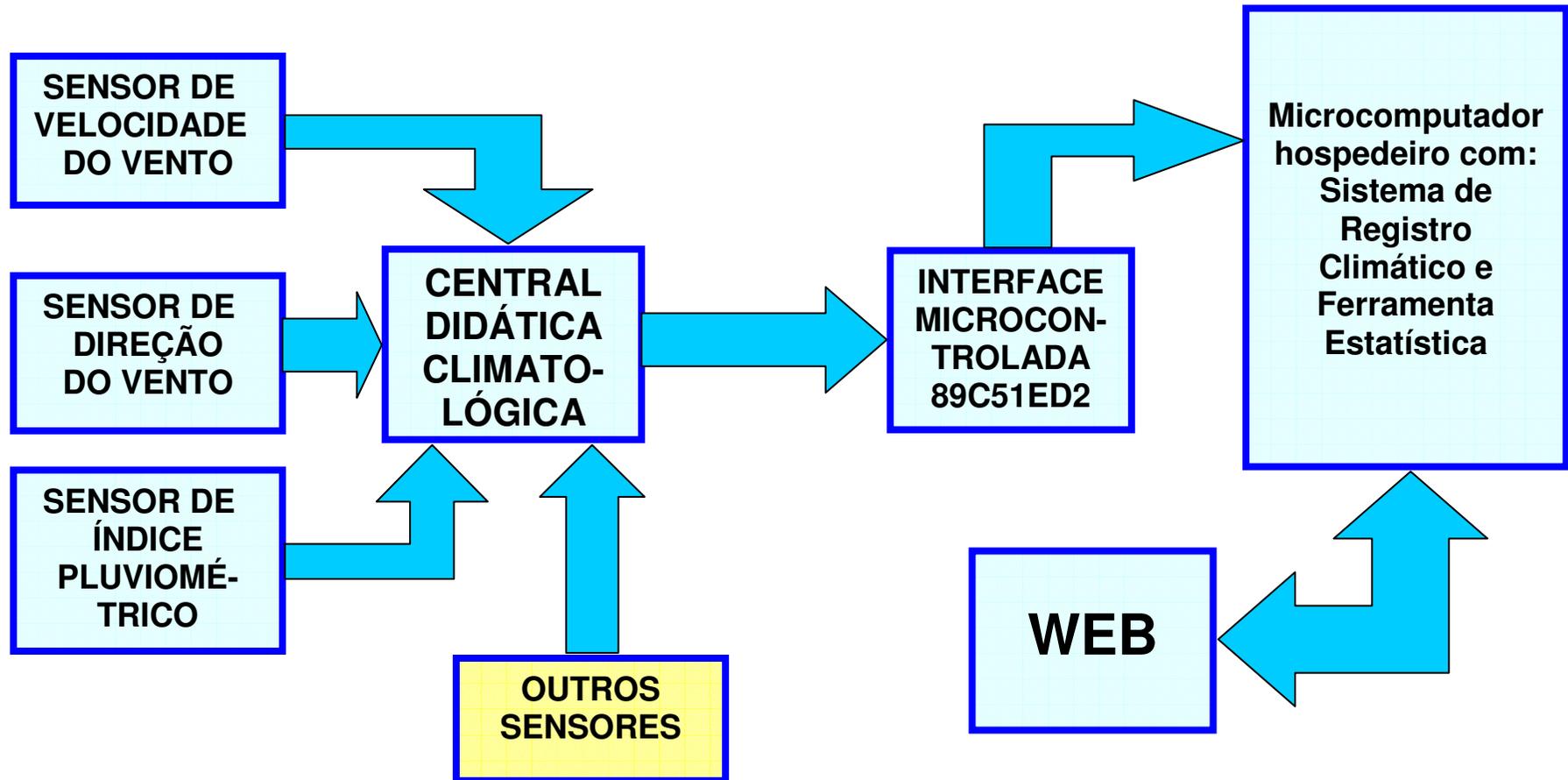


Figura 2.1 – Diagrama em Blocos do Sistema didático

2.1.1 - BASE INSTRUMENTAL

2.1.1.1 - Anemômetro - Sensor de Velocidade do Vento

Como sensor de velocidade do vento, optou-se por projetar um transdutor baseado em leitura de rotações por segundo com o uso de um disco com janelas sobre um anteparo mecânico de leitura e chave óptica de leitura, que opera na frequência do infravermelho e viabiliza leituras na faixa de 0,1 m/s a 99,9 m/s.

A figura 2.2 ilustra o diagrama em blocos do sensor de velocidade do vento.

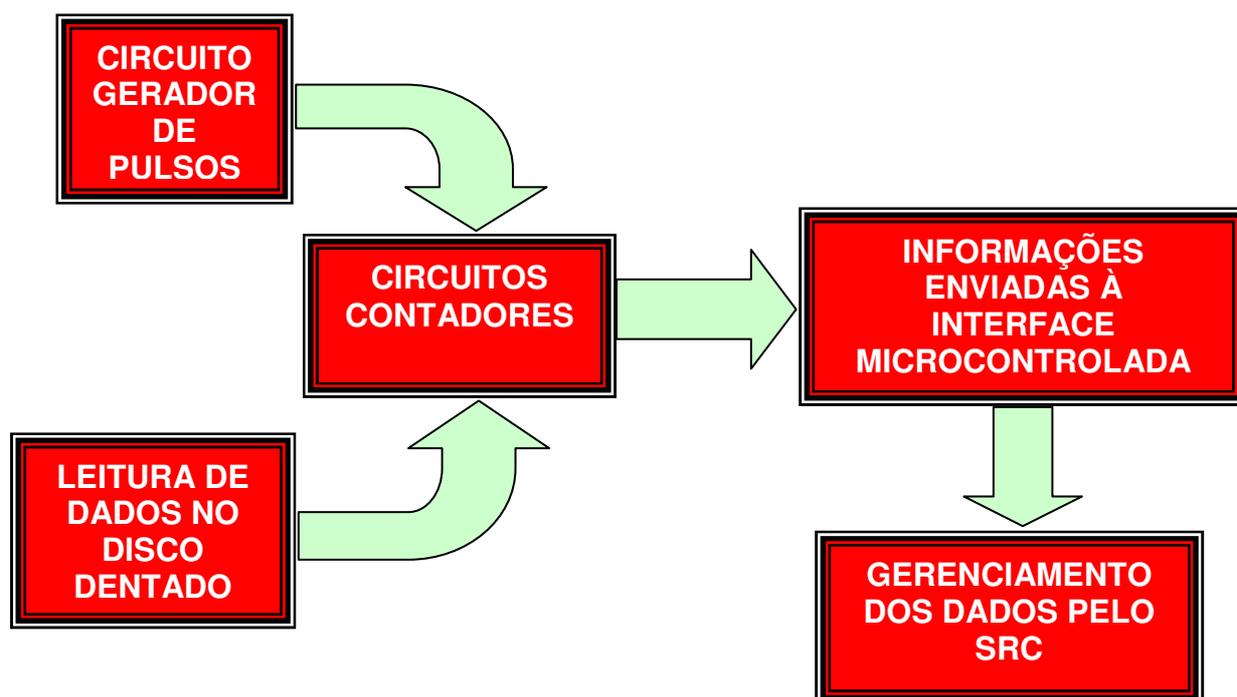


Figura 2.2 – Diagrama em blocos do sensor de velocidade do vento.

2.1.1.2 - Sensor de Direção do Vento

Como sensor de direção do vento, optou-se por projetar um transdutor baseado em um disco codificado em código *Gray* de 5 bits os quais são lidos por cinco diodos emissores e receptores que operam na frequência do infravermelho e cuja leitura é transformada em um endereço binário para um bloco de memórias do tipo **EPROM** (**E**rase **PRO**grammable **M**emory), as quais decodificam informações de direção do vento, com leituras realizadas sob resolução de $11,25^\circ$ na faixa de 0° a 360° . Por questão física do tamanho da placa de circuito impresso, quantidade de displays na central climatológica, a aproximação da faixa de resolução, é considerada apenas um dígito após a vírgula. A tabela de código *Gray* consiste em uma tabela da verdade de 5 variáveis de entrada, totalizando 32 combinações de números binários, onde de um byte para outro da tabela, varia apenas 1 bit de cada vez. A leitura desse número binário é comparada com uma tabela de conversão para Graus (posição em relação ao Norte magnético), gravada em uma memória, onde é apresentado o resultado do posicionamento do sensor. Se a seta do sensor parar numa posição intermediária entre um número binário e outro, a leitura permanece a do número binário anterior, em razão do valor apresentado estar gravado em uma memória, portanto só aparecerá nova leitura quando os cinco diodos efetuarem a leitura de um novo número binário completo.

As figuras 2.3 e 2.4 ilustram respectivamente o diagrama em blocos do sensor de direção do vento e o disco codificado com código *Gray*, com exemplo de leitura.

A tabela 2.1 ilustra a tabela de números binários do Código *Gray*.

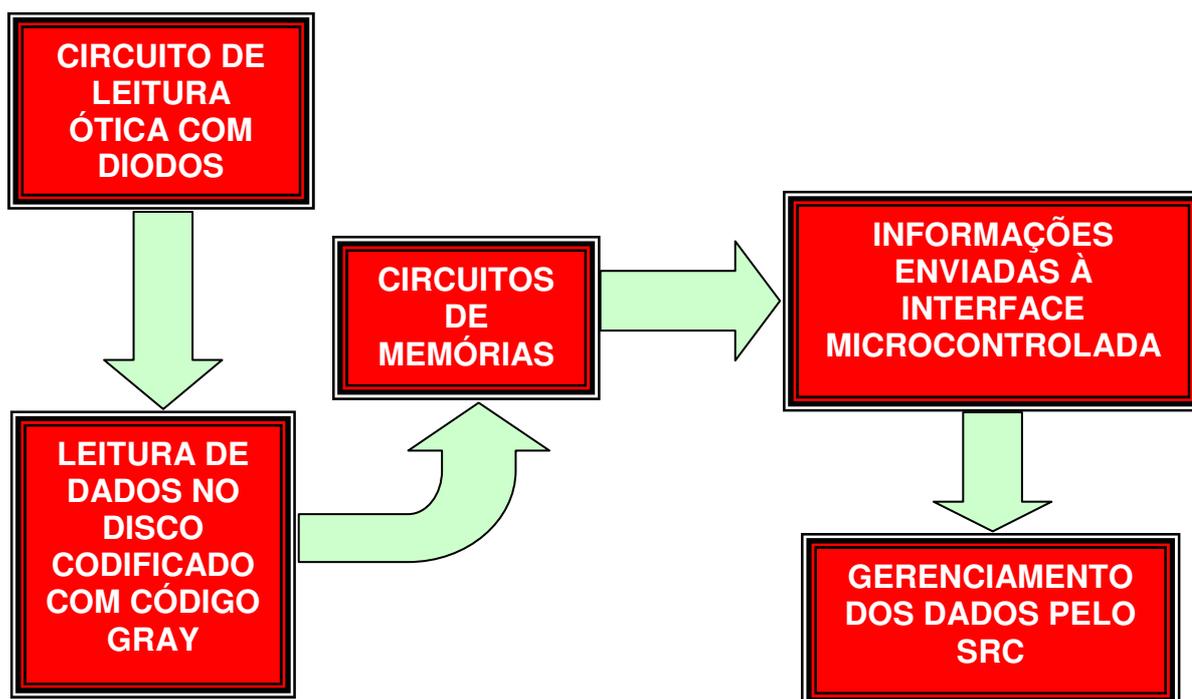


Figura 2.3 – Diagrama em blocos do sensor de direção do vento.

A escolha por 5 bits deve-se ao fato de que se a opção de escolha fosse de 6 bits ou mais, haveria uma resolução maior, porém, fisicamente a implementação tornar-se-ia inviável devido à construção de um disco de código *Gray* de 6 bits ou mais em função do tamanho das janelas para leitura dos números binários.

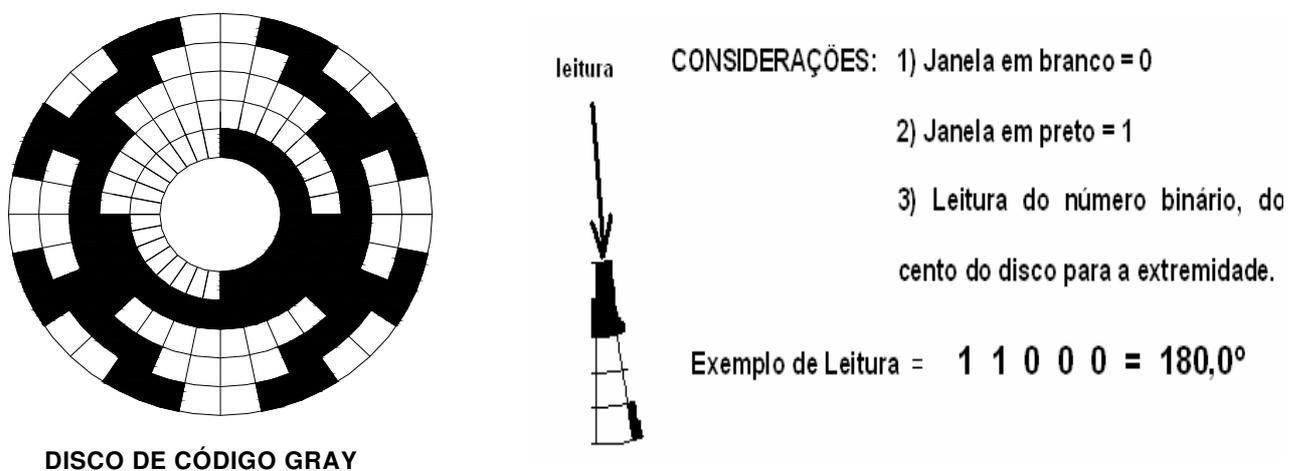


Figura 2.4 – Disco de janelas codificado em código *Gray* e exemplo de leitura.

Tabela 2.1 – Tabela (de 5 bits) dos números binários do Código *Gray*

TABELA DE NÚMEROS BINÁRIOS (5 BITS)					POSIÇÃO (º)
0	0	0	0	0	0 ou 360,0
0	0	0	0	1	11,2
0	0	0	1	1	22,5
0	0	0	1	0	33,7
0	0	1	1	0	45,0
0	0	1	1	1	56,2
0	0	1	0	1	67,5
0	0	1	0	0	78,7
0	1	1	0	0	90,0
0	1	1	0	1	101,2
0	1	1	1	1	112,5
0	1	1	1	0	123,7
0	1	0	1	0	135,0
0	1	0	1	1	146,2
0	1	0	0	1	157,5
0	1	0	0	0	168,7
1	1	0	0	0	180,0
1	1	0	0	1	191,2
1	1	0	1	1	202,5
1	1	0	1	0	213,7
1	1	1	1	0	225,0
1	1	1	1	1	236,2
1	1	1	0	1	247,5
1	1	1	0	0	258,7
1	0	1	0	0	270,0
1	0	1	0	1	281,2
1	0	1	1	1	292,5
1	0	1	1	0	303,7
1	0	0	1	0	315,0
1	0	0	1	1	326,2
1	0	0	0	1	337,5
1	0	0	0	0	348,7

2.1.1.3 - Sensor de Índice Pluviométrico

Como sensor de índice pluviométrico, como ilustra o diagrama em blocos da figura 2.5, optou-se por projetar um transdutor baseado em uma balança e leitura óptica com operação na frequência do infravermelho cuja calibração viabiliza resolução de 1 mm de chuva com limite máximo de integração, antes de reinicialização de até 9999 mm.

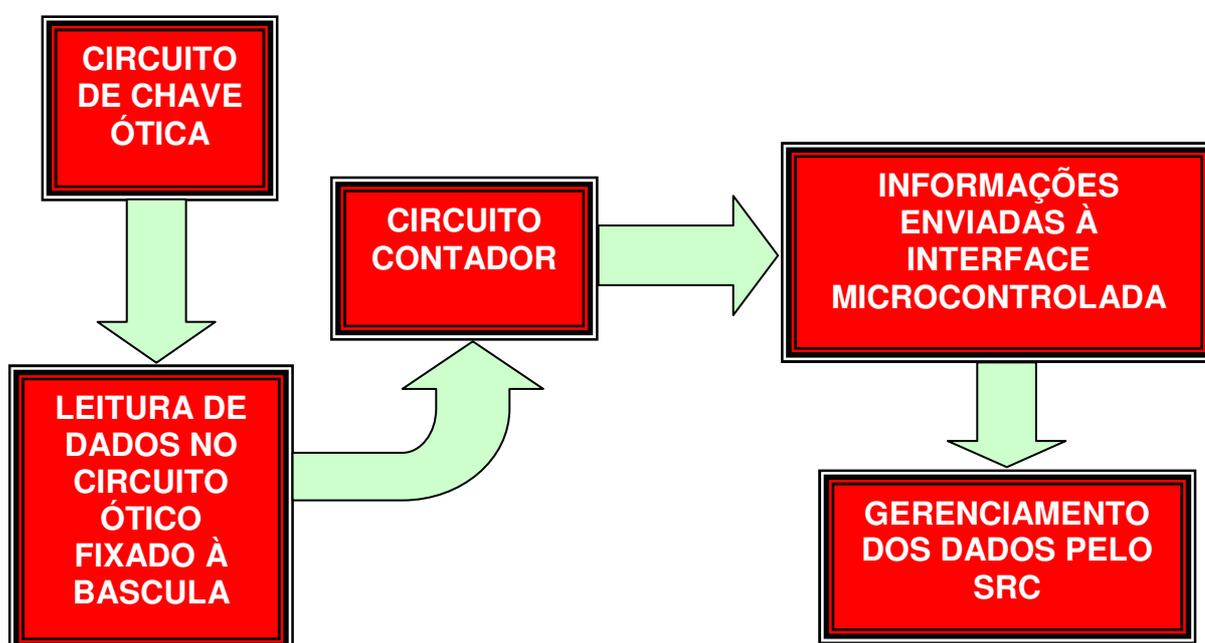


Figura 2.5 – Diagrama em blocos do sensor de índice pluviométrico.

2.1.1.4 – Conexão à WEB

Ao longo das últimas décadas, cada vez mais as grandes corporações estão preocupados com a diminuição das distâncias e da velocidade que as informações são trocadas entre municípios, estados, países e até continentes.

Todos os esforços se concentraram em se estabelecer uma comunicação globalizada. A WWW ou Web como costuma ser chamada, é um serviço em que as

peessoas ou empresas disponibilizam para a Internet um documento, chamado de Página Web, ou Home Page, na qual colocam anúncios, documentação da empresa, acesso à livros, banco de dados, enfim, o que julgar necessário.

Essas páginas, que podem ser várias, são criadas em linguagem HTML (Hypertext Markup Language), por softwares próprios ou por “codificadores”, que transformam outros documentos em documentos HTML. Podemos, por exemplo, converter um documento do Word em Front Page, e disponibilizá-lo para toda a Internet.

As Home Pages estão cada dia mais criativas: têm música, animação, desenhos, etc., tudo o que você puder imaginar.

Para acessar uma Home Page você precisa de um software chamado Browser, que é um vasculhador, ou navegador. Esses programas vasculham a rede à procura do endereço que você quer ir, ou vão até outros navegadores cuja função é somente essa: encontrar algo para você à partir do tema que deseja ver.

Dessa forma, a disponibilização deste trabalho em um *link* na Internet torna-o um documento disponível para acesso em qualquer parte do planeta.

No capítulo seguinte são apresentados os resultados e discussão sobre os aspectos relevantes do projeto e da configuração estabelecida no sistema didático de sensores digitais agroambientais para treinamento em suporte à tomada de decisão.

CAPÍTULO 3

3.1 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base na estruturação dos métodos apresentados no capítulo anterior foi realizada a organização do Sistema Didático de Sensores Digitais Agroambientais para Treinamento em suporte à Tomada de Decisão, projeto e configuração.

Os circuitos eletrônicos foram confeccionados em tecnologia CMOS (*Complementary Metal-Oxide Semiconductor*) e TTL (*transistor-transistor logic*) foram organizados em blocos distintos para um melhor efeito didático.

3.1.1 - Sensor de Velocidade do vento

Quanto ao sensor de velocidade do vento a figura 3.1 ilustra o circuito elétrico e a figura 3.2 ilustra o detalhamento mecânico do referido sensor. De forma a calibrar o sensor de velocidade do vento realizou-se um ensaio em túnel de vento no Laboratório da Escola de Engenharia de São Carlos – USP.

O funcionamento do circuito sensor de velocidade do vento opera da seguinte maneira: Dentro do corpo do sensor de velocidade possuem circuitos integrados 3140 (Amplificador Operacional) e 7414 (Schmitt trigger) que fornecem dados aos circuitos 4518 (Contadores de pulsos) externos ao sensor. Paralelamente ao circuito eletrônico do sensor, um circuito desenvolvido com o circuito integrado 555 (gerador de pulsos), o qual dentro da central climatológica faz o sincronismo desses pulsos. A partir desses circuitos o pulso é enviado para a interface microcontrolada que armazena em sua memória e simultaneamente para os displays de Led.

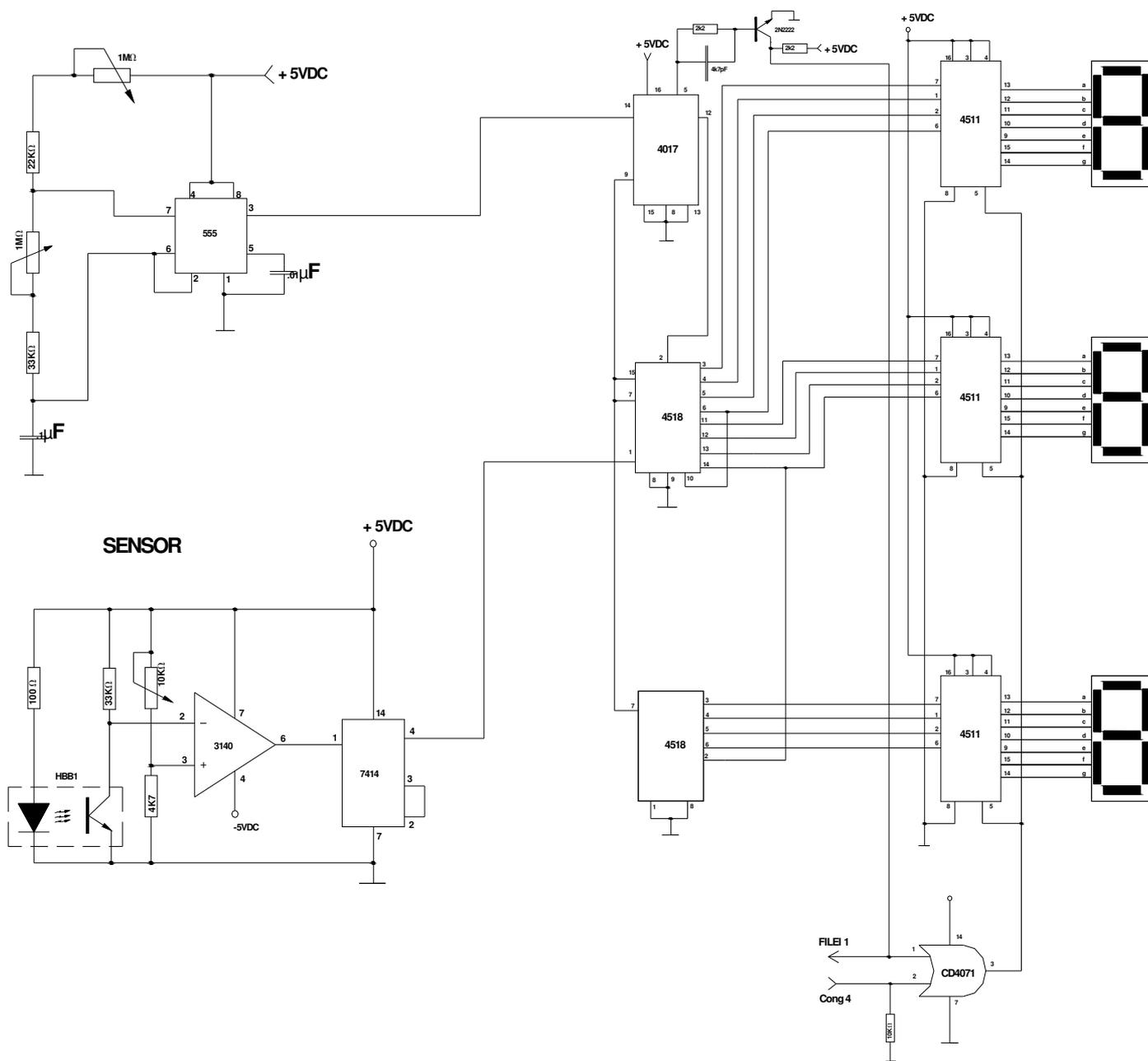
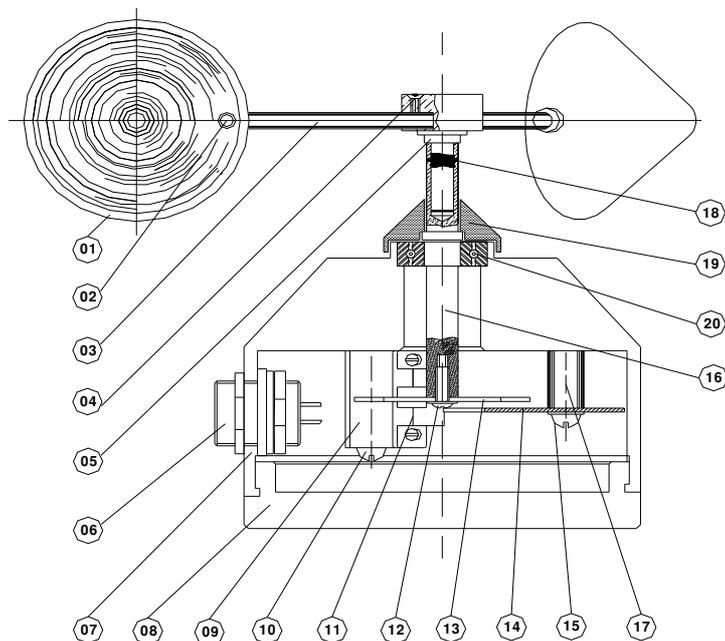


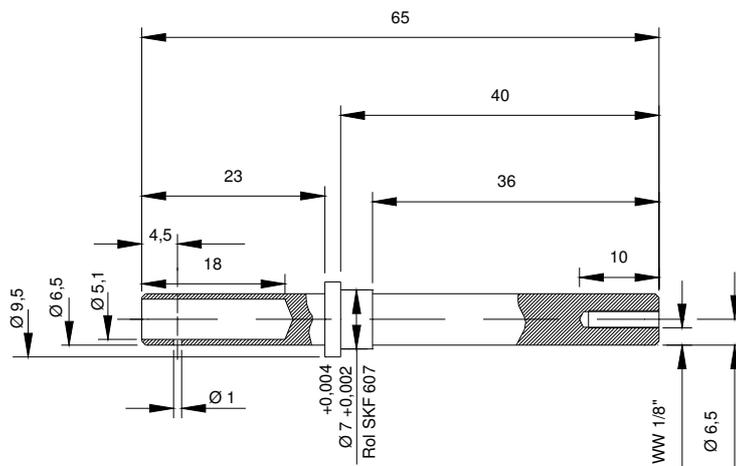
Figura 3.1 – Circuito eletrônico do sensor de velocidade do vento.



20	Rolamento	comercial	Ø 19 x Ø 7 x 6	01
19	Tampa de Rolamento	alumínio	Ø 1" x 15	01
18	Pino Trava	aço mola	Ø 1" x 6,5	01
17	Suporte da Placa	alumínio	Ø 5/16" x 18	02
16	Eixo Central	alumínio	Ø 3/8" x 68	01
15	Parafuso da Placa	comercial	Ø 1/8" x 1"	02
14	Placa de Circuito Impresso	fibra de vidro	82 x 46 x 1,5	01
13	Arruela Dentada	alumínio	Ø 40 x 1"	01
12	Parafuso da Arruela Dentada	comercial	Ø 1/8" x 3/8"	01
11	Sensor CNY 37	comercial		01
10	Parafuso do Suporte do Sensor	comercial	Ø 3/16" x 1.1/4"	01
09	Suporte do Sensor	acrílico	24 x 17 x 10	01
08	Tampa	alumínio	Ø 3.1/2" x 20	01
07	Corpo	alumínio	Ø 3.1/2" x 68	01
06	Plug 4 Pinos Meiro	comercial		01
05	Suporte do Eixo da Pá	alumínio	Ø 3/4" x 32	01
04	Parafuso do Eixo da Pá	comercial	Ø 3/32" x 1/4"	03
03	Eixo da Pá Rotativa	alumínio	Ø 1/4" x 52	03
02	Parafuso da Pá Rotativa	comercial	Ø 3/32" x 1/4"	03
01	Pá Rotativa	acrílico	2 x	03
Posição	Denominação	Material	Dimensões	Quantidade

Figura 3.2 – Detalhamento mecânico do sensor de velocidade do vento

A figura 3.3 ilustra o eixo central de rotação do sensor de velocidade com todo o detalhamento de medidas, a figura 3.4 ilustra o corpo externo do sensor.



QUEBRAR OS CANTOS 0,5 X 45°

Figura 3.3 – Eixo central do sensor de velocidade do vento

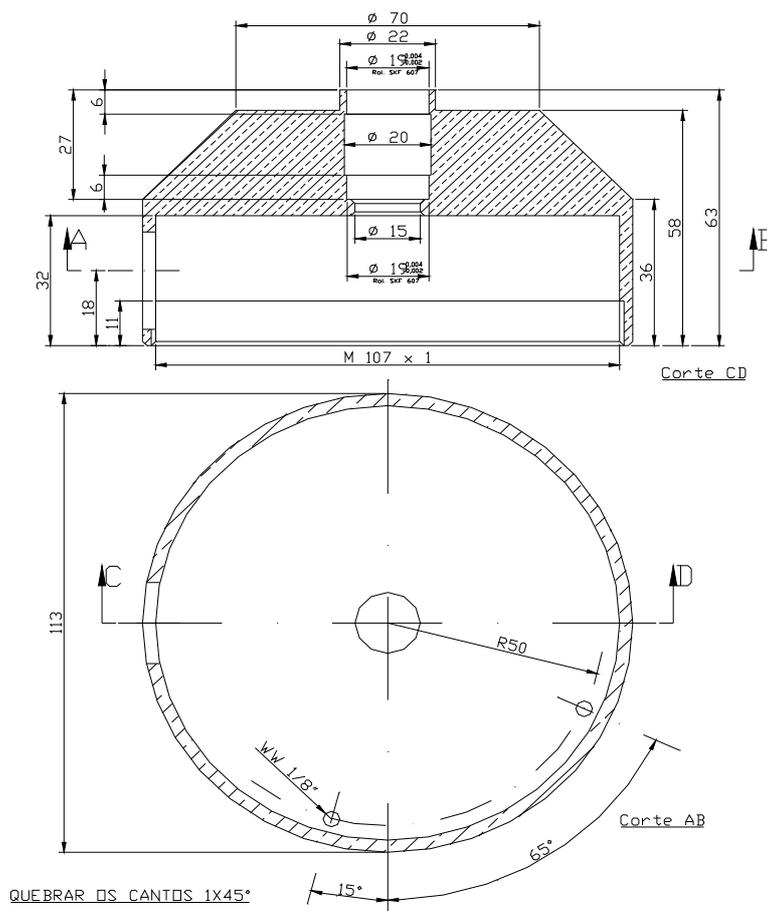


Figura 3.4 – Corpo externo do sensor de velocidade do vento

A figura 3.5 ilustra o braço de sustentação pá rotativa, a figura 3.6 ilustra o rolamento do eixo principal do sensor.

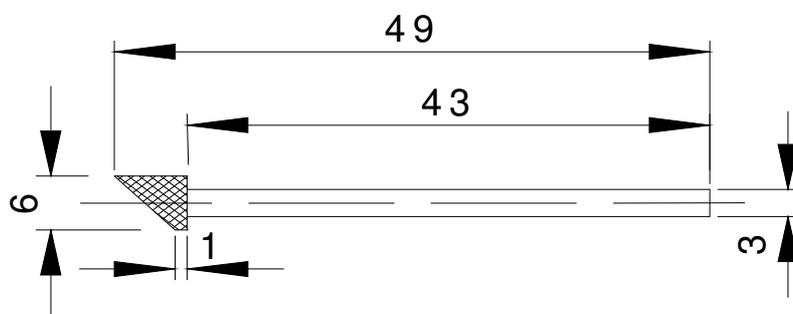


Figura 3.5 – Braço de sustentação da pá rotativa

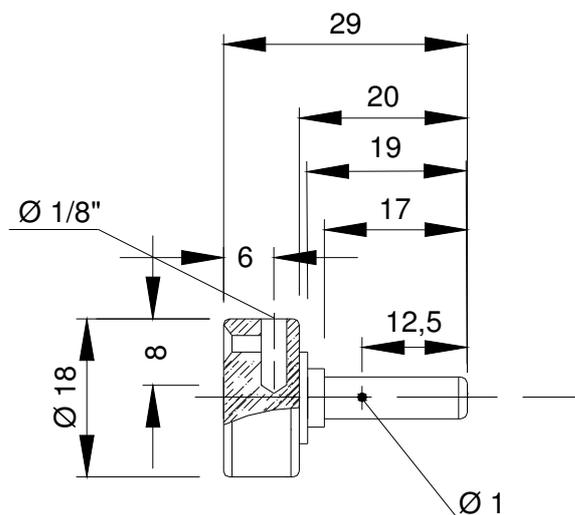


Figura 3.6 – Rolamento do eixo principal do sensor de velocidade

A figura 3.7 ilustra o desenho da pá rotativa, a figura 3.8 ilustra o disco dentado de geração de pulsos.

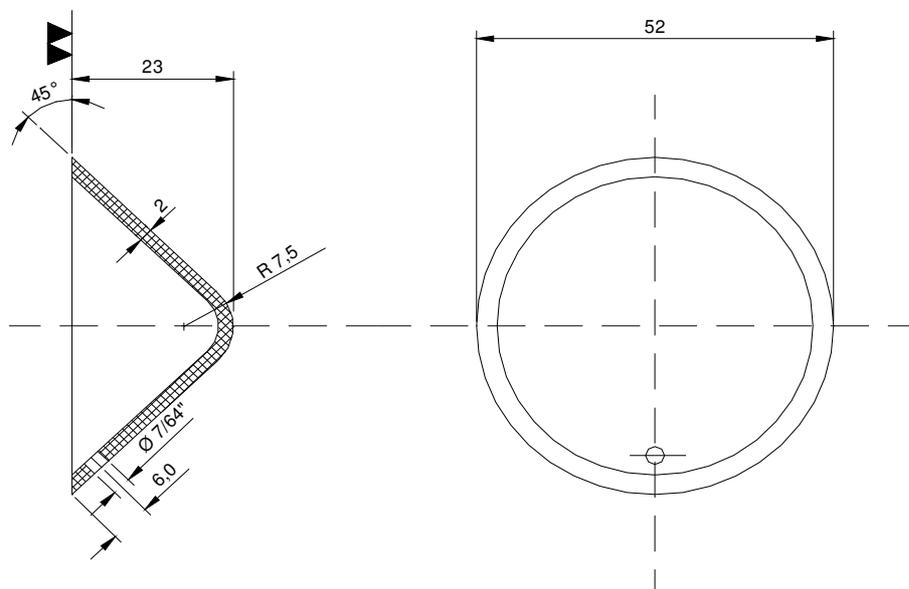


Figura 3.7 – Pá rotativa do sensor de velocidade

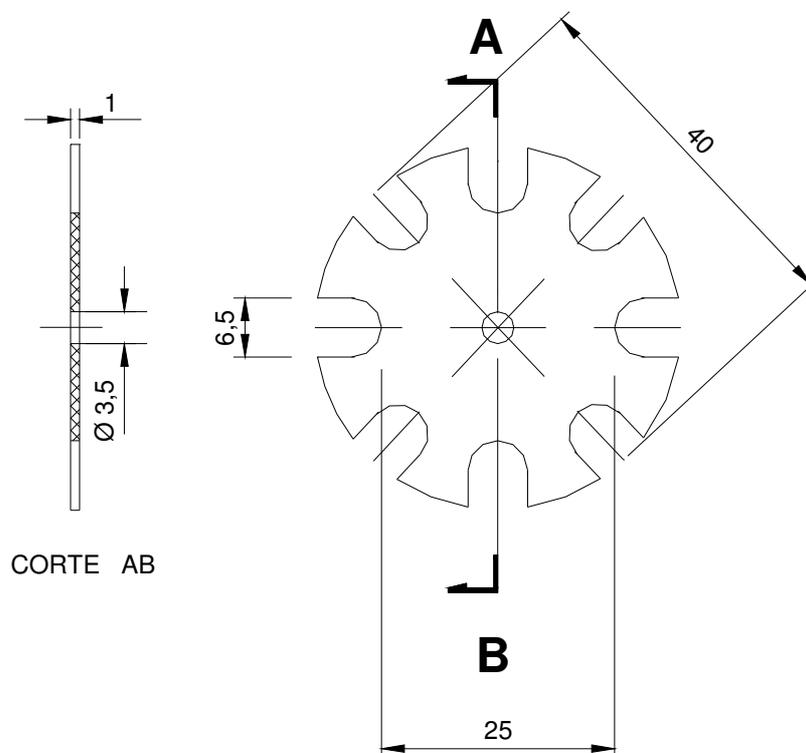
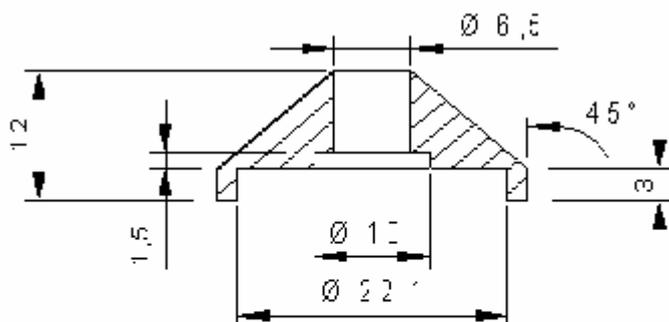


Figura 3.8 – Disco dentado

A figura 3.9 ilustra a tampa do rolamento do eixo principal em acrílico, a figura 3.10 ilustra a tampa inferior da base do sensor de velocidade.



CORTE AB

Figura 3.9 – Tampa do rolamento do eixo principal.

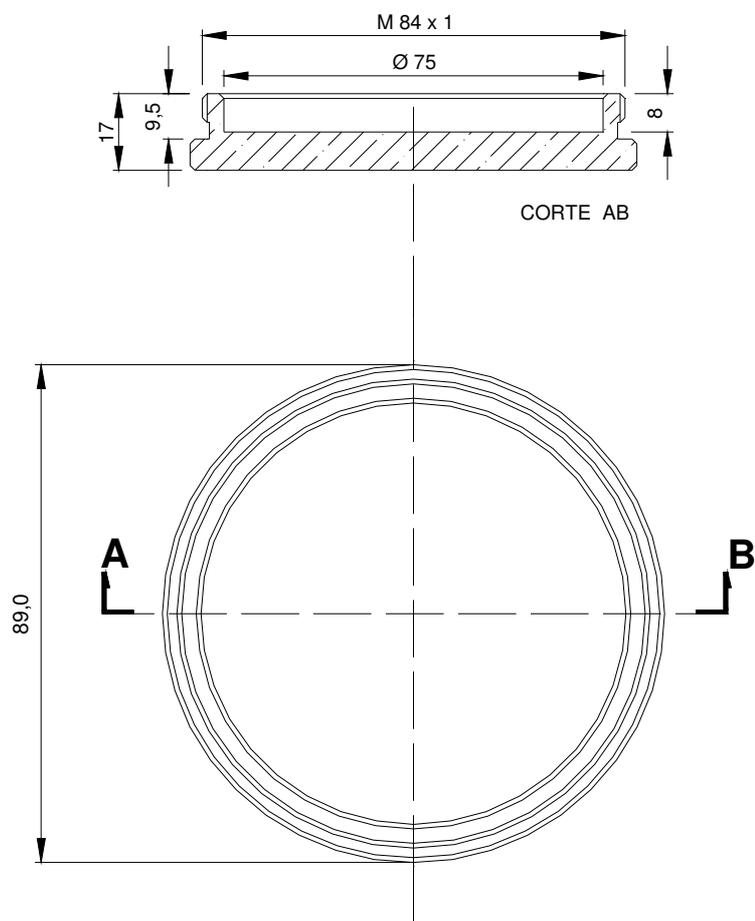


Figura 3.10 – Tampa inferior da base do sensor

A figura 3.11 ilustra o resultado do projeto do sensor de velocidade do vento, onde é possível observar a confecção do seu corpo em acrílico transparente para fins didáticos.



Figura 3.11 – Foto do sensor de velocidade do vento

A figura 3.12 ilustra o ensaio realizado em túnel de vento para calibração do sensor de velocidade do vento.

Pode-se observar que o resultado apresentou um coeficiente de correlação linear (r^2) de 0,99, bem como para o conjunto de 39 dados um desvio padrão (SD) de 2,52.

Por outro lado para valores ajustados no túnel de vento superiores a 99,9 m/s dado as características do projeto do medidor de velocidade do vento, houve saturação no limite superior.

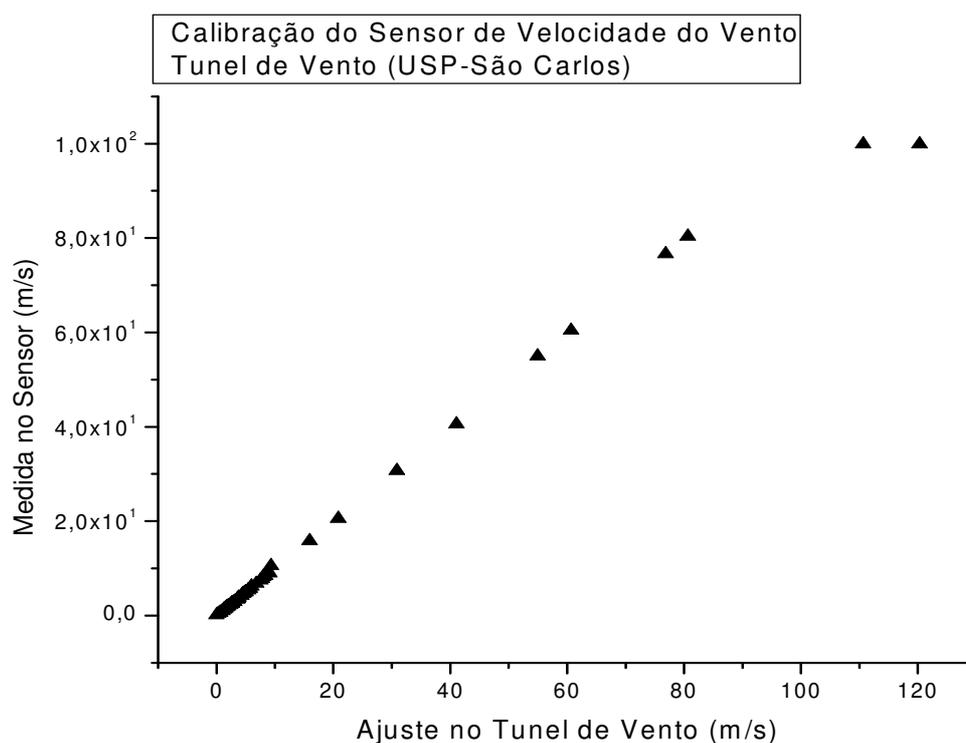


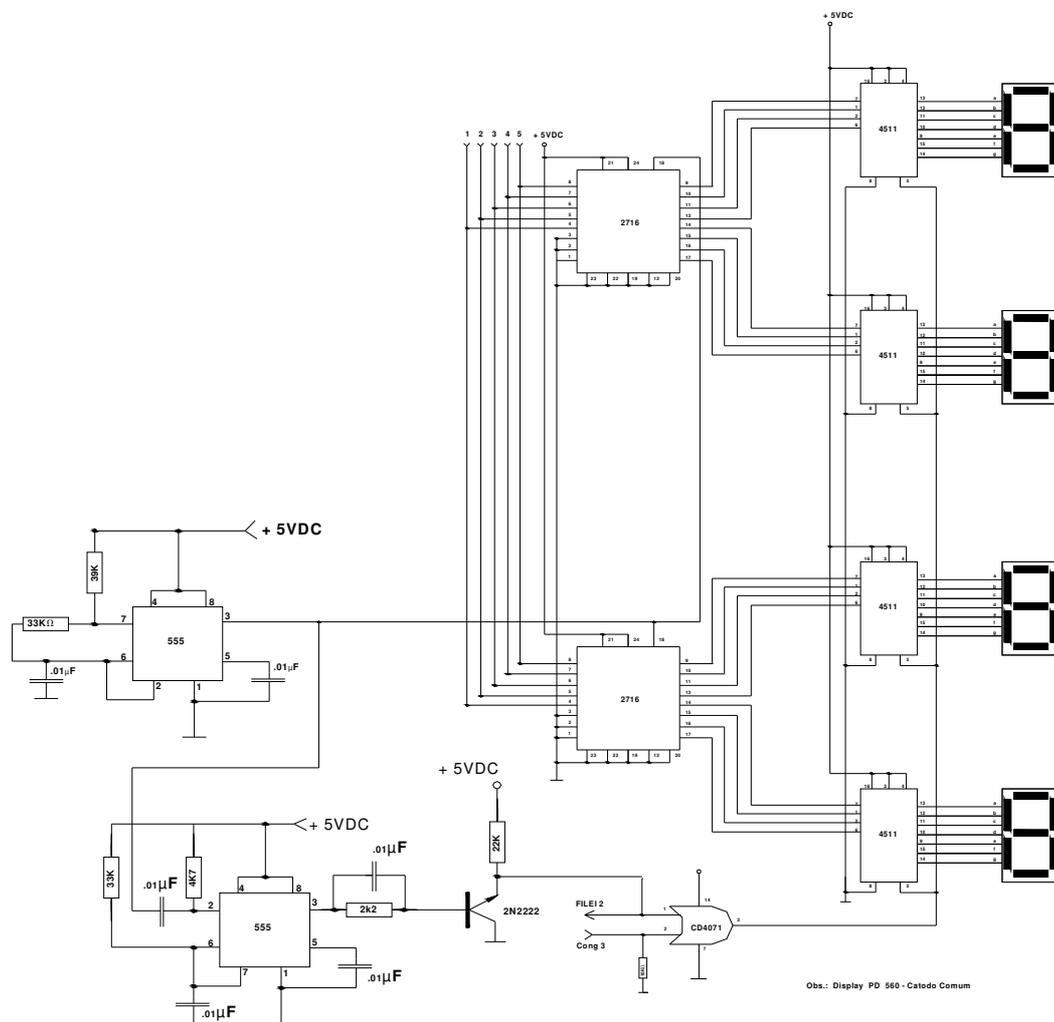
Figura 3.12 – Calibração do Sensor de velocidade do vento

3.1.2 - Sensor de Direção do vento

Quanto ao sensor de direção do vento a figura 3.13 ilustra o circuito eletrônico do referido sensor. A figura 3.14 ilustra o detalhamento mecânico do sensor de direção do vento.

O funcionamento do sensor de direção do vento é da seguinte maneira: Dentro do corpo do sensor foi disposto um circuito com 5 Leds para efetuar a leitura no disco codificado com código *Gray*. Essa leitura é enviada aos circuitos de memória

EPROM na qual faz uma comparação do número binário lido com uma tabela de código *Gray*, fornecendo aos displays o valor correspondente em graus.



SENSOR

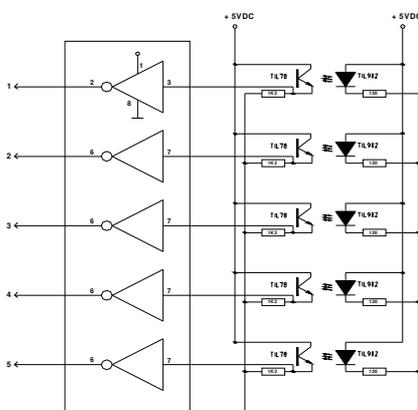
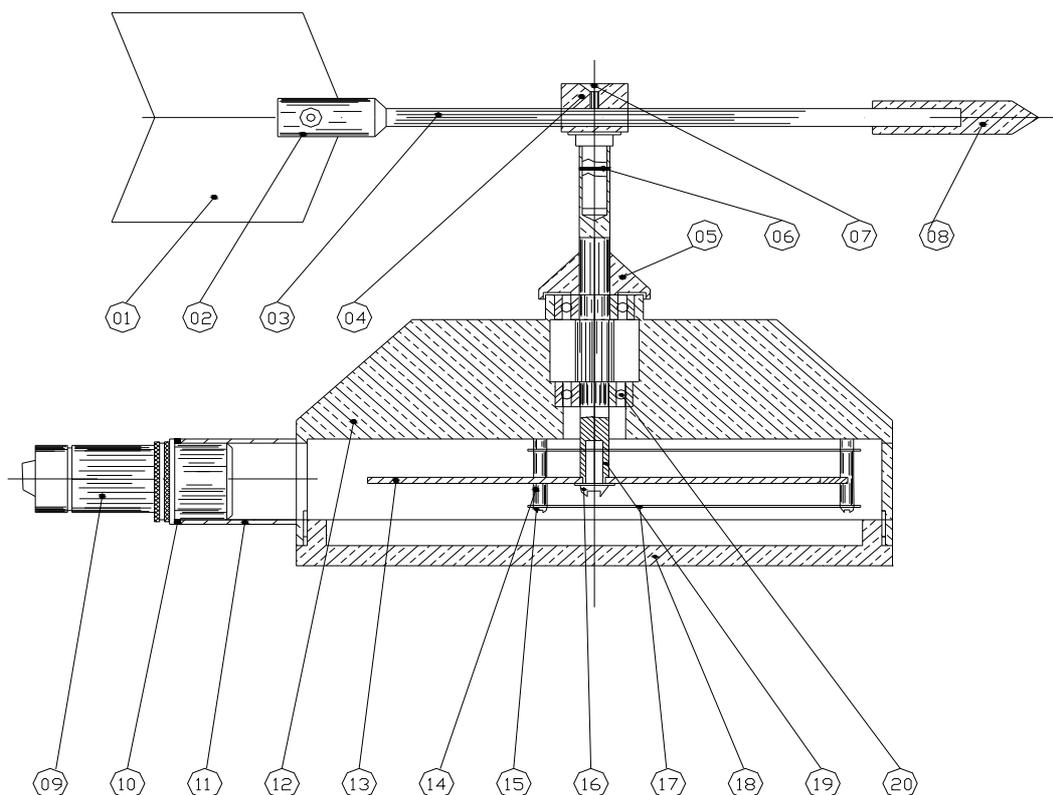


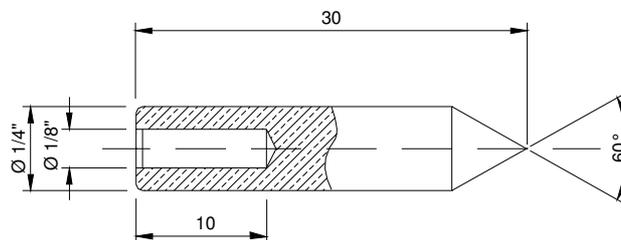
Figura 3.13 – Circuito eletrônico do sensor de direção do vento.



20	Rolamento	comercial	Ø19 x Ø7 x 6	02
19	Eixo Central	alumínio	Ø3/8" x 80	01
18	Tampa	alumínio	Ø4" x 20	01
17	Placa de Circuito Impresso	fibra vidro	73 x 48 x 1,5	02
16	Parafuso do Disco	comercial	Ø1/8" x 3/8"	01
15	Parafuso de Suporte	comercial	Ø1/8" x 11/4	02
14	Suporte da Placa	alumínio	Ø1/4" x 19	02
13	Disco Codificado	acrílico	Ø93 x 2	01
12	Corpo	alumínio	Ø4" x 68	02
11	Suporte do Conector	alumínio	2" x 1" x 30	01
10	O' RING	comercial		01
09	Conector de 8 pinos - Melro	comercial	-	01
08	Ponteira de Seta	alumínio	Ø1/4" x 32	01
07	Parafuso da Haste	comercial	Ø3/32" x 1/4"	01
06	Pino Trava	aço mola	Ø1 x 6,5	01
05	Tampa de Rolamento	alumínio	Ø1" x 15	01
04	Suporte da Haste	alumínio	Ø5/8" x 32	01
03	Haste da Seta	alumínio	Ø1/4" x 123	01
02	Parafuso da Seta	comercial	Ø3/32" x 1/4"	01
01	Seta	acrílico	56 x 46 x 2	01
Posição	Denominação	Material.	Dimensões	Quantidade

Figura 3.14 – Detalhamento mecânico do sensor de direção do vento.

A figura 3.15 ilustra a ponta metálica da seta de direção, a figura 3.16 ilustra o rolamento do eixo principal do sensor.



QUEBRAR OS CANTOS 0,5 x 45°

Figura 3.15 – Ponta metálica da seta

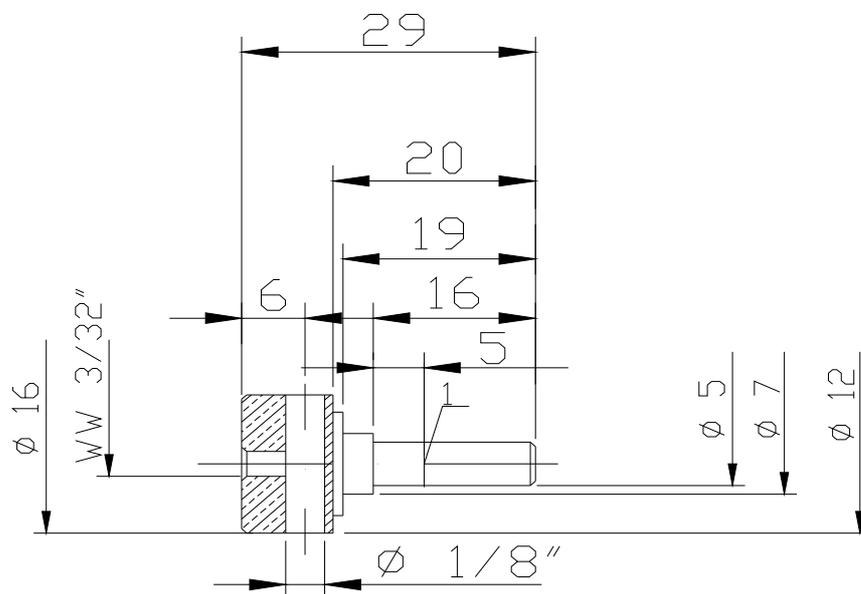


Figura 3.16 – Rolamento do eixo principal do sensor

A figura 3.17 ilustra a base interna de fixação do circuito de Leds, e a figura 3.18 ilustra a haste de fixação da seta, e a figura 3.19 ilustra a parte traseira de captação do vento.

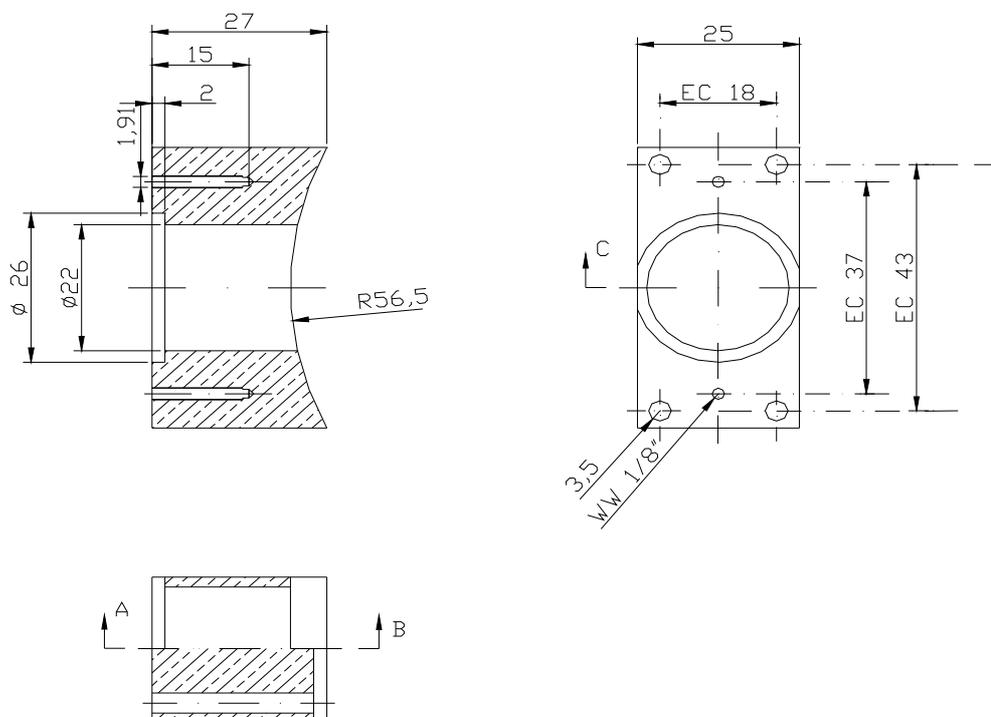


Figura 3.17 – Base interna de fixação do circuito.

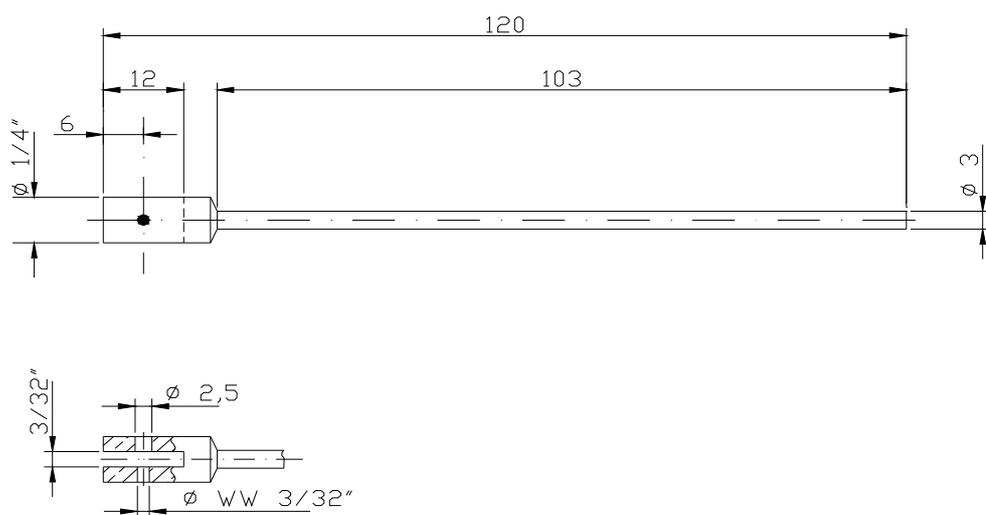


Figura 3.18 – Haste de fixação da seta.

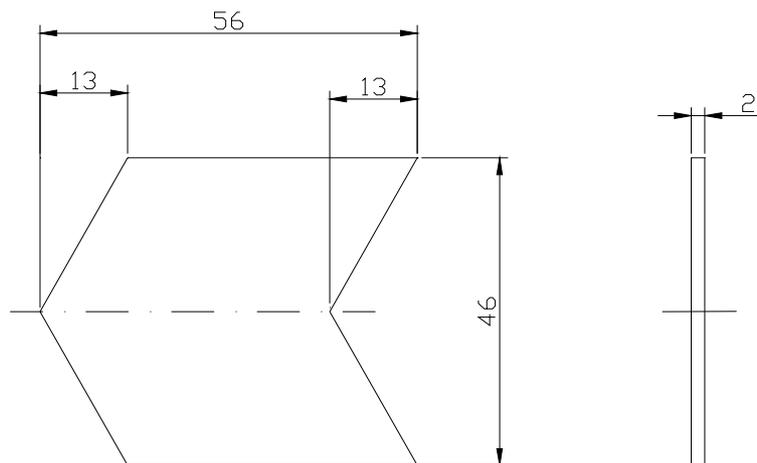


Figura 3.19 – Parte traseira de captação do vento.

As figuras 3.20 ilustram o eixo principal do sensor e a figura 3.21 ilustra a tampa de proteção do rolamento do eixo principal do sensor.

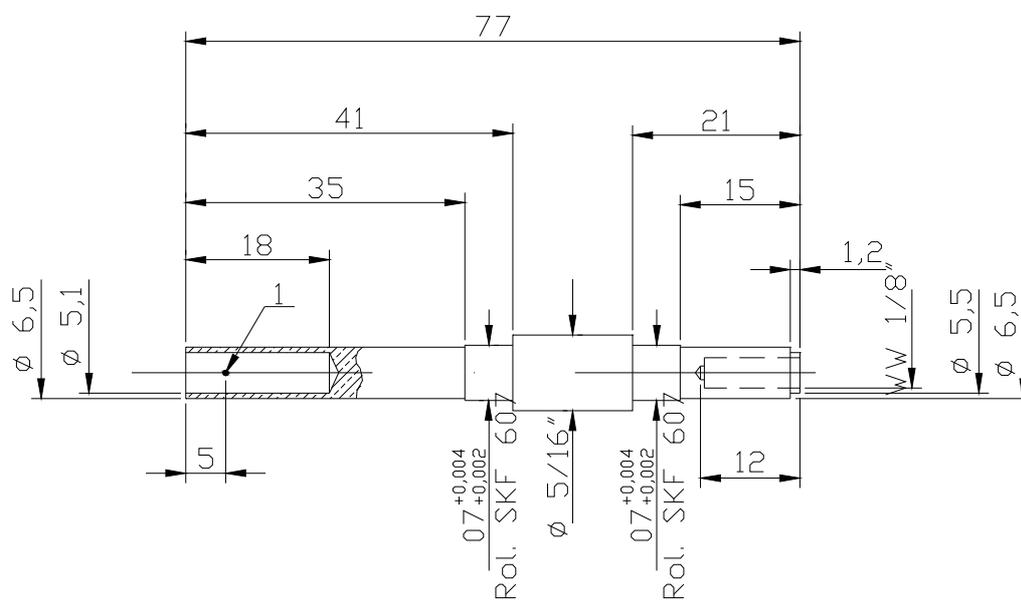


Figura 3.20 – Eixo principal do sensor.

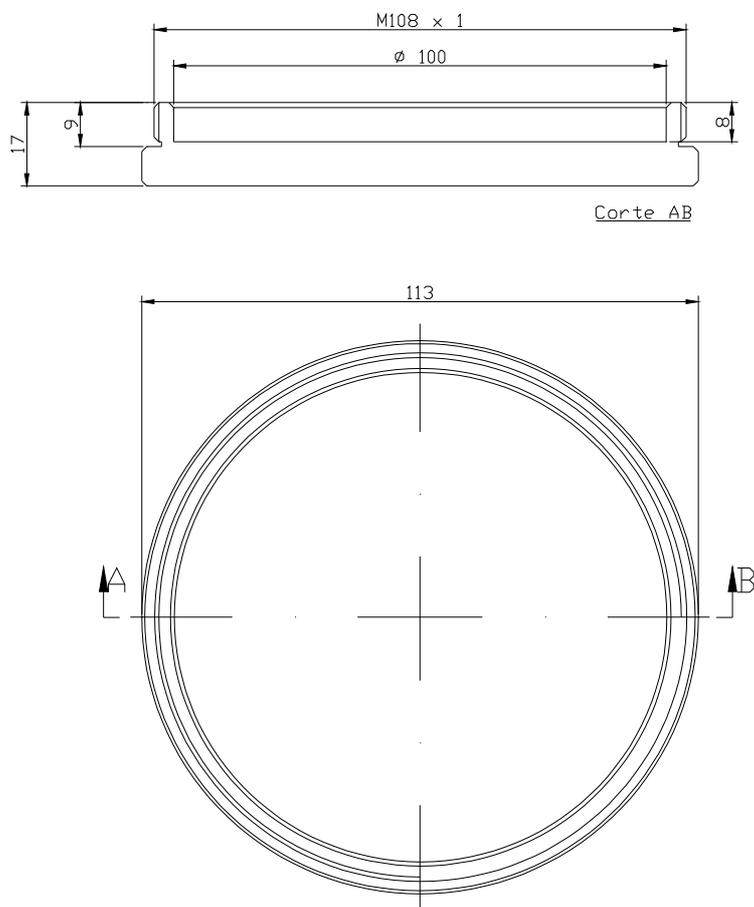


Figura 3.23 – Tampa da base do sensor

A figura 3.24 ilustra o resultado do projeto do sensor de direção do vento, onde é possível observar a confecção do seu corpo em acrílico transparente para fins didáticos.



Figura 3.24 – Foto do Sensor de Direção do Vento

3.1.3 - Sensor de Índice Pluviométrico

Quanto ao sensor de índice pluviométrico a figura 3.25 ilustra o circuito eletrônico do referido sensor. A figura 3.26 ilustra o detalhamento mecânico do sensor.

O funcionamento do sensor de índice pluviométrico é da seguinte maneira: dentro do corpo do sensor foi disposto um circuito de leitura de feixe de luz de forma que para cada pêndulo da balança um anteparo interrompe o feixe de luz, contando um pulso equivalente a 1 mm de chuva.

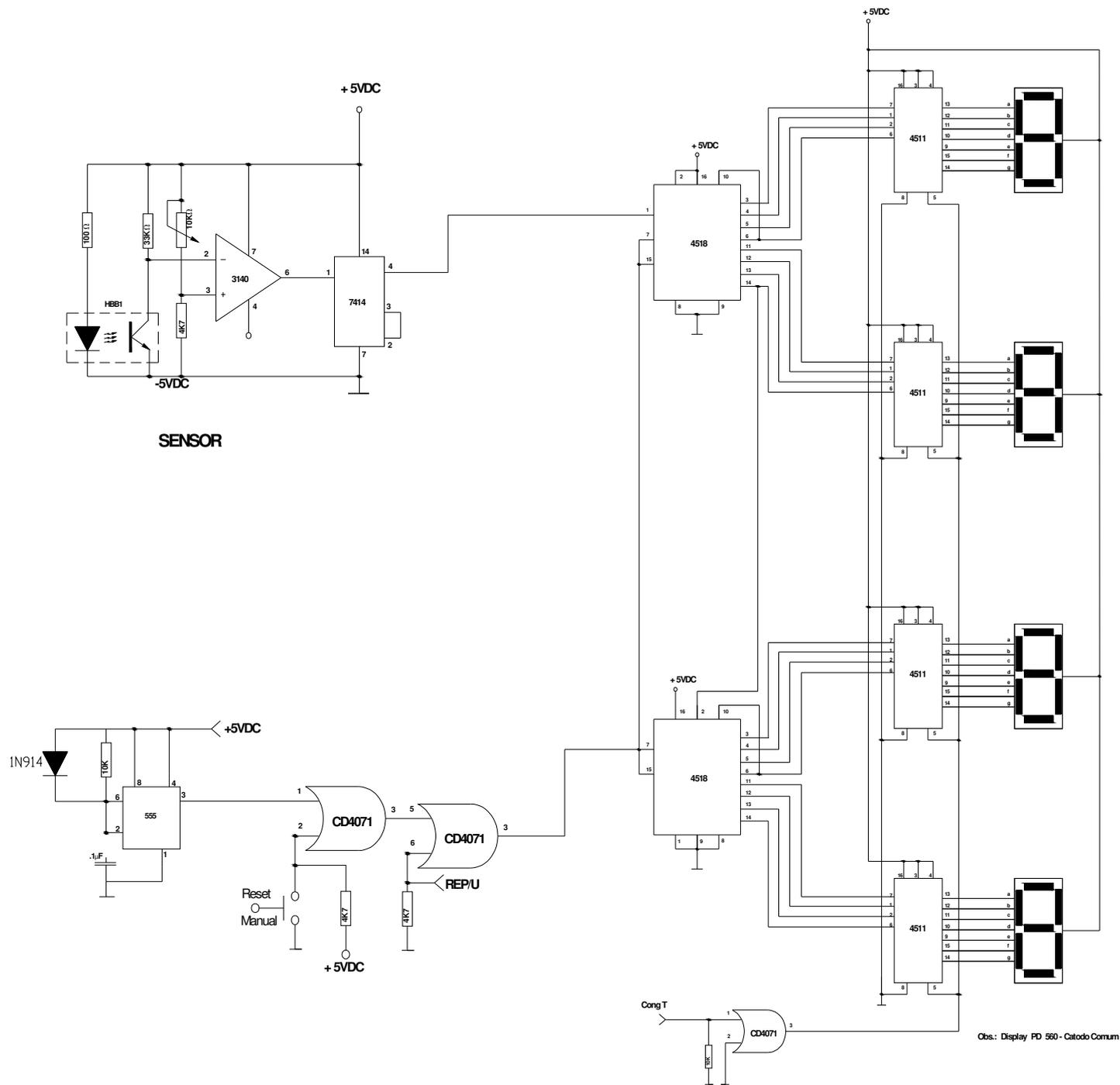
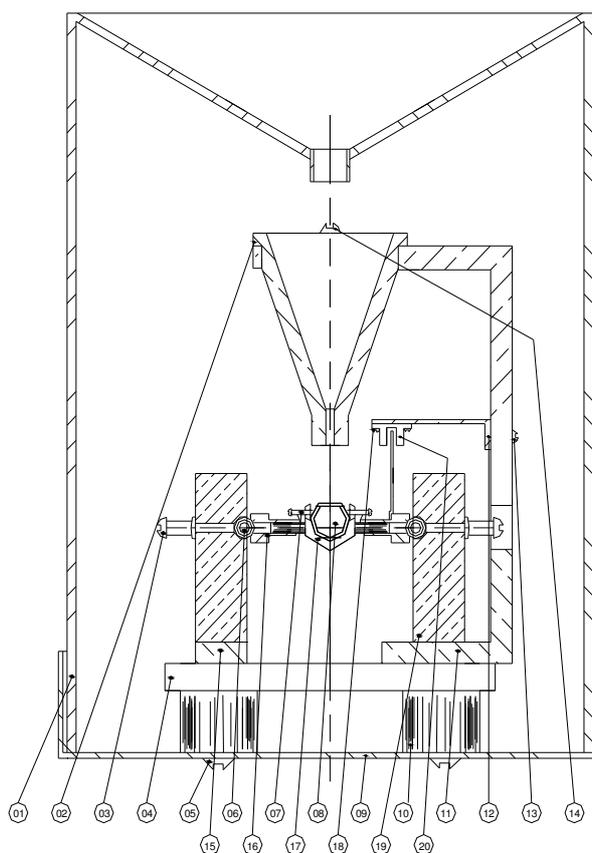


Figura 3.25 – Circuito eletrônico do sensor de índice pluviométrico



20	Sensor CNY 37	comercial	-	01
19	Mancal	alumínio	38 x 33 x 3/8"	02
18	Paraf. do Sensor	comercial	Ø1/8" x 1/4"	02
17	Suporte do Balancim	latão	-	01
16	Bucha	latão	Ø 5/16" x 20	02
15	Base do Mancal	alumínio	38 x 12 x 3	01
14	Parafuso do Funil Interno	comercial	Ø1/8" x 1/4"	02
13	Parafuso Suporte do Sensor	comercial	Ø1/8" x 1/4"	02
12	Suporte do Sensor	alumínio	48 x 46 x 2	01
11	Suporte do Funil Interno	alumínio	187 x 70 x 3	01
10	Espaçador da Base	alumínio	Ø5/8" x 13	04
09	Cuba	inox	-	01
08	Balancim	alumínio	Ø7/8" x 92	01
07	Parafuso Fixação do Balancim	comercial	Ø3/32" x 3/8"	02
06	Esfera de Aço SKF	comercial	Ø1/4"	02
05	Parafuso da Base	comercial	Ø1/8" x 3/4"	04
04	Base	alumínio	175 x 90 x 4	01
03	Paraf. de Regulagem do Balancim	comercial	Ø1/8" x 1/2"	02
02	Funil Interno	alumínio	Ø70 x 48	01
01	Funil Externo	Inox	-	01
Posição	Denominação	Material	Dimensões	Quantidade

Figura 3.26 – Detalhamento mecânico do sensor de índice pluviométrico.

A figura 3.27 ilustra o corpo externo em acrílico transparente do sensor de índice pluviométrico, e a figura 3.28 ilustra a tampa da base do sensor, a figura 3.29 ilustra as bases de fixação dos circuitos.

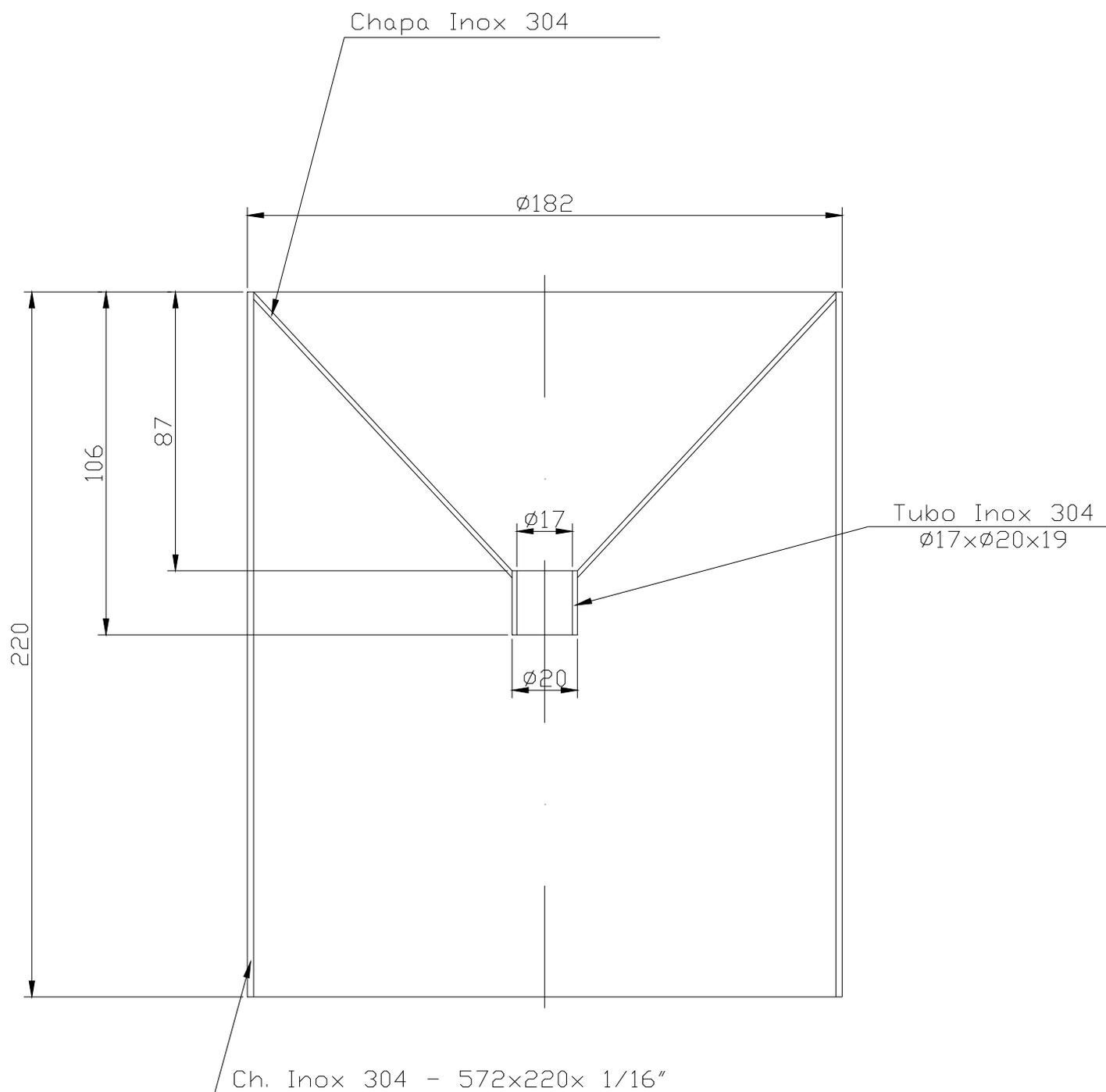


Figura 3.27 - Detalhe do corpo externo do sensor.

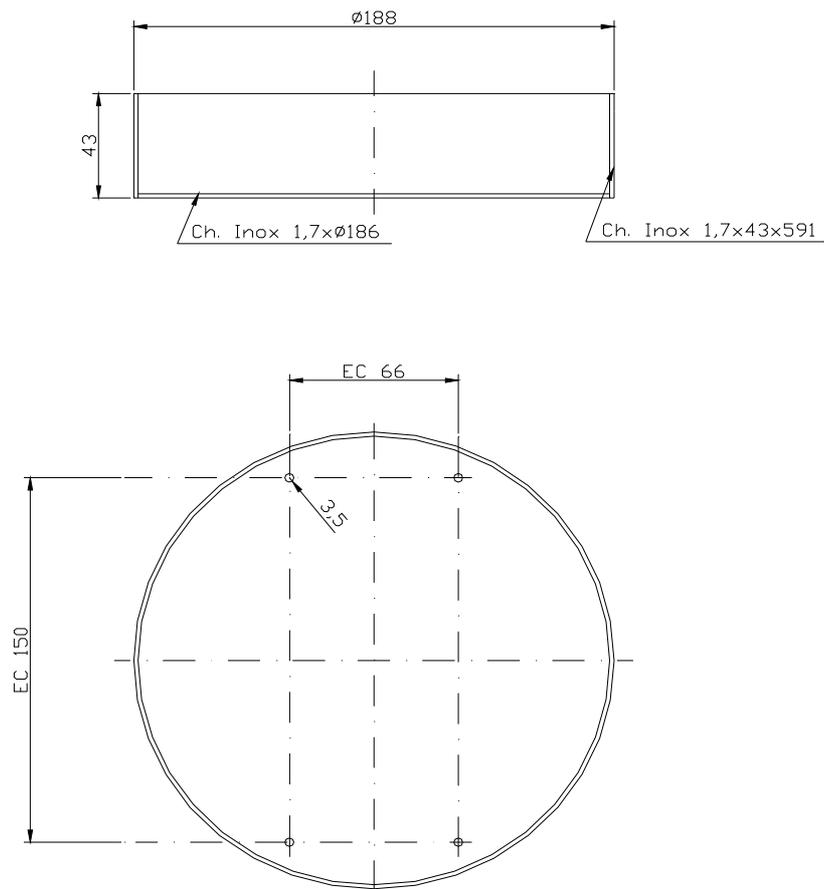


Figura 3.28 – Tapa da base do sensor

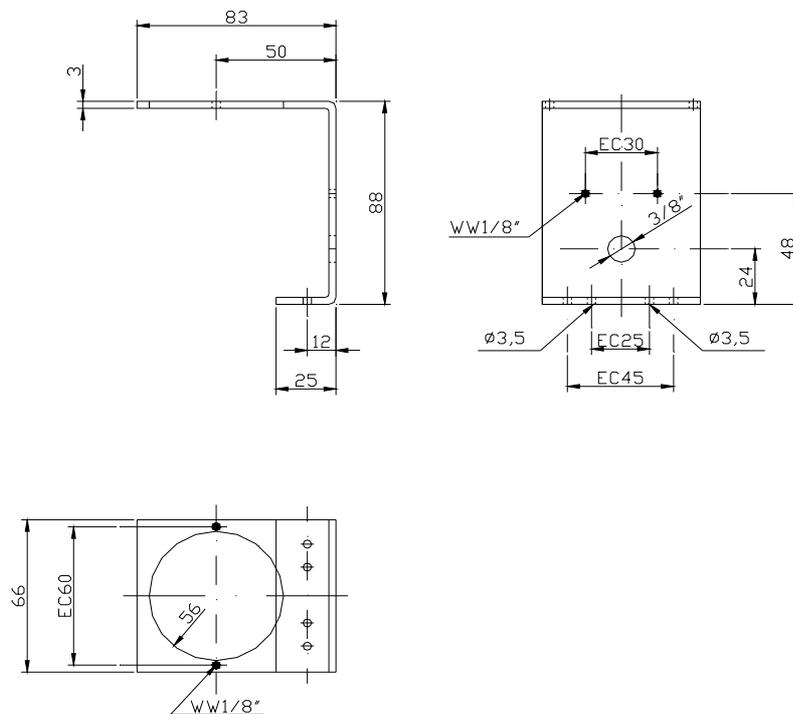


Figura 3.29 – Bases de fixação dos circuitos.

A figura 3.30 ilustra o funil de captação de água, a figura 3.31 ilustra o mancal de fixação do balancim, a figura 3.32 ilustra o suporte do balancim, a figura 3.33 ilustra o balancim.

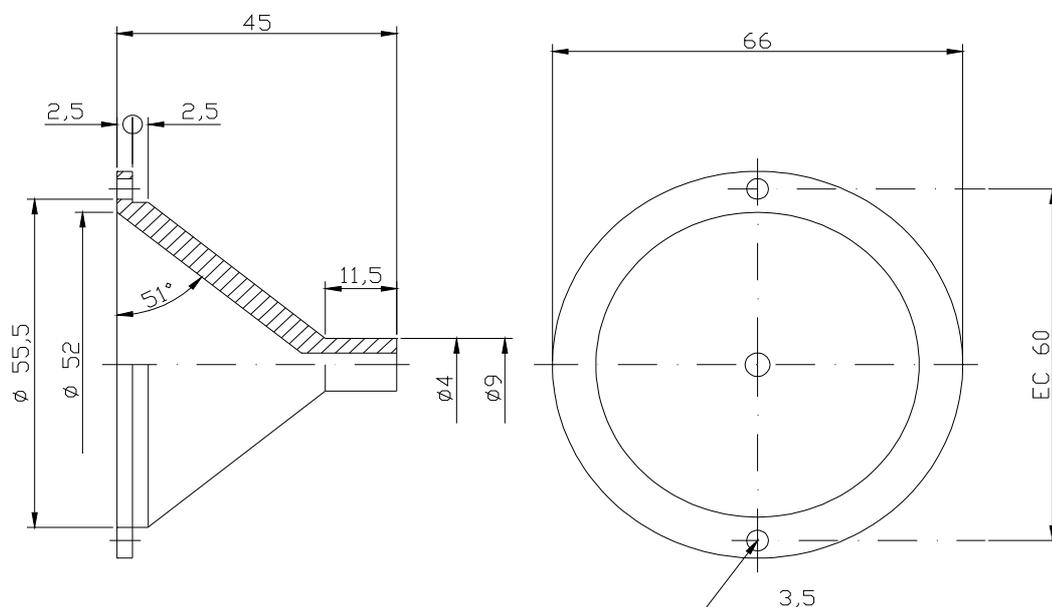


Figura 3.30 – Funil de captação de água do sensor de índice pluviométrico

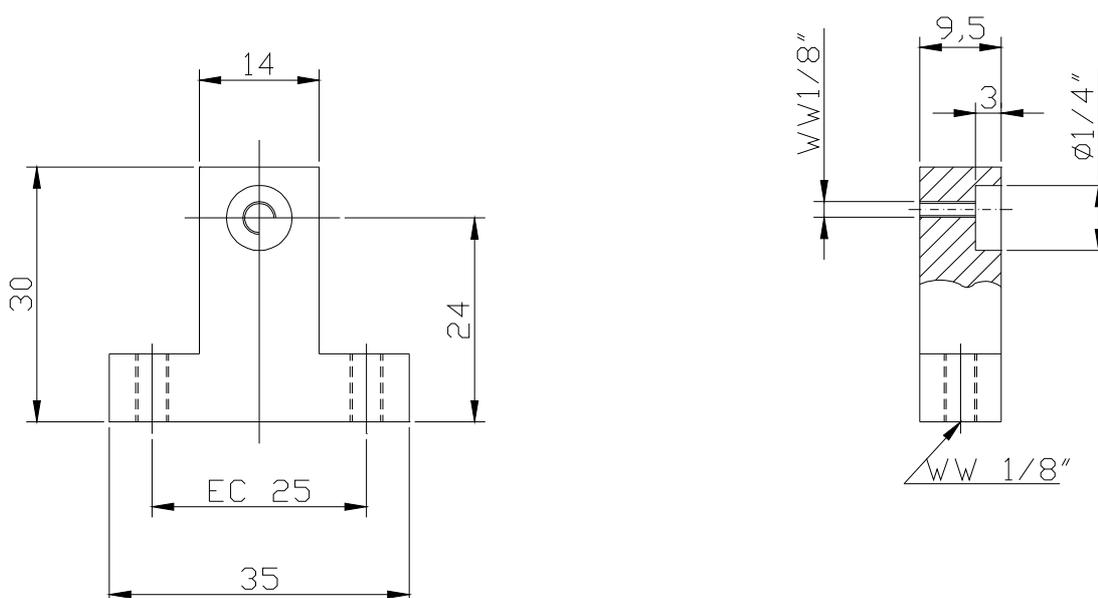


Figura 3.31 – Mancal de fixação do balancim

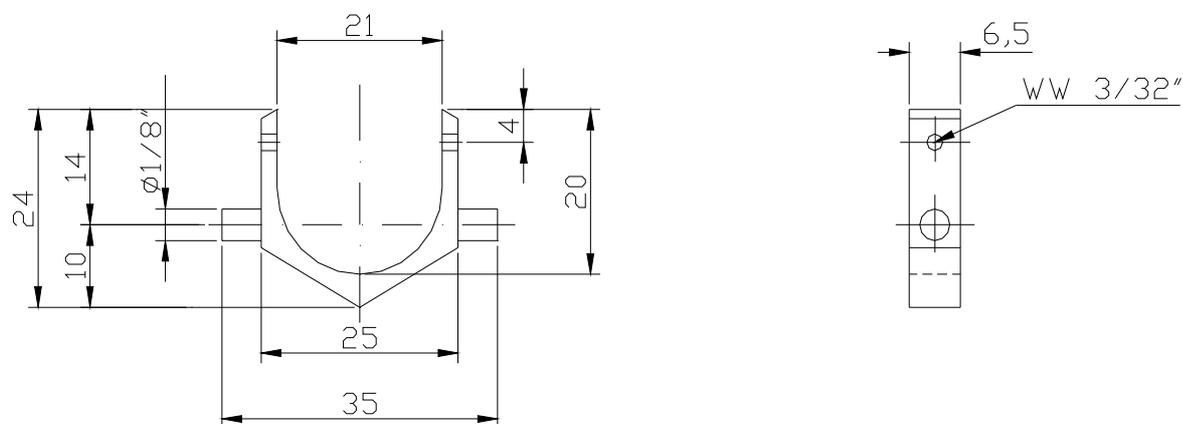


Figura 3.32 – Suporte do balancim

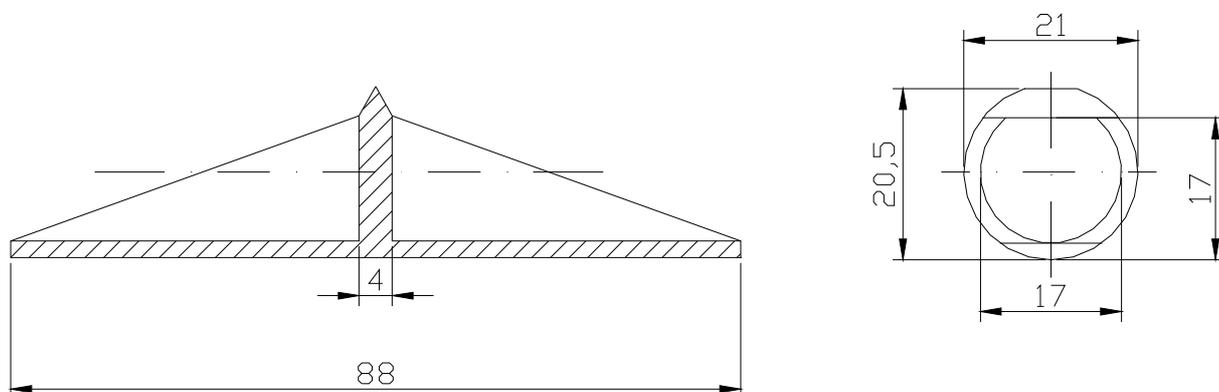


Figura 3.33 – Balancim

A figura 3.34 ilustra o resultado do projeto do sensor de índice pluviométrico, onde é possível observar a confecção do seu corpo em acrílico transparente para fins didáticos.



Figura 3.34 – Foto do Sensor de Índice Pluviométrico

3.1.4 - Interface microcontrolada

Quanto à interface microcontrolada a mesma foi desenvolvida com base no microcontrolador 89C51ED2[®] da ATMEL sua programação foi desenvolvida em linguagem C possibilitando receber e exportar todas informações originárias dos módulos sensores. Um detalhamento da programação desenvolvida é mostrada no Anexo I. Na programação do microcontrolador são definidos os períodos de obtenção dos dados, para se elaborar uma tabela de informações no formato de texto, que é armazenada na memória do microcontrolador. A opção pela escolha do microcontrolador da família 89C51ED2[®] é pela particularidade que sua programação pode ser executada através da porta serial de comunicação de dados, ou seja, pelo mesmo caminho físico de fornecimento de dados, o microcontrolador é programado.

Essa é uma característica especial desse circuito, pelo fato de não haver necessidade de atuar externamente ao componente e o próprio fabricante do microcontrolador, a ATMEL, fornece o software de gravação do microcontrolador, *Flip 2.4.2[®]*. O microcontrolador opera em uma frequência de 11,0592 MHz fornecida por um cristal (XTAL).

A figura 3.35 ilustra o circuito eletrônico da interface microcontrolada, e a figura 3.36 ilustra a foto da placa da interface.

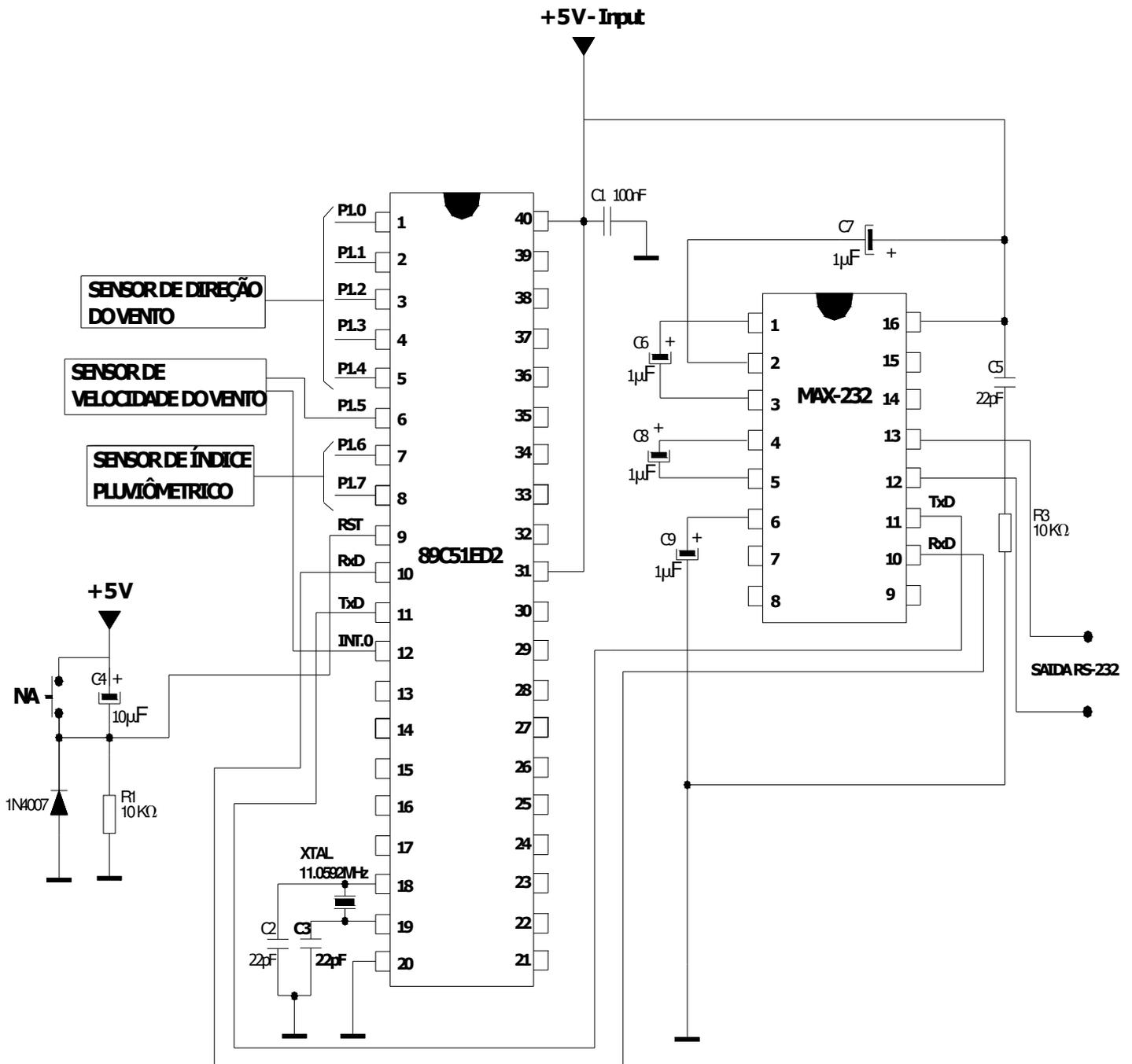


Figura 3.35 – Circuito eletrônico da interface microcontrolada utilizando o microcontrolador 89C51ED2®

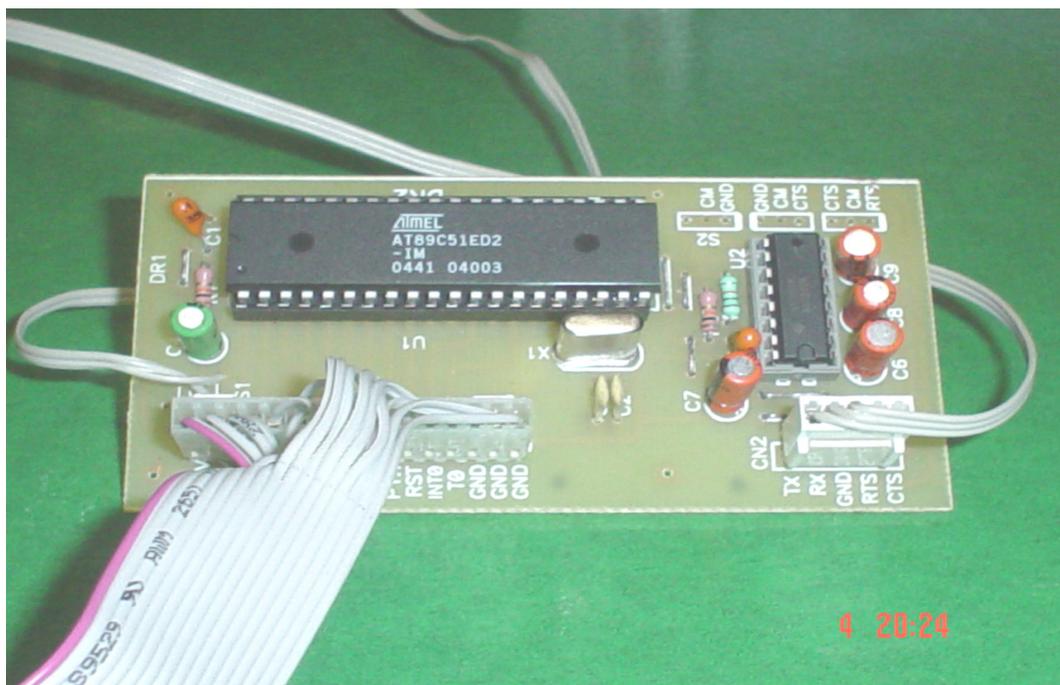


Figura 3.36 – Foto da placa da interface microcontrolada.

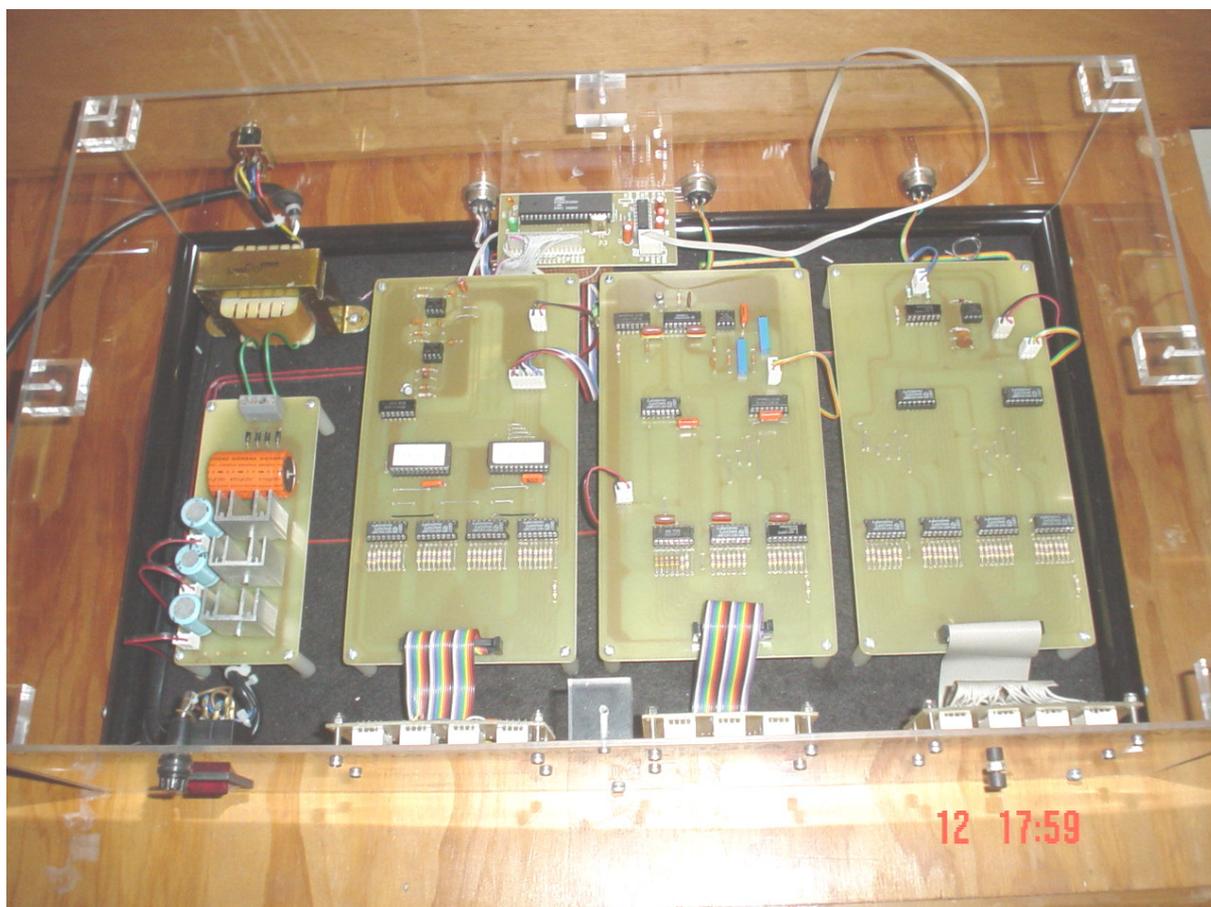


Figura 3.37 – Foto da placa da interface microcontrolada.

3.1.5 - Sistema de Registro Climático

Quanto ao sistema de registro climático SRC, a figura 3.38 ilustra a tela principal do SRC, apresentando a sua interface com o usuário.

As informações do microcontrolador 89C51ED2[®] são gerenciadas automaticamente no SRC – Sistema de Registro Climático.

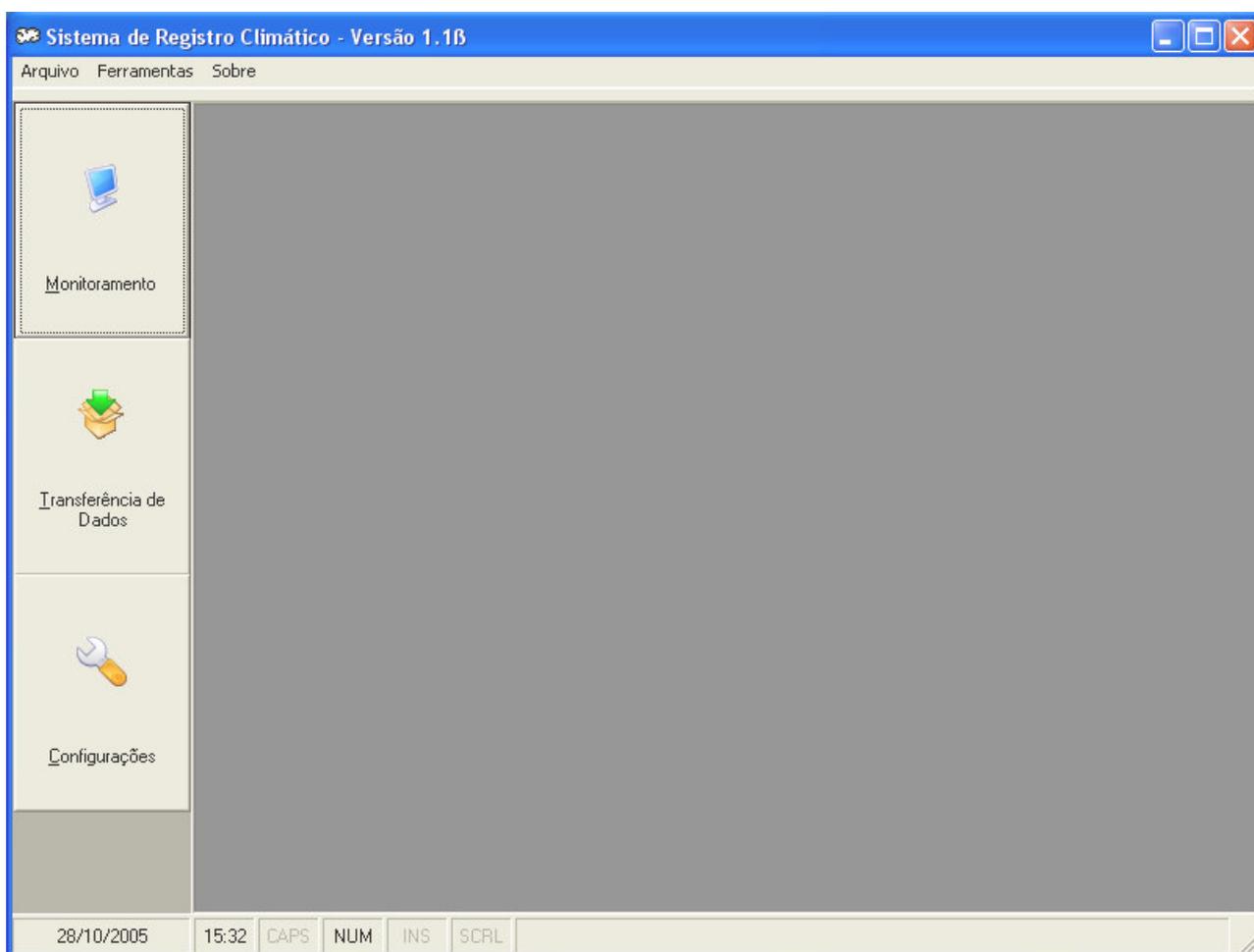


Figura 3.38 – Tela principal do Sistema de Registro Climático

Ao iniciar o sistema, automaticamente é iniciado o processo de estabelecimento de comunicação com a porta serial configurada (padrão COM1). Caso ocorra algum

problema com a comunicação o sistema emitirá um alerta de erro e uma tela de advertência.

3.1.5.1- Menu Lateral:

O SRC – Sistema de Registro Climático é composto com as seguintes funções do menu lateral:

- **Monitoramento** – permite monitorar o sistema em tempo real;
- **Transferência de Dados** – inicia o processo de transferência de dados da memória do microcontrolador para o computador, através de um arquivo;
- **Configurações** – permite alterar as configurações do sistema, como porta serial, base de tempo utilizada para gravação dos registros no SRC e ativar ou desativar o processo de gravação de dados no SRC.

3.1.5.2 - Menu Superior:

O SRC – Sistema de Registro Climático é composto com as seguintes funções do menu superior:

- Arquivo
 - Salvar – salva os dados capturados da memória do SRC;
 - Sair – finaliza o sistema;
- Ferramentas
 - Transferência de Dados – abre a janela Transferência de Dados;
 - Configurações – abre a janela Configurações;
- Sobre – abre a janela contendo informações do software.

A figura 3.39 ilustra a janela de monitoramento do SRC. Ela exibe automaticamente os dados que são estão sendo obtidos nos sensores, instantaneamente, atualizados a cada segundo.



Figura 3.39 – Janela de monitoramento do SRC.

Na janela de monitoramento do SRC ao pressionar o botão “Iniciar Upload”, na barra esquerda da janela, o sistema busca o estabelecimento da comunicação com o SRC através da porta serial configurada, conforme ilustra a figura 3.40.

Após todos os dados que estão armazenados no microcontrolador terem sido transferidos com êxito da memória do microcontrolador para o computador, surge uma janela para indicar um nome e local para o arquivo gerado contendo todos os dados capturados.

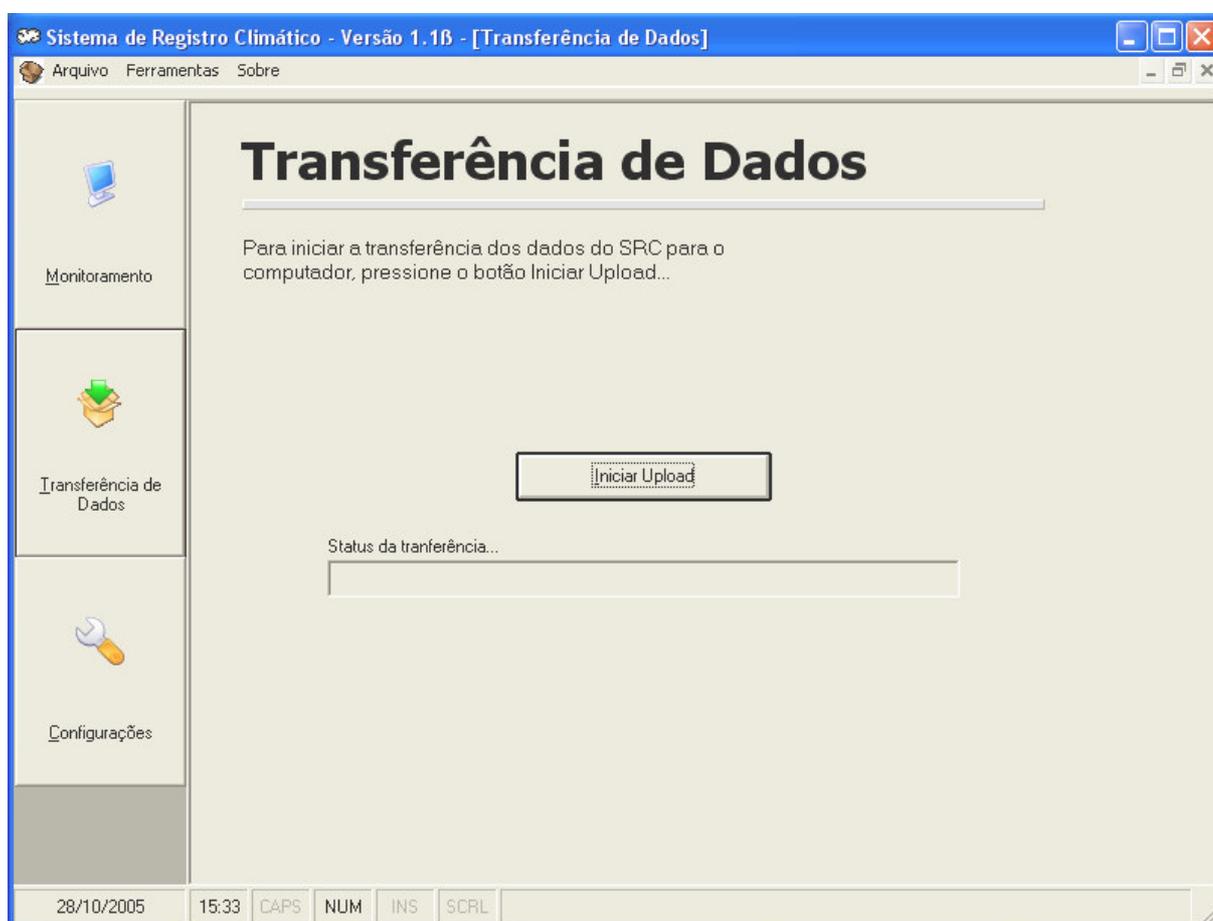


Figura 3.40 – Janela de transferência de dados

Através da janela configurações conforme ilustra a figura 3.41 é possível alterar a porta padrão para comunicação com o Sistema de Registro Climático, a base de

tempo para gravação de dados, ativar ou desativar o processo de gravação de dados no Sistema de Registro Climático, assim como o intervalo de tempo em que os dados são atualizados na tela de monitoramento e a velocidade em que essas informações são processadas.



Figura 3.41 – Janela de Configurações

A figura 3.42 ilustra informações sobre o SRC.

A potencialização do conhecimento adquirido no treinamento desse sistema didático pode ser verificado através do acesso aos procedimentos técnicos elaborados em um “link” de acoplamento a WEB conforme ilustra figura 3.42 disponibilizado na Internet, o que amplia sua aplicação multiusuário.

Um detalhamento do software do Sistema de Registro Climático – SRC é apresentado no Anexo II.

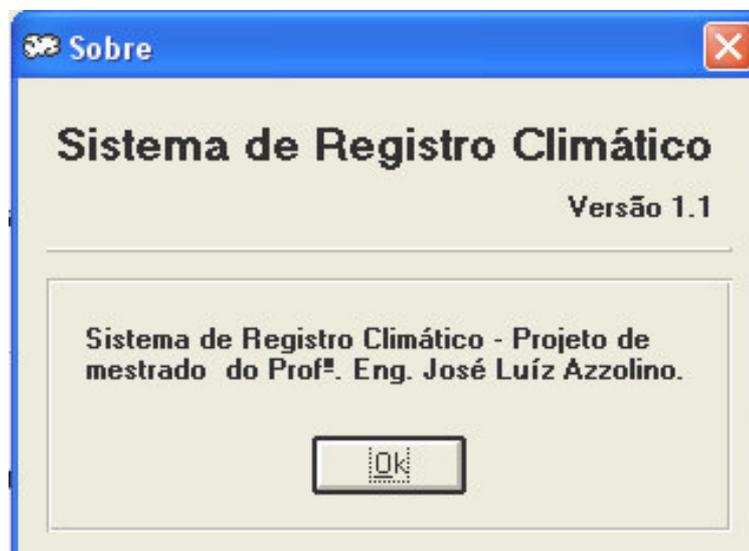


Figura 3.42 – Janela de Informações do SRC.



CEFET-SP
Prof. José L. Azzolino
Professor do CEFET-SP
SÃO PAULO

UNITAU
Prof. Dr. Giorgio E. O. Giacaglia
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica
UNITAU-TAUBATÉ

Embrapa
Prof. Dr. Paulo E. Cruvinel
Pesquisador da EMBRAPA
Instrumentação Agropecuária
SÃO CARLOS

**SISTEMA DIDÁTICO DE SENSORES DIGITAIS AGROAMBIENTAIS
PARA TREINAMENTO EM SUPORTE À TOMADA DE DECISÃO:
PROJETO E CONFIGURAÇÃO**

[acessar](#)

Figura 3.43 – Lay-out da página da WEB

CAPÍTULO 4

4.1 - CONCLUSÕES

Os conhecimentos desenvolvidos e organizados neste trabalho se caracterizaram como multidisciplinares e predominantemente educacionais. Tais conhecimentos relacionaram-se ao desenvolvimento de sensores, programação em linguagem C, utilização do software Visual Basic[®], arquitetura de microcontroladores, comunicação de dados em nível de interface RS232, técnicas de hardware e software, os quais viabilizaram padrão adequado de confiabilidade para um sistema de aquisição de dados e a apresentação a um ambiente didático de instrumentação e controle.

Assim, o sistema apresentado permitiu o estabelecimento de base instrumental possibilitando a organização de disciplinas com conteúdos afins, de maneira tal que proporcione meios para treinamentos de alto nível, envolvendo uma base teórica e experimental adequada.

Dessa forma, com base nesta plataforma e na concepção da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, estabeleceu-se, conforme apresentado no anexo III, um plano de abordagem didática para uso em Escolas de segundo e terceiro grau, incluindo graduação e pós-graduação.

REFERÊNCIAS

ASSAD, E. D. & SANO, E. E., eds. - **Sistema de Informações Geográficas - Aplicações na Agricultura**, 2ª ed. EMBRAPA, Brasília, p. 311-327, 1998.

ASSAD, E. D. & SANO, E. E. - **Sistema de Informações Geográficas - Aplicações na Agricultura**, 2ª ed. EMBRAPA, Brasília, 1998. 434 p.

BERGEIJK, J. V., GOENSE, D., SPEELMAN, L. - **Soil tillage resistance as a tool to map soil type differences**. Journal of Agricultural Engineering Research, v. 79, n. 4. 2001. p. 371- 387.

BLACKMORE, S., - **Development the principles of precision farming**. Agrotec99.- Conferência Internacional sobre Agropolos e Parques Tecnológicos Agro-industriais, 1999.

CAMARGO, A.P. & ORTOLANI, A.A. - **Climas de zonas canavieiras do Brasil**. Campinas, IAC, 1966. 20 p. (Boletim Técnico, 20).

CARAMORI, P. H., GONÇALVES, S. L., WREGGE, M. S., GERAGE, A. C., GOMES, J., - **Zoneamento Agroclimático da cultura do Milho no Estado do Paraná**. IAPAR, Londrina, 1999. 24p. ilustr (IAPAR, informe da Pesquisa, 129).

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA - CEETEPS
Pesquisa Mercadológica realizada pelo Centro Estadual de Educação

Tecnológica Paula Souza - **Implantação de novos Cursos técnicos e tecnológicos** – Governo do Estado de São Paulo, São Paulo, 2000.

COSTA, E., - **Avaliação da produção de alface em função dos parâmetros climáticos em casas de vegetação com sistema hidropônico nos períodos de outono e inverno** - C823a - Campinas, SP: [s.n.], 2001.

CRUVINEL, P. E., PUGSLEY L., CARAMORI P. - **New Agroclimatic Digital Images Classification System and Risk Zone Mapping**. IEEE Computer Society, p.237-244, 2001.

DENDY R., Plasma Physics – **An introductory course**, Cambridge University Press, 1996.

EMBRAPA – Instrumentação Agropecuária e BRAZSAT – Space Services Ltda. – **Estudo de Viabilidade para Construção de Equipamento para pesquisa Agrícola em Ambiente de Microgravidade (EPAM[®])** – 2002.

FARIA, R. T. – **Utilização de modelos de simulação como ferramenta para zoneamento agrícola**. In: XI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. Florianópolis, Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1999. p. 32.37

FERREIRA, W. S., CRUVINEL, P. E., - **Instrumentação para o monitoramento de microvariações em órgãos vegetais** – Escola de Engenharia de São Carlos - Tese Def. 19.07.1994 – 155p. São Carlos – SP.

FUKS, S. D. – **Novos modelos para mapas derivados de informações de solos.**

In: ASSAD, E. D.; SANO, E. E. – **Sistemas de informações geográficas. Aplicações na Agricultura.** EMBRAPA-SP / EMBRAPA-Cerrados, Brasília, 1998.

GRODZKI, L., CARAMORI, P. H., BOOTSMA, A., OLIVEIRA, D. & GOMES. J. -

Risco de ocorrência de geada no Estado do Paraná. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, 4 (1):93-99, 1996.

HASLAM, J. A., SUMMERS, G. R.; WILLIAMS, D. - **Engineering instrumentation and control.** London, England, 1981.

JOHNSON, C. D. - **Process control instrumentation technology.** 5a edição. University of Houston, New Jersey, USA, Editora Prentice-Hall International, 1997.

KAUFMANN P., - **Diagnostics of Solar flares in the far infrared,** Adv. Space Res. Vol. 8, no. 11, pg 39, 1998.

KAUFMANN P., Raulin J.-P., Correia E., Costa J. E. R., Jiménez de Castro C. G., Silva A. V. R., Levato H., Bauer O. H., - **Rapid Submillimeter brightenings associated with a large solar flare,** The Astrophysical Journal, 2001.

KRIGE, D. G. - **A Statistical Approach to some Basic Mine Evaluation Problems on the Witwatersrand.** Jornal Chem. Metall. Min. Soc. S. Afi., v.52, p. 119-139, 1951.

MANTOVANI, E. C., QUEIROZ, D. M., DIAS, G. P. - **Máquinas e operações utilizadas na agricultura de precisão.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27, Fortaleza. Trabalhos... Poços de Caldas. Ed. Por F. M da Silva, P. H. de M. Borges. Lavras: SBEA: UFLA. 1998. p. 109-157. 244p.

MASCARENHAS, N. D. A., - **Processamento Digital de Imagens: Um resumo das principais técnicas.** Apresentado no Seminário de Informática em Saúde. Porto Alegre, RS, outubro 1987 (INPE-4404-PRE/1220). (artigo convidado)

MELO, A. M., - **Radiometria com sensores de banda larga para a faixa de Thz -** EEC – Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação – UNICAMP, 2004.

MOLIN, J. P. - **Agricultura de precisão. Parte II: diagnóstico, aplicação localizada e considerações econômicas.** Engenharia Agrícola, Jaboticabal. v. 17, n. 2, p. 108-121, Dez. 1997a.

MOLIN, J. P. - **Agricultura de precisão. Parte I: o que é estado da arte em sensoriamento.** Engenharia Agrícola, Jaboticabal. v. 17, n. 2, p. 97-107, Dez. 1997b.

MONIZ, A. C., MANFREDINI, S., DEMATTÊ, J. L. I. - **Variações morfológicas, mineralógicas e hídricas em terra roxa estruturada ao longo de uma vertente em Rio das Pedras** - SP. Revista Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa, v. 18, n. 3. p. 513-520. 1994.

MUCHOW, R. C. & BELLANY, J. A., eds. - **Climatic risk in crop production: models and management for the semiarid tropics and subtropics**. C.A.B. International, Wallingford, 1991. 458 p.

NOLTA I.G., Vaneka M. D., Tappana N. D., Minnisa P., Altopa J. L., Adeb A. R., Leeb C., Hamiltonb P. A., Evansc K. F., Evansc, A. H., Clothiauxk E., Baran A. J., - **Far Infrared measurements of cirrus**, Remote Sensing of Clouds and Atmosphere, 1999.

PELLEGRINO, G. Q. - **O Uso de Sistemas de Informações Geográficas no Mapeamento de Informações Agrometeorológicas**. In: Assad, E. D. & Sano, E. E., eds. - **Sistema de Informações Geográficas - Aplicações na Agricultura**, p. 329 - 338, 1998.

RODRIGUES R., **Entrevista do Ministro da Agricultura à Revista Veja**, Editora Abril, Edição nº 1882, 2004.

SOUZA, E. G., JOHANN, J. A., ROCHA, J. V., RIBEIRO, S. R. A., SILVA, M. S., URIBEOPAZO, M. A., MOLIN, J. P., OLIVEIRA, E. F., NÓBREGA, L. H. P. - **Variabilidade espacial dos atributos químicos do solo em um Latossolo**

Roxo Distrófico da Região de Cascavel - PR. Engenharia Agrícola, Jaboticabal. v. 18, n. 3, p. 80-92, Mar. 1999.

VIEIRA, S. R., DECHEN, S. C. F., DE MARIA, I. C., MARTINS, A. L. M., BORTOLETTO, N. - **Mapeamento de atributos de solo e planta usando geoestatística. In: O Estado da Arte da Agricultura de Precisão no Brasil.** Coord. Luiz Antonio Balastreire. Trabalhos... Piracicaba, 2000. P. 93-104. 224p.

WREGE, M. S., GONÇALVES, S. L., CARAMORI, P. H., VASCONCELLOS, M. E. C., OLIVEIRA, D., ABUCARUB NETO, M., CAVIGLIONO, J. H., 1997, - **Risco de deficiência Hídrica na cultura do feijoeiro durante a safra das águas no Estado do Paraná.** Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, Brasil, 5 (1), 51-59.

EMBRAPA - <http://www.agritempo.gov.br> – Acesso em 08 de setembro de 2005, às 14H25min.

EMBRAPA - <http://www.embrapa.br> – Acesso em 08 de setembro de 2005, às 17H10min.

INPE - <http://www.inpe.br> – Acesso em 03 de outubro de 2005, às 11H00min.

UNITAU - http://www.unitau.br/servicos/empresa_junior.htm - Acesso em 14 de outubro de 2005, às 21H05min.

ANEXOS

Anexo I

Anexo II

Anexo III

ANEXO I**PROGRAMA EM LINGUAGEM “C” – Interface Microcontrolada 81C51ED2.**

SISTEMA DIDÁTICO DE SENSORES DIGITAIS AGROAMBIENTAIS PARA TREINAMENTO EM SUPORTE À TOMADA DE DECISÃO: PROJETO E CONFIGURAÇÃO.

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre pelo Curso de Engenharia Mecânica do Departamento de Mecânica da Universidade de Taubaté.

.Área de Concentração: Automação e Controle Industrial

.Orientador: Professor Dr. Giorgio E. O. Giacaglia

.Co-Orientador: Professor Dr. Paulo E. Cruvinel

- INICIALIZAÇÃO DO SISTEMA

```
#include <8051.h>
#include "geral.h"
#include "prot.h"

extern unsigned char Cnt;

void main( void )
{
    TMOD = 0x21;           // Configure timer 0 para modo 1 e timer 1 p/
                          // modo autoreload.
    TL0 = DEZ_MS % 256;   // Ajuste a base de tempo do timer 1.
    TH0 = DEZ_MS / 256;

    TH1 = BR9600;         // Ajuste o baud rate para 9600 BPS.
    SCON = 0x50;          // Configure a porta serial para 1 start bit,
                          // 8 data bits e 1 stop bit.

    PCON = 0x00;
    IP = 0x01;            // Ajuste a prioridade de INT0 para alta.
    IE = 0x12;           // Habilite as interrupções: TIMER 0 e
                          // porta serial.

    TR0 = 1;             // Ligue os timers.
    TR1 = 1;
    IT0 = 1;             // INT0 por borda de descida.
    IE0 = 0;             // Cancele interrupções pendentes.

    EA = 1;

    Cnt = 50;

    IniComSer();
    IniSist();
    for(;;)
    {
        CtComSer();
        MedeDir();
        MedeVel();
        MedeChuva();
    }
}
```

- MEDIDAS DOS SENSORES

```
#include <8051.h>
#include "medidas.h"
#include "geral.h"
#include <intrpt.h>
```

```
near int Direcao;
```

```

bit EstAnt; // Estado anterior da entrada P1.5 que e' a base de tempo para me-
// dida de velocidade.
bit EstAntVOL; // Estado anterior da entrada para medida de volume de chuva.

```

```

near int ContTemp, Vel, VolChuva;

```

```

void IniSist( void )

```

```

{
    if (BASE)
        EstAnt = 1;
    else
        EstAnt = 0;

    if (VOL)
        EstAntVOL = 1;
    else
        EstAntVOL = 0;

    VolChuva = 0;
    ContTemp = 0;
    Vel = 0;
}

```

```

void MedeDir( void )

```

```

{
    Direcao = TabDir[P1 & 0x1f];
}

```

```

void MedeVel( void )

```

```

{
    if ((BASE == 1) && (EstAnt == 0))
    {
        EstAnt = 1;
        ContTemp = 0;
        EX0 = 1;
        return;
    }

    if ((BASE == 0) && (EstAnt == 1))
    {
        EX0 = 0;
        IE0 = 0;
        Vel = ContTemp;
        EstAnt = 0;
        return;
    }
}

```

```

void MedeChuva( void )

```

```

{
    if (RSTV == 1)
    {
        VolChuva = 0;
        return;
    }

    if ((VOL == 1) && (EstAntVOL == 0))
    {
        EstAntVOL = 1;
        VolChuva++;
    }
}

```

```

        return;
    }

    if ((VOL == 0) && (EstAntVOL == 1))
    {
        EstAntVOL = 0;
        return;
    }
}

```

```

void utoa( unsigned int Valor, near uchar *pBuf )
{
    unsigned int Temp;
    Temp = Valor % 10000;
    *pBuf = (Valor / 10000) + 0x30;
    pBuf++;
    *pBuf = (Temp / 1000) + 0x30;
    pBuf++;
    Temp %= 1000;
    *pBuf = (Temp / 100) + 0x30;
    pBuf++;
    Temp %= 100;
    *pBuf = (Temp / 10) + 0x30;
    pBuf++;
    *pBuf = (Temp % 10) + 0x30;
}

```

```
ROM_VECTOR( EXTIO, TrataINT0);
```

```

interrupt void TrataINT0( void )
{
    ContTemp++;
}

```

- TEMPO DE AQUISIÇÃO DE DADOS

```

#include <8051.h>
#include <intrpt.h>
#include "geral.h"

```

```

bit Tmp0;
uint Tempo0;
unsigned char Cnt;

```

```
ROM_VECTOR( TIMER0, TrataTimer0);
```

```

interrupt void TrataTimer0( void )
{
    TL0 = DEZ_MS % 256;
    TH0 = DEZ_MS / 256;

    Cnt--;
    if (Cnt == 0)
    {
        Cnt = 50;
    }
}
#asm
    Cpl    P3.4
#endasm
    if( Tmp0 )

```

```

    {
        Tempo0--;
        if( Tempo0 == 0 )
            Tmp0 = 0;
    }
}

```

```

void LigaTimer( uint Tempo )
{
    Tempo0 = Tempo;
    Tmp0 = 1;
}

```

```

void InitTimer( void )
{
    Tmp0 = 0;
}

```

- COMUNICAÇÃO SERIAL

```

#include <8051.h>
#include <intrpt.h>
#include "geral.h"
#include "prot.h"
#include "serial.h"

```

```
extern near int Direcao, Vel, VolChuva;
```

```
bit RxFull, TxEnd;
```

```
near uchar *pRxBuf, *pTxBuf;
```

```
near uchar RxBuf[TRXBUF], TxBuf[TTXBUF];
near uchar Caractere;
```

```
ROM_VECTOR( SINT, TrataSerial );
```

```

interrupt void TrataSerial( void )
{
    if (TI == 1)
    {
        if (TxEnd == 1)
        {
            TI = 0;
            return;
        }

        SBUF = *pTxBuf;
        if (*pTxBuf == CR)
            TxEnd = 1;
        pTxBuf++;

        TI = 0;
        return;
    }

    if (RI == 1)
    {
        Caractere = SBUF;
    }
}

```

```

    if (RxFull == 1)
    {
        RI = 0;
        return;
    }

    if (Caractere == STX)
    {
        pRxBuf = RxBuf;
        *pRxBuf = Caractere;
        pRxBuf++;
        RI = 0;
        return;
    }

    if (pRxBuf < (RxBuf + TRXBUF))
    {
        *pRxBuf = Caractere;
        pRxBuf++;

        if (Caractere == CR)
            RxFull = 1;
    }

    RI = 0;
}
}

```

```

void CtComSer( void )
{
    if (RxFull == 0)
        return;

    TxBuf[0] = STX;
    utoa(Direcao, TxBuf+1);
    utoa(Vel, TxBuf+5);
    utoa(VolChuva, TxBuf+10);
    TxBuf[15] = CR;

    pTxBuf = TxBuf+1;
    TxEnd = 0;
    pRxBuf = RxBuf;
    RxFull = 0;

    SBUF = TxBuf[0];
}

```

```

void IniComSer( void )
{
    RxFull = 0;
    pRxBuf = RxBuf;
    pTxBuf = TxBuf;
    TxEnd = 0;

    RxBuf[9] = CR;
    TxBuf[15] = CR;
}

```

ANEXO II

**PROGRAMA FONTE DO SRC - SISTEMA DE REGISTRO CLIMÁTICO
DESENVOLVIDO EM VISUAL BASIC®**

SISTEMA DIDÁTICO DE SENSORES DIGITAIS AGROAMBIENTAIS PARA TREINAMENTO EM SUPORTE À TOMADA DE DECISÃO: PROJETO E CONFIGURAÇÃO.

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre pelo Curso de Engenharia Mecânica do Departamento de Mecânica da Universidade de Taubaté.

.Área de Concentração: Automação e Controle Industrial

.Orientador: Professor Dr. Giorgio E. O. Giacaglia

.Co-Orientador: Professor Dr. Paulo E. Cruvinel

' FUNCTIONS

Declare Function GetPrivateProfileString Lib "kernel32" Alias "GetPrivateProfileStringA" (ByVal lpApplicationName As String, ByVal lpKeyName As Any, ByVal lpDefault As String, ByVal lpReturnedString As String, ByVal nSize As Long, ByVal lpFileName As String) As Long

Declare Function WritePrivateProfileString Lib "kernel32" Alias "WritePrivateProfileStringA" (ByVal lpApplicationName As String, ByVal lpKeyName As Any, ByVal lpString As Any, ByVal lpFileName As String) As Long

Declare Function GetFocus Lib "user32" () As Long

'Pausa

Public Declare Sub Sleep Lib "kernel32" (ByVal dwMilliseconds As Long)

' GLOBAL COMMANDS

--Comandos enviados pela serial para o SRC

Global Const CMD_ENV_REG = 1	'Pede para SRC enviar os registros
Global Const CMD_RST_REG = 2	'Reseta os registros armazenados no SRC
Global Const CMD_AJT_TMP = 3	'Ajustar a base de tempo
Global Const CMD_ATV_REG = 4	'Ativar gravação do registros
Global Const CMD_DST_REG = 5	'Desativar gravação do registros
Global Const CMD_ENV_MED = 6	'Enviar Medidaas
Global Const CMD_ACK = 4	'Comando para dizer que entendeu o que o SRC enviou

--Respostas para as instruções do SRC

Global Const SERIAL_OK = 1	'Comunicacao OK
Global Const SERIAL_ERROR_CHKSUM = 2	'Erro de chkSum
Global Const SERIAL_NAK = 3	'Comando nao entendido pelo SRC
Global Const SERIAL_MAX_ERROS = 3	'Número maximo de erros na serial
Global Const SERIAL_TIMEOUT = 4	'Erro de timeout na serial
Global Const SERIAL_AGUARDANDO = 5	'Aguardando resposta do SRC
Global Const SERIAL_CMD_NAO_EXEC = 6	'Comando nao executado
Global Const SERIAL_ACK = 7	

--Status do SRC

Global Const SRC_STATUS_INIC = 0	'Status inicial do SRC
Global Const SRC_ENV_REG = 1	'SRC já enviou todos os registros
Global Const SRC_RST_REG = 2	'SRC apagou os dados armazenados na memória
Global Const SRC_AJT_TMP = 3	'SRC ajustou a base de tempo
Global Const SRC_ATV_REG = 4	'SRC ativou o registrador de dados
Global Const SRC_DST_REG = 5	'SRC desativou o registrador de dados
Global Const SRC_ENV_MED = 6	'Medidas enviadas
Global Const SRC_ACK = 4	'Comando para dizer que entendeu o que o PC enviou

' DEFAULT KEYS

--Key Codes

Global Const KEY_LBUTTON = &H1

Global Const KEY_RBUTTON = &H2
 Global Const KEY_CANCEL = &H3
 Global Const KEY_MBUTTON = &H4
 Global Const KEY_BACK = &H8
 Global Const KEY_TAB = &H9
 Global Const KEY_CLEAR = &HC
 Global Const KEY_RETURN = &HD
 Global Const KEY_SHIFT = &H10
 Global Const KEY_CONTROL = &H11
 Global Const KEY_MENU = &H12
 Global Const KEY_PAUSE = &H13
 Global Const KEY_CAPITAL = &H14
 Global Const KEY_ESCAPE = &H1B
 Global Const KEY_SPACE = &H20
 Global Const KEY_PRIOR = &H21
 Global Const KEY_NEXT = &H22
 Global Const KEY_END = &H23
 Global Const KEY_HOME = &H24
 Global Const KEY_LEFT = &H25
 Global Const KEY_UP = &H26
 Global Const KEY_RIGHT = &H27
 Global Const KEY_DOWN = &H28
 Global Const KEY_SELECT = &H29
 Global Const KEY_PRINT = &H2A
 Global Const KEY_EXECUTE = &H2B
 Global Const KEY_SNAPSHOT = &H2C
 Global Const KEY_INSERT = &H2D
 Global Const KEY_DELETE = &H2E
 Global Const KEY_HELP = &H2F

'NOT contiguous with L & RBUTTON

' KEY_A thru KEY_Z are the same as their ASCII equivalents: 'A' thru 'Z'
 ' KEY_0 thru KEY_9 are the same as their ASCII equivalents: '0' thru '9'

Global Const KEY_NUMPAD0 = &H60
 Global Const KEY_NUMPAD1 = &H61
 Global Const KEY_NUMPAD2 = &H62
 Global Const KEY_NUMPAD3 = &H63
 Global Const KEY_NUMPAD4 = &H64
 Global Const KEY_NUMPAD5 = &H65
 Global Const KEY_NUMPAD6 = &H66
 Global Const KEY_NUMPAD7 = &H67
 Global Const KEY_NUMPAD8 = &H68
 Global Const KEY_NUMPAD9 = &H69
 Global Const KEY_MULTIPLY = &H6A
 Global Const KEY_ADD = &H6B
 Global Const KEY_SEPARATOR = &H6C
 Global Const KEY_SUBTRACT = &H6D
 Global Const KEY_DECIMAL = &H6E
 Global Const KEY_DIVIDE = &H6F
 Global Const KEY_F1 = &H70
 Global Const KEY_F2 = &H71
 Global Const KEY_F3 = &H72
 Global Const KEY_F4 = &H73
 Global Const KEY_F5 = &H74
 Global Const KEY_F6 = &H75
 Global Const KEY_F7 = &H76
 Global Const KEY_F8 = &H77
 Global Const KEY_F9 = &H78
 Global Const KEY_F10 = &H79
 Global Const KEY_F11 = &H7A

```

Global Const KEY_F12 = &H7B
Global Const KEY_F13 = &H7C
Global Const KEY_F14 = &H7D
Global Const KEY_F15 = &H7E
Global Const KEY_F16 = &H7F
Global Const KEY_NUMLOCK = &H90

```

```

-----
' COMM CONTROL
-----

```

```

'--Handshaking

```

```

Global Const MSCOMM_HANDSHAKE_NONE = 0
Global Const MSCOMM_HANDSHAKE_XONXOFF = 1
Global Const MSCOMM_HANDSHAKE_RTS = 2
Global Const MSCOMM_HANDSHAKE_RTSXONXOFF = 3

```

```

'--Event constants

```

```

Global Const MSCOMM_EV_SEND = 1
Global Const MSCOMM_EV_RECEIVE = 2
Global Const MSCOMM_EV_CTS = 3
Global Const MSCOMM_EV_DSR = 4
Global Const MSCOMM_EV_CD = 5
Global Const MSCOMM_EV_RING = 6
Global Const MSCOMM_EV_EOF = 7

```

```

'--Error code constants

```

```

Global Const MSCOMM_ER_BREAK = 1001
Global Const MSCOMM_ER_CTSTO = 1002
Global Const MSCOMM_ER_DSRTO = 1003
Global Const MSCOMM_ER_FRAME = 1004
Global Const MSCOMM_ER_OVERRUN = 1006
Global Const MSCOMM_ER_CDTO = 1007
Global Const MSCOMM_ER_RXOVER = 1008
Global Const MSCOMM_ER_RXPARITY = 1009
Global Const MSCOMM_ER_TXFULL = 1010

```

```

'--Caracteres de controle da serial

```

```

Global Const STX = &H2
Global Const CR = 13
Global Const NAK = &H15
Global Const ACK = &H6

```

```

'--Estrutura de config. dos dados da serial

```

```

Type tipoSerial
    CommPort As Integer           'Número da porta de comunicação
    Baud As Integer
    TimeOut As Integer           'Tempo para timeOut
    IntervaloAtu As Integer      'Intervalo de atualizacao dos dados
    '-----
    BaseTemp As Integer          'Base de Tempo para Gravação
    ActiveData As Integer        'Gravação de dados: 0-desativado | 1-ativado
End Type

```

```

'--Range Configuration Serial Comm

```

```

Global Const MIN_BASE_TEMP = 1
Global Const MAX_BASE_TEMP = 99
Global Const MIN_TIMEOUT = 0
Global Const MAX_TIMEOUT = 99000
Global Const MIN_INTERVALO_ATU = 500
Global Const MAX_INTERVALO_ATU = 20000

```

```

Global Const MAX_VALUE = 100           'Tamanho do array para guardar os dados

'--Default Configuration
Global Const dfCommPort = 1
Global Const dfBaud = 9600
Global Const dfTimeOut = 3000
Global Const dfIntervaloAtu = 1000
Global Const dfBaseTemp = 30
Global Const dfActiveData = 0

'--Others
Global statusSerial As Integer         'Guarda o ultimo status da comunicacao serial
Global erroSerial As Integer           'Indica qtos erros ocorreram na comunicacao serial
Global serial As tipoSerial
Global restabelecendoComm As Integer   'Indica se esta restabelecendo a comunicacao com o
CP
Global RespostaSRC As Integer

'-----
' MANIPULATION FILES
'-----
'--Control Files
Global Const ARQ_CONFIG = "SRC.INI"    'Nome do arquivo de configurações do sistema
Global CurrentPath As String           'Path do programa sendo executado
Global FileName As String              'Nome do arquivo a ser gerado
Global FilePath As String              'Path do arquivo a ser gerado
Global Indice As Integer               'Contém o número de registros do arquivo
Global numArq As Integer

Global TimerDadosLigado As Integer     'Indica se o timer de atualizacao de dados esta ligado
Global Procura As String
Global flagContinua As Integer

Global Const TAM_BUF_DATA = 500
Dim BufferArray(MAX_VALUE) As String
Dim FileBuffer(MAX_VALUE) As String

'-----
' SRC CONTROLS
'-----
'--Variaveis para armazenar dados do SRC
Global NumRegSRC As Integer            'Indica quantidae de registros no SRC
Global BufferData As String            'Buffer contendo todos os dados
Global DirVentoSRC As Long            'Indica Direção do Vento
Global VelVentoSRC As Long            'Indica Velocidade de Vento
Global IndPluviSRC As Long            'Indica Índice Pluviométrico
Global BaseTempSRC As Integer         'Base de tempo para gravação
Global StatGravSRC As Integer         'Status da gravação
Global ultComandoSRC As Integer       'Ultimo comando enviado ao SRC
Global ultRespSRC(1 To 20) As Integer 'Indica se recebeu uma resposta do SRC ou nao
Global statusSRC As Integer           'Indica o status atual do SRC

'-----
' SRC MANIPULATION DATA
'-----
Global MatrixSRC() As String          'Matriz para armazenar a string de dados do SRC
Global Const ID_DIR_VENTO = "Direção do Vento" 'Cabeçalho da matriz - Direção do Vento
Global Const ID_VEL_VENTO = "Velocidade do Vento" 'Cabeçalho da matriz - Velocidade do
Vento

```

Global Const ID_IND_PLUVI = "Índice Pluviométrico" 'Cabeçalho da matriz - Índice Pluviométrico

```

'-----
' GENERALITY DECLARATION
'-----
'--Generality
  Global NOVA_LINHA As String
  Global FlagMonit As Integer
  Global FlagConf As Integer
  Global FlagUpload As Integer
'
'-----
'                ** FUNCTIONS & SUBROUTINES **
'-----
' MAIN-ROUTINE
'-----
Sub Main()

  NOVA_LINHA = Chr$(10) & Chr$(13)

  'Inicializa variáveis
  FlagMonit = 0
  FlagConf = 0
  FlagUpload = 0
  FileName = ""
  FilePath = ""
  CurrentPath = ""
  erroSerial = 0
  NumRegSRC = 0
  statusSRC = SRC_STATUS_INIC

  'Path corrente do programa .exe
  CurrentPath = CurDir$

  'Carrega Configurações do Sistema
  leConfigSystem

  'Programa a porta serial
  programaSerial

  'Abre o Form principal do Sistema
  frmPrincipal.Height = 8212
  frmPrincipal.Width = 10485
  frmPrincipal.WindowState = 0
  Load frmPrincipal
  frmPrincipal.Show

  'Configura o SRC
  ConfigSRC

  'Grava o arquivo de Configurações do Sistema
  gravaArqConfig

End Sub

'-----
' LER ARQUIVOS

```

```
'-----
Function leParamConfig(chave As String, item As String, itemDefault As String, param As String) As Integer
```

```
    Dim st As String * 255
    Dim Status As Integer
```

```
    Status = GetPrivateProfileString(chave, item, itemDefault, st, 255, CurrentPath & "\" & ARQ_CONFIG)
    'tira o \0 do final da string
    param = Left$(st, Status)
    leParamConfig = Status
```

```
End Function
```

```
'-----
' GRAVAR ARQUIVOS
'-----
```

```
Sub gravaParamConfig(chave As String, item As String, param As String)
```

```
    Dim Status As Integer
    Dim st As String
    Dim ret As Integer
```

```
    On Error GoTo errGravaParamConfig
    st = Trim$(param) & Chr$(0)
    Status = WritePrivateProfileString(chave, item, st, CurrentPath & "\" & ARQ_CONFIG)
    Exit Sub
```

```
errGravaParamConfig:
```

```
    ret = MsgBox("Erro ao gravar arquivo de configurações. ", vbCritical, "Erro")
    Exit Sub
```

```
End Sub
```

```
'-----
' GRAVA O ARQUIVO DE CONFIGURAÇÕES DO SISTEMA
'-----
```

```
Sub gravaArqConfig()
```

```
    'Grava a porta serial a ser utilizada
    gravaParamConfig "Serial", "Porta", Str$(serial.CommPort)
```

```
    'Grava o baud rate da porta serial
    gravaParamConfig "Serial", "Baud", Str$(serial.Baud)
```

```
    'Grava o timeout de comunicação serial
    gravaParamConfig "Serial", "TimeOut", Str$(serial.TimeOut)
```

```
    'Grava o Intervalo de atualização de dados
    gravaParamConfig "Serial", "IntervaloAtu", Str$(serial.IntervaloAtu)
```

```
    'Grava a base de tempo para gravação no SRC
    gravaParamConfig "SRC_Config", "BaseTemp", Str$(serial.BaseTemp)
```

```
    'Grava o status de gravação de dados no SRC
    gravaParamConfig "SRC_Config", "ActiveData", Str$(serial.ActiveData)
```

```
End Sub
```

```

'-----
' LE ARQUIVO DE CONFIGURAÇÕES DO SISTEMA
'-----
Sub leConfigSystem()

    Dim tamParam As Integer
    Dim param As String

    On Error GoTo errLeConfigSystem

    'Le a porta serial a ser utilizada
    tamParam = leParamConfig("Serial", "Porta", dfCommPort, param)
    serial.CommPort = Trim$(param)

    'Le o bud rate da porta serial
    tamParam = leParamConfig("Serial", "Baud", dfBaud, param)
    serial.Baud = Trim$(param)

    'Le o timeout de comunicação serial
    tamParam = leParamConfig("Serial", "TimeOut", dfTimeOut, param)
    serial.TimeOut = Trim$(param)

    'Le o intervalo de atualização de dados
    tamParam = leParamConfig("Serial", "IntervaloAtu", dfIntervaloAtu, param)
    serial.IntervaloAtu = Trim$(param)

    'Le a base de tempo para gravação no SRC
    tamParam = leParamConfig("SRC_Config", "BaseTemp", dfBaseTemp, param)
    serial.BaseTemp = Trim$(param)

    'Le o status de gravação de dados no SRC
    tamParam = leParamConfig("SRC_Config", "ActiveData", dfActiveData, param)
    serial.ActiveData = Trim$(param)

    On Error GoTo 0
    Screen.MousePointer = vbDefault
    Exit Sub

errLeConfigSystem:
    Screen.MousePointer = vbDefault
    MsgBox "Erro ao Carregar o Arquivo de Configurações! ", 16, "Erro de Arquivo"
    Exit Sub

End Sub
'-----
' ENVIAR COMANDOS AO SRC
'-----
Sub enviaComandoSRC(ByVal comando As Integer)

    Static bufferTx As String
    Dim chksum As Long
    Dim i As Integer, j As Integer
    Dim st As String

    Select Case comando
        Case CMD_ENV_REG
            'coloca o codigo do comando no bufferTx
            bufferTx = Format$(comando, "00")

        Case CMD_RST_REG

```

```

        'coloca o codigo do comando no bufferTx
        bufferTx = Format$(comando, "00")

    Case CMD_ATV_REG
        'coloca o codigo do comando no bufferTx
        bufferTx = Format$(comando, "00")

    Case CMD_DST_REG
        'coloca o codigo do comando no bufferTx
        bufferTx = Format$(comando, "00")

    Case CMD_ENV_MED
        'coloca o codigo do comando no bufferTx
        bufferTx = Format$(comando, "00")

    Case CMD_ACK
        frmPrincipal.Comm.Output = Chr$(ACK) & Chr$(CR)
        ultComandoSRC = comando
        Exit Sub

    Case Else
        Exit Sub
    End Select

    'calcula o chksum
    chksum = 0

    chksum = Hex$(CalcChecksum(bufferTx, 0))

    'envia o bufferTx
    frmPrincipal.Comm.Output = Chr$(STX) & bufferTx & chksum & Chr$(CR)

    'guarda o ultimo comando enviado
    ultComandoSRC = comando
    ultRespSRC(comando) = SERIAL_AGUARDANDO

    'habilita o timeOut
    If comando <> CMD_ENV_MED Then
        frmPrincipal.TimerTimeOut.Enabled = True
    End If

    'atualiza o status da serial
    statusSerial = SERIAL_AGUARDANDO

End Sub

'-----
' DESABILITAR TIMER DE ATUALIZAÇÃO DE DADOS
'-----
Sub desabilitaTimer()
    frmPrincipal.TimerDados.Enabled = False
    TimerDadosLigado = False

End Sub

'-----
' HABILITAR TIMER DE ATUALIZAÇÃO DE DADOS PELA SERIAL
'-----
Sub habilitaTimer()
    Dim ret As Integer

```

```

'so habilita se ja nao estiver habilitado
If frmPrincipal.TimerDados.Enabled = True Then Exit Sub 'And frmPrincipal.TimerDados.Interval <>
0 Then

'Le o arquivo de configurações
leConfigSystem

On Error GoTo errorTimer
frmPrincipal.TimerDados.Interval = serial.IntervaloAtu
frmPrincipal.TimerDados.Enabled = True
TimerDadosLigado = True
On Error GoTo 0
Exit Sub

errorTimer:
frmPrincipal.TimerDados.Interval = 0
MsgBox "A monitoração dos dados do CP não pode ser feita devido à falta de 'timers' do windows.
" & NOVA_LINHA & "Feche uma ou mais aplicações e tente novamente.", vbOKOnly, "Erro"

On Error GoTo 0
End Sub
'-----
' PROGRAMA PORTA SERIAL
'-----
Sub programaSerial()

'Inicializa a porta serial
On Error GoTo errPorgramaSerial

If frmPrincipal.Comm.PortOpen Then frmPrincipal.Comm.PortOpen = False

frmPrincipal.Comm.CommPort = serial.CommPort
frmPrincipal.Comm.SThreshold = 0 'desabilita interrupcao por dado no buffer Tx
frmPrincipal.Comm.RThreshold = 1 'habilita interrupcao por cada varbyte recebido
frmPrincipal.Comm.Settings = serial.Baud & ",N,8,2"
frmPrincipal.Comm.InputLen = 1
frmPrincipal.Comm.PortOpen = True

'atualiza o timeout de atualizacao dos dados
frmPrincipal.TimerTimeOut.Interval = serial.TimeOut
frmPrincipal.TimerTimeOut.Enabled = False

On Error GoTo 0
Exit Sub

errPorgramaSerial:
MsgBox "A porta serial não pôde ser aberta. Ela pode estar sendo usado por algum outro
dispositivo ou sua configuração não está correta. ", vbOKOnly, "Porta Serial"
On Error GoTo 0
Exit Sub
End Sub

'-----
' CONFIGURAR SRC
'-----
Function ConfigSRC()

Dim Temp, checkTemp As String
Dim Grav As String

```

```

Temp = serial.BaseTemp
checkTemp = CalcChecksum(Format$(CMD_AJT_TMP, "00") & Temp, 0)
Grav = serial.ActiveData

'Trata erro de configuração de Porta Serial
On Error GoTo err_com_Port

'Configura e inicia o Timer de Configurações do SRC
frmPrincipal.TimerConfigSRC.Interval = serial.TimeOut

'Inicia Timer de Configurações se não estiver em True
If frmPrincipal.TimerConfigSRC.Enabled = False Then frmPrincipal.TimerConfigSRC.Enabled =
True

'Verifica se SRC envio Ok para o comando enviado
If RespostaSRC = SERIAL_ACK Then
    FlagConf = 0
    Exit Function
End If
'Se chegar ao limite de TimeOut enviar alerta de Erro
If FlagConf = 3 Then
    FlagConf = 0
    'Se ocorrer Erro de TimeOut alertar o usuário e verificar se o mesmo deseja
    'tentar restabelecer a comunicação ou não...
    If MsgBox("TimeOut na Comunicação com o SRC. " & Chr$(10) & Chr$(13) & Chr$(10) &
Chr$(13) & "Deseja tentar restabelecer a comunicação? ", 20, "Erro de Comunicação") = 7 Then
        frmPrincipal.TimerConfigSRC.Enabled = False
        frmPrincipal.StatusBar.Panels(7).Text = ""
        Exit Function
    Else
        'Restabelece comunicação para efetuar Configurações
        If frmPrincipal.TimerConfigSRC.Enabled = False Then frmPrincipal.TimerConfigSRC.Enabled
= True
        Exit Function
    End If
End If

'Envia Base de Tempo para Gravação
frmPrincipal.StatusBar.Panels(7).Text = "ENVIANDO CONFIGURAÇÕES AO SRC, AGUARDE..."
frmPrincipal.Comm.Output = Chr$(STX) & (Format$(CMD_AJT_TMP, "00") & Temp) & checkTemp
& Chr$(CR)
ultComandoSRC = CMD_AJT_TMP

'Incrementa 1 no Flag de Configurações
FlagConf = FlagConf + 1

'Erro de Porta Serial
err_com_Port:

End Function

'-----
' ATIVA/DESATIVA REGISTROS
'-----
Function OnOffReg()

    Dim Registrador As Integer
    Registrador = serial.ActiveData

```

```

Select Case Registrador
  Case 0 'Registrador desativado
    enviaComandoSRC CMD_DST_REG
  Case 1 'Registrador ativado
    enviaComandoSRC CMD_ATV_REG
End Select

```

```
End Function
```

```

'-----
' VERIFICA REGISTROS
'-----

```

```
Function VerificaRegistros()
```

```
  enviaComandoSRC CMD_ENV_REG
```

```
  'Espera se comunicar com o SRC
```

```
  Do
```

```
    DoEvents
```

```
    If statusSerial = SERIAL_TIMEOUT Or statusSerial = SERIAL_ERROR_CHKSUM Then
```

```
      frmPrincipal.TimerTimeOut.Enabled = False
```

```
      VerificaRegistros = False
```

```
      Exit Function 'Usuário cancelou a monitoracao
```

```
    End If
```

```
  Loop While ultRespSRC(CMD_ENV_REG) <> SERIAL_OK
```

```
  If NumRegSRC = 0 Then
```

```
    VerificaRegistros = False
```

```
  Else
```

```
    VerificaRegistros = True
```

```
  End If
```

```
End Function
```

```

'-----
' HABILITAR TIMER DE MONITORAMENTO
'-----

```

```
Function OnOffMonitoramento(OnOff As Integer)
```

```
  Select Case OnOff
```

```
    Case 1 '--Habilita o Timer de Monitoramento
```

```
      frmMonit.TimerMonitoramento.Interval = serial.IntervaloAtu
```

```
      frmMonit.TimerMonitoramento.Enabled = True
```

```
    Case 0 '--Desabilita o Timer de Monitoramento
```

```
      frmMonit.TimerMonitoramento.Interval = 0
```

```
      frmMonit.TimerMonitoramento.Enabled = False
```

```
  End Select
```

```
End Function
```

```

'-----
' CONVERTER PARA HEXADECIMAL
'-----

```

```
Function hexa(ByVal num As Long, ByVal numDig As Integer) As String
```

```
  Dim st As String
```

```
  st = Hex$(num)
```

```

While Len(st) < numDig
    st = "0" & st
Wend
hexa = st

End Function

'-----
' ENVIAR SINAL DE OK AO SRC
'-----
Sub MandaOK()
    enviaComandoSRC CMD_ACK

    If NumRegSRC <> 0 Then
        statusSRC = SRC_ENV_REG
        habilitaTimer
    Else
        'SalvaProg
        statusSRC = SRC_ACK
        habilitaTimer
    End If
End Sub

End Sub

'-----
' VERIFICAR RESPOSTAS DO SRC
'-----
Sub verificaRespostaSRC(ultComando As Integer, BufferRX As String, ByVal statusCom As Integer)

    Dim dados As String
    Dim tdados As Integer
    Dim Checksum, ChecksumSRC, teste As String
    Dim respSRC, i As Integer
    Dim NumReg As String

    'Atualiza o status da comunicacao serial
    statusSerial = statusCom

    'Caso ocorra algum erro de comunicação
    On Error GoTo err_resp_SRC

    '|1|SE BUFFER_RX FOR DIFERENTE DE VAZIO
    If BufferRX <> "" Then
        'Separa a informação do BufferRX
        respSRC = Mid(BufferRX, 1, 2)
        Checksum = CalcChecksum(BufferRX, 1)
        teste = Mid(Hex$(Checksum), 2, 2)
        ChecksumSRC = Mid(BufferRX, Len(BufferRX) - 1, 2)

        '|2|SE CHECKSUM CALCULADO FOR IGUAL A CHECKSUM RECEBIDO
        If teste = ChecksumSRC Or ChecksumSRC = "" Then '-- ** PARA TESTE

            'Verifica e compara a resposta enviada pelo SRC com o ultimo comando
            Select Case ultComando

                '|--ENVIAR REGISTROS-----||
                Case CMD_ENV_REG

                    'Calcula o tamanho da String de dados
                    tdados = (Len(BufferRX)) - 7

```

```

'Nao ocorreu timeout
frmPrincipal.TimerTimeOut.Enabled = False
NumReg = Mid(BufferRX, 3, 3)
dados = Mid(BufferRX, 6, tdados)
NumRegSRC = Int(NumReg)
BufferData = dados

ultRespSRC(CMD_ENV_REG) = SERIAL_OK

'Informação ao Usuário
frmPrincipal.StatusBar.Panels(7).Text = "RECEBENDO " & NumRegSRC & "
REGISTRO(S) DO SRC, AGUARDE..."

'Trata os dados recebidos
Upload

'||-----||
'||--ENVIAR MEDIDAS-----||
Case CMD_ENV_MED '--Enviar medidas

If respSRC = CMD_ENV_MED Then

'Limpa o Fleg de Monitoramento
FlagMonit = 0

'Trata os dados do BufferRX
StatGravSRC = Mid(BufferRX, 3, 1)
BaseTempSRC = Mid(BufferRX, 4, 2)
DirVentoSRC = Mid(BufferRX, 6, 5)
VelVentoSRC = Mid(BufferRX, 11, 5)
IndPluviSRC = Mid(BufferRX, 16, 5)

'Exibe os dados no FORM de Monitoramento
frmMonit.lblStatusDirVento = Mid(DirVentoSRC, 1, 3) & "." & Mid(DirVentoSRC, 4, 1) &
" or
frmMonit.lblStatusVelVento = Mid(VelVentoSRC, 1, 1) & "." & Mid(VelVentoSRC, 2, 1)
& "m/s"
frmMonit.lblStatusIndPluv = IndPluviSRC & "mm"

Else
MsgBox "O SRC enviou um comando não disponivel ou inexistente! ", vbCritical,
"Erro!" & respSRC
End If

'||-----||

'||--COMANDO INESPERADO-----||
Case Else
MsgBox "O SRC enviou um comando não disponivel ou inexistente! ", vbCritical, "Erro!"
& respSRC

'||-----||

End Select

'|2|CASO CONTRARIO ERRO DE CHECKSUM
Else
statusSerial = SERIAL_ERROR_CHKSUM
MsgBox "Erro de Checksum! ", 16, "Erro"

```

End If

'|1|CASO BUFFER_RX ESTIVER VAZIO

Else

'Verifique a resposta com o ultimo comando enviado

Select Case ultComandoSRC

'|--RESETAR REGISTROS-----||

Case CMD_RST_REG '--Resetar registros

If RespostaSRC = SERIAL_ACK Then

 desabilitaTimer

 frmPrincipal.TimerTimeOut.Enabled = False

 Sleep (300)

 frmPrincipal.StatusBar.Panels(7).Text = ""

 MsgBox "A memória do SRC foi limpa com sucesso! ", 64, "Transferência de Dados"

 RespostaSRC = SRC_STATUS_INIC

Else

 MsgBox "SRC enviou um comando inesperado! ", 48, "Erro"

End If

'|-----||

'|--AJUSTAR BASE DE TEMPO-----||

Case CMD_AJT_TMP '--Ajustar Base de tempo

If RespostaSRC = SERIAL_ACK Then

 frmPrincipal.TimerConfigSRC.Enabled = False

 frmPrincipal.TimerConfigSRC.Interval = 0

 Sleep (serial.TimeOut / 3)

 RespostaSRC = SRC_STATUS_INIC

 OnOffReg

Else

 MsgBox "SRC enviou um comando inesperado! ", 48, "Erro"

End If

'|-----||

'|--ATIVAR REGISTRADOR-----||

Case CMD_ATV_REG '--Ativar gravação de registro

If RespostaSRC = SERIAL_ACK Then

 desabilitaTimer

 frmPrincipal.TimerTimeOut.Enabled = False

 Sleep (300)

 frmPrincipal.StatusBar.Panels(7).Text = ""

 MsgBox "Configurações Efetuadas com sucesso! ", 48, "Configurações"

 RespostaSRC = SRC_STATUS_INIC

Else

 MsgBox "SRC enviou um comando inesperado! ", 48, "Erro"

End If

'|-----||

'|--DESATIVAR REGISTRADOR-----||

Case CMD_DST_REG '--Desativar gravação de registro

If RespostaSRC = SERIAL_ACK Then

 desabilitaTimer

```

        frmPrincipal.TimerTimeOut.Enabled = False
        Sleep (300)
        frmPrincipal.StatusBar.Panels(7).Text = ""
        MsgBox "Configurações Efetuadas com sucesso! ", 48, "Configurações"
        RespostaSRC = SRC_STATUS_INIC
    Else
        MsgBox "SRC enviou um comando inesperado! ", 48, "Erro"
    End If

    '||-----||

End Select

End If

'Erro de comunicação
err_resp_SRC:

End Sub

'-----
' CALCULAR O CHECKSUM
'-----
Function CalcChecksum(buffer As String, InOut As Integer) As Integer

    Dim chksum, i As Integer
    Dim tam As Integer

    If InOut = 1 Then
        tam = (Len(buffer) - 2)
    ElseIf InOut = 0 Then
        tam = Len(buffer)
    End If

    chksum = 0
    For i = 1 To tam
        chksum = chksum + Asc(Mid$(buffer, i, 1))
    Next i

    CalcChecksum = (chksum + 2)

End Function

'-----
' FUNÇÃO UPLOAD
'-----
Function Upload() 'QtdReg As Integer, Data As String

    Dim i, ptReg As Integer
    Dim DirVento As Integer
    Dim VelVento As Integer
    Dim IndPluvi As Integer
    Dim QtdReg As Integer

    QtdReg = NumRegSRC

    On Error GoTo errUpload

    ReDim MatrixSRC(QtdReg, 2)

```

```

'Adiciona o cabeçalho na Matriz
MatrixSRC(0, 0) = ID_VEL_VENTO
MatrixSRC(0, 1) = ID_DIR_VENTO
MatrixSRC(0, 2) = ID_IND_PLUVI

'Configura o PorgressBar
frmUpload.ProgressBarUpload.Min = 0
frmUpload.ProgressBarUpload.Max = QtdReg

'Se arquivo não existir coloque o cabeçalho nele
If Dir(FilePath & FileName) = "" Then
    gravaRegSRC MatrixSRC(0, 0), MatrixSRC(0, 1), MatrixSRC(0, 2)
End If

ptReg = 1

For i = 1 To QtdReg Step 1
    MatrixSRC(i, 0) = Mid(BufferData, ptReg, 5)
    ptReg = ptReg + 5
    MatrixSRC(i, 1) = Mid(BufferData, ptReg, 5)
    ptReg = ptReg + 5
    MatrixSRC(i, 2) = Mid(BufferData, ptReg, 5)
    ptReg = ptReg + 5
Next

'Salva os dados recolhidos no arquivo indicado
For i = 1 To QtdReg Step 1
    gravaRegSRC MatrixSRC(i, 0), MatrixSRC(i, 1), MatrixSRC(i, 2)

    'Carrega o ProgressBarUpload
    Sleep (1)
    frmUpload.ProgressBarUpload.Value = i
Next i

'Dados transferidos com sucesso!!!
NumRegSRC = 0
statusSerial = SRC_ACK

Sleep (300)
If MsgBox(QtdReg & " registo(s) salvo(s) com êxito. Excluir registo(s) da memória do SRC? ", 36,
"Registros Salvos") = 6 Then
    frmPrincipal.StatusBar.Panels(7).Text = "ENVIANDO COMANDO DE RESET AO SRC,
AGUARDE..."
    enviaComandoSRC CMD_RST_REG
End If

QtdReg = 0

errUpload:

End Function

'-----
' GRAVAR DADOS RECEBIDOS EM ARQUIVO
'-----
Sub gravaRegSRC(VelVento As String, DirVento As String, IndPluvi As String)

    Dim numArq As Integer, st As String

```

```

Dim pathArq As String

On Error GoTo gravaRegSRCerr
numArq = FreeFile
pathArq = FilePath & FileName

Open pathArq For Binary Access Write As numArq
Seek numArq, LOF(numArq) + 1
st = st & VelVento & ";" & DirVento & ";" & IndPluvi
st = st & Chr$(13) & Chr$(10)
Put numArq, , st
Close numArq
On Error GoTo 0
Exit Sub

gravaRegSRCerr:

MsgBox "Erro ao salvar arquivo. ", 48, "Erro"
On Error GoTo 0
Close numArq
Exit Sub

End Sub

'-----
' SALVAR ARQUIVO
'-----
Function SalvArquivo()

frmPrincipal.Common.CancelError = True
On Error GoTo ErrHandler

FileName = ""

'Configurações do CommonDialogs
frmPrincipal.Common.Flags = cdIOFNHideReadOnly
frmPrincipal.Common.Filter = "Todos os Arquivos|*.*|Documentos de Texto (*.txt)|*.txt"
frmPrincipal.Common.FilterIndex = 2

frmPrincipal.Common.ShowSave
FileName = frmPrincipal.Common.FileName

'Resolve o nome e local do arquivo
ArqName (FileName)

ErrHandler:
If Trim(FileName) <> "" Then
    SalvArquivo = True
Else
    SalvArquivo = False
End If

End Function

'-----
' SEPARA O NOME DO LOCAL
'-----
Function ArqName(path As String) As String

Dim tamanho As Integer

```

```
Dim i, j As Integer
Dim Aname, Bname, ArqLocal, aux As String

i = 0
aux = ""
tamanho = Len(path)

'Resolve o nome do arquivo
While aux <> Chr(92)
    aux = Mid(path, (tamanho - i), 1)
    Aname = Aname & Mid(path, (tamanho - i), 1)
    i = i + 1
Wend

For j = 1 To (Len(Aname)) - 1 Step 1
    Bname = Bname & Mid(Aname, (Len(Aname) - j), 1)
Next

'Resolve o Local do arquivo
tamanho = tamanho - Len(Bname)
ArqLocal = Mid(path, 1, tamanho)

FileName = Bname      'Nome do arquivo
FilePath = ArqLocal   'Local

End Function
```

ANEXO III

**PLANO DE ABORDAGEM DIDÁTICA PARA O SISTEMA DIDÁTICO DE
SENSORES DIGITAIS AGROAMBIENTAIS PARA TREINAMENTO EM
SUPORTE À TOMADA DE DECISÃO: PROJETO E CONFIGURAÇÃO.**

ÁREAS ENVOLVIDAS: INDÚSTRIA E SERVIÇOS**SUB-ÁREAS: ENGENHARIA MECÂNICA****ENGENHARIA ELÉTRICA****CIÊNCIAS AGRÁRIAS****AGRONOMIA****DISCIPLINAS:****1) ADMINISTRAÇÃO RURAL**

Elaboração e análise de custo de produção, análise da viabilidade econômica e social de projetos agropecuários, estudo de mercado dos produtos agropecuários.

2) FITOTECNIA

Análise e planejamento de várias culturas de importância econômica, fruticultura, pastagem e plantas medicinais.

I) COMPETÊNCIAS

- Desenvolver mecanismos de obtenção de dados agroclimáticos;
- Aplicar normas técnicas na elaboração de relatórios técnicos;
- Projetar sistemas de análise de risco climático;
- Oferecer suporte à tomada de decisão quanto aos tipos de culturas.

II) HABILIDADES

- Elaborar relatórios com dados agroclimáticos;
- Montagem de procedimentos práticos com o sistema didático;
- Análise de relatórios técnicos e operação do modelo para treinamento.

III) BASES TECNOLÓGICAS

- Operação com o Sistema Didático Climatológico;
- Aquisição e análise das informações dos sensores digitais e eletromecânicos;
- Configuração do software “Sistema de Registro Climático” para coleta de dados;
- Confecção de mapas de risco climático.

IV) METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS PARA DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS

- Apresentação teórica dos conceitos fundamentais envolvidos (eletrônica e eletromecânica dos sensores, programação da interface, configuração de software);
- Realização de experimentos práticos orientados ao suporte de assimilação das bases tecnológicas;

V) INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO DAS COMPETÊNCIAS

- V.1**
- Instrumento de Avaliação: trabalhos de pesquisas.
 - Critérios de Avaliação: capacidade de pesquisar, apresentação e organização do trabalho.
 - Evidência do Desempenho: Será satisfatório à medida que o aluno demonstre ter compreendido o assunto abordado.
- V.2**
- Instrumento de avaliação: trabalho prático.
 - Critérios de Avaliação: Conhecimento teórico para desenvolvimento de instrumentos de elaboração de mapas de risco climático.
 - Evidência do Desempenho: demonstrar a funcionalidade do processo.

VI) CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DAS BASES TECNOLÓGICAS

- a ser definido pelo docente da disciplina

VII) BIBLIOGRAFIA

- Tese de mestrado disponível no site <http://www.cefetsp.br>
- Livros de Ciências agrárias
- Banco de projetos da AGROTAU JR
- outras (a completar)

Autorizo cópia total ou parcial desta obra, apenas para fins de estudo e pesquisa, sendo expressamente vedado qualquer tipo de reprodução feita para fins comerciais sem prévia autorização específica do autor.

Autor: José Luiz Azzolino

Taubaté, novembro 2005.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)