



Relatório de Projeto

Sistema de Monitoramento Online de Transformadores

Controle de Versões			
Versão	Data	Autor	Notas da Revisão
01	22/02/2016	Carlos H. Barriquello	Primeira versão do documento

Sumário

1	Introdução	3
2	Objetivos.....	3
2.1	Geral	3
2.2	Específicos	3
3	Descrição geral	4
4	Especificação de aquisição dos dados.....	5
5	Hardware.....	7
6	Software de monitoramento embarcado (SIMONE)	8
6.1	Descrição da arquitetura de firmware	8
6.2	Projeto de firmware	9
6.3	Diagramas de funcionamento lógico do firmware.....	12
7	Softwares gráficos	15
7.1	Software de monitoramento online (SIMON).....	15
7.2	Software para desktop (IGSIMON).....	19
7.3	Interface para celulares e <i>tablets</i>.....	29
8	Instalação	31
9	Configuração	33
10	Operação	34
11	Manutenção	35
12	Atualização de firmware	36

1 Introdução

O presente projeto visa o desenvolvimento de um sistema de monitoramento online de um transformador incluindo software e hardware necessário bem como a transferência de toda a tecnologia utilizada no desenvolvimento do projeto incluindo, mas não se limitando, a componentes e firmware das placas, código-fonte do software de comunicação, de aquisição de dados, monitoramento, página WEB e aplicativos. A transferência de tecnologia deverá ser realizada de maneira oral (treinamento e apresentação) e documental através de esquemas, diagramas, lista de materiais e outros documentos de referência que se façam necessários para a assimilação da tecnologia e reprodução de resultados.

2 Objetivos

2.1 Geral

Desenvolvimento de um sistema de monitoramento online de um transformador.

2.2 Específicos

a) Desenvolver um equipamento de aquisição, armazenamento e comunicação de dados com: capacidade de comunicação de dados via interface RS-485 e protocolo de comunicação Modbus RTU para conexão a um medidor de energia, modelo PM210 da marca Schneider e a um controlador de temperatura, modelo TS da marca Treetech; capacidade de leitura de dois sensores mecânicos (analógicos) para monitoramento do estado instantâneo da válvula de alívio de pressão do transformador e do estado

do indicador de nível de óleo do transformador; capacidade de armazenamento de dados em cartão de memória tipo SD e capacidade de comunicação de dados via modem GSM/GPRS.

b) Desenvolver um sistema de servidor online para recepção, armazenamento e visualização de dados com: capacidade de comunicação de dados por protocolos HTTP, TCP e IP para conexão à internet, geração de página Web que poderá ser acessada de qualquer dispositivo capaz de acessar protocolos para web (tablets, smartphones, etc); capacidade para download/exportação dos dados armazenados em formato compatível com planilha eletrônica Microsoft Excel e capacidade para visualização gráfica dos dados armazenados no equipamento.

3 Descrição geral

Características principais do sistema de transmissão no transformador:

- Armazenamento de dados em memória SD como *backup* no equipamento.
- Transmissão sem fio via GPRS.
- Adequação das variáveis para transmissão por HTTP.

Características principais do servidor:

- Recepção dos dados do equipamento.
- Geração de página WEB para acesso.
- *Backup* dos dados em planilha Excel.

- *Software* com análise gráfica dos dados armazenados no servidor e com opção de visualização em tempo real.
- Taxa de atualização/aquisição a cada 30 segundos.

4 Especificação de aquisição dos dados

Os acessórios do transformador que deverão ser monitorados estão listados abaixo:

- Válvula de alívio de pressão, com dois contatos secos, sem tensão;
- Indicador de nível de óleo, com dois contatos secos, sem tensão;
- Medidor de energia, com saída RS-485 e protocolo de comunicação Modbus RTU;
- Controlador de temperatura, com saída RS-485 e protocolo de comunicação Modbus RTU.

Para os acessórios analógicos, com contatos secos, o monitoramento consiste em demonstrar o status destes acessórios que pode ser obtido através dos contatos secos.

- Válvula de alívio de pressão: o sistema de monitoramento deve indicar o status instantâneo da válvula e se ela teve alguma atuação por sobrepressão;
- Indicador de nível de óleo: o sistema de monitoramento deve indicar se o nível de óleo é máximo, mínimo ou intermediário;

Para os acessórios com saída RS-485 e protocolo de comunicação Modbus RTU, o sistema de monitoramento deverá fornecer de maneira remota os dados já

disponibilizados por eles localmente no *display* dos acessórios, e que estão listados abaixo.

- Medidor de Energia – PM210 – Marca Schneider: este dispositivo fornecerá ao sistema de monitoramento as seguintes grandezas:
 - Grandezas instantâneas:
 - Correntes,
 - Tensões;
 - Freqüência;
 - Potência Ativa;
 - Potência Aparente;
 - Potência Reativa;
 - Fator de Potência;
 - Valores de Energia
 - Energia Total;
 - Energia Reativa;
 - Energia Aparente;
 - Valores de Demanda
 - Corrente;
 - Potência Ativa, Reativa, Aparente;
 - Valores de Demanda Máxima
 - Corrente Máxima;
 - Potência ativa máxima;
 - Potência reativa máxima;
 - Potência aparente máxima;
- Controlador de Temperatura – TS – Marca Tretech: este equipamento fornecerá ao sistema de monitoramento as seguintes grandezas:
 - Temperatura do óleo isolante;
 - Temperatura do enrolamento;

5 Hardware

O sistema de monitoramento é composto pelos seguintes elementos de hardware:

- 1- Placa controladora Atmega 2560.
- 2- Placa com conector para cartão SD.
- 3- Placa de interface RS485.
- 4- Placa de interface RS232, conectores “borne” para sensores mecânicos e LEDs de indicação.
- 5- Modem GPRS e antena.
- 6- Cabo RS232 e cabo de alimentação.

Os diversos elementos de hardware estão interconectados conforme diagrama abaixo:

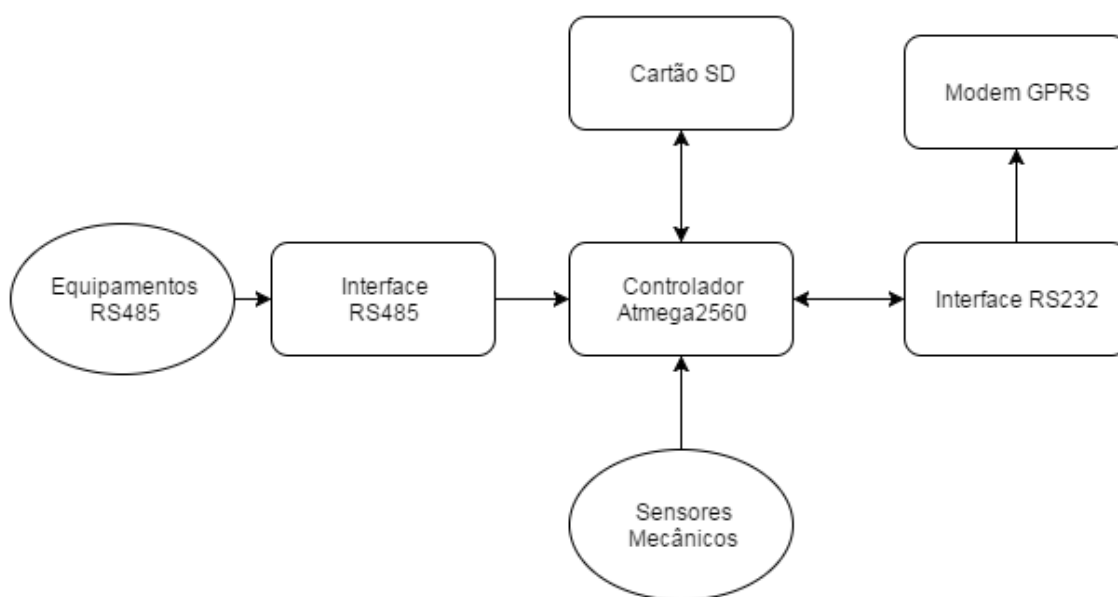


Figura 1 – Diagrama de conexão dos componentes de hardware

6 Software de monitoramento embarcado (SIMONE)

O software embarcado (firmware) foi projetado seguindo modelo de camadas convencional, totalizando 4 camadas, conforme ilustrado abaixo:

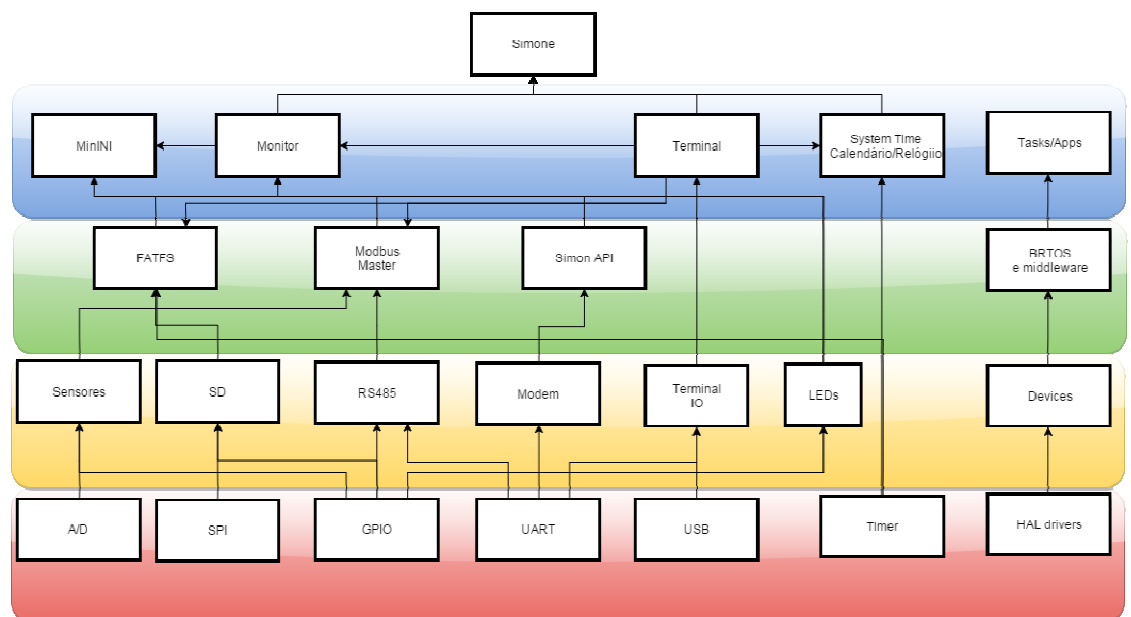


Figura 2 – Arquitetura em camadas de firmware

6.1 Descrição da arquitetura de firmware

1. Camada HAL drivers - camada de abstração de hardware (HAL) que contém *drivers* para acesso aos periféricos do controlador. Os seguintes periféricos são utilizados.
 - a. GPIO – entradas e saídas digitais de propósito geral. Utilizado para acionamento de LEDs e leitura de sensores.

- b. SPI – comunicação serial síncrona para periféricos, como cartão SD.
 - c. UART - comunicação serial assíncrona para comunicação com periféricos RS485 e modem.
 - d. A/D – entradas analógicas com conversão para valores digitais.
 - e. Timer – contador de tempo para funções de temporização, como relógio do sistema, alarmes e atrasos.
- 2. Camada de dispositivos (devices) – contém as implementações para acesso através de *drivers* aos dispositivos periféricos externos, como cartão SD, RS485, modem, terminal de comandos e sensores.
 - 3. Camada de sistema – contém as implementações relativas ao sistema operacional de tempo real (RTOS) e bibliotecas de middleware para sistemas de arquivos (FAT), protocolo Modbus RTU e protocolo HTTP para comunicação com sistema de monitoramento (SIMON)
 - 4. Camada de tarefas/aplicações – contém as implementações da lógica do sistema de monitoramento, incluindo configuração, terminal de comandos, sincronização, relógio, leitura dos equipamentos e sensores, processamento, armazenamento e transmissão de dados.

6.2 Projeto de firmware

O projeto de firmware foi realizado no ambiente integrado (IDE) Atmel Studio 7. Atmel Studio é disponibilizado pela empresa Atmel, gratuitamente, no endereço: www.atmel.com/Microsite/atmel-studio.

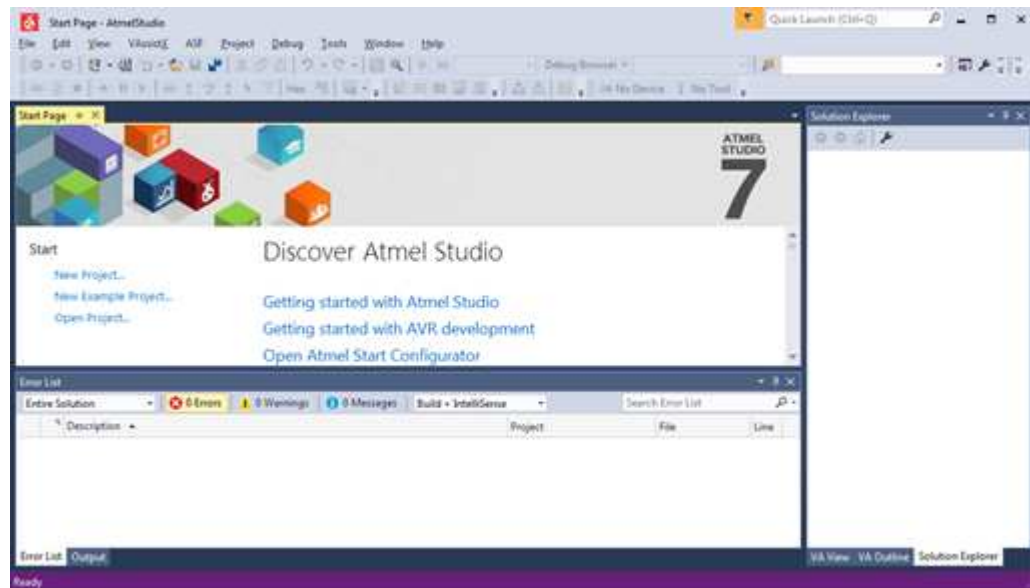


Figura 3 – IDE Atmel Studio 7

6.2.1 Instruções para abrir o projeto de firmware

Para abrir o projeto, deve-se dar um duplo clique no arquivo “arduino-simone.atsln” que se encontra no diretório “arduino”.

6.2.2 Instruções para compilar o projeto de firmware

Na janela “Solution Explorer” é possível explorar o código-fonte do projeto, navegando pelos arquivos *.c e *.h que contém a implementação do projeto em linguagem C.

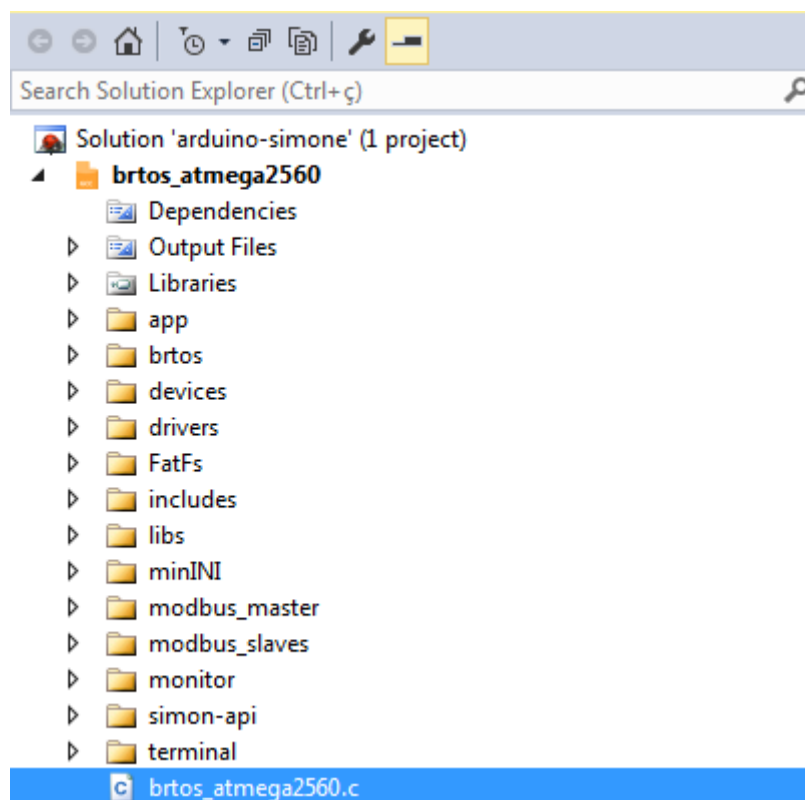


Figura 4 – Organização do projeto de firmware

Para compilar o projeto, deve-se clicar em “Build – Build Solution” ou pressionar a tecla F7. O arquivo binário “*.hex” será gerado na pasta do projeto, com o mesmo nome do projeto. Ex.: (“brtos_atmega2560/ brtos_atmega2560.hex”). Este arquivo deve ser, então, gravado na memória do controlador, seguindo as instruções da seção “Como atualizar o firmware”.

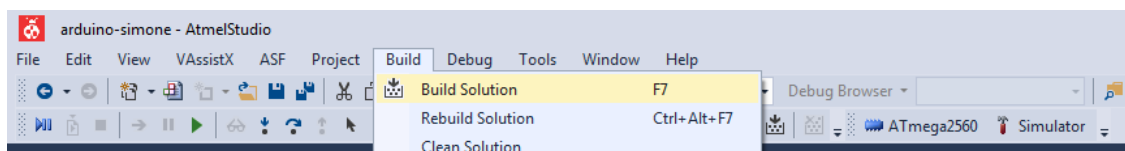


Figura 5 – Compilação do projeto de firmware

6.3 Diagramas de funcionamento lógico do firmware

O funcionamento lógico do firmware é dividido em tarefas ou aplicações. São três tarefas principais, as quais são executadas após a inicialização do firmware e gerenciadas pelo sistema operacional de tempo real (RTOS). As tarefas são as seguintes:

- **Monitor:** tarefa que realiza a leitura dos equipamentos e sensores, armazenamento dos dados em arquivos e transmissão dos dados para o sistema de monitoramento online.
- **Relógio:** tarefa que mantém o relógio do sistema, o calendário e é responsável pela sincronização do sistema.
- **Terminal:** tarefa que executa os comandos recebidos pelo terminal, para depuração, monitoramento e informações de status do sistema.

A seguir apresentam-se diagramas de funcionamento de cada tarefa.

6.3.1 Monitor

A tarefa “monitor” é dividida em duas subtarefas: “escritor” e “leitor”. A subtarefa “escritor” realiza a aquisição dos dados dos equipamentos e sensores e os armazena em arquivos. E, a subtarefa “leitor” faz a leitura dos arquivos com os dados e o envio dos dados ao sistema de monitoramento online.

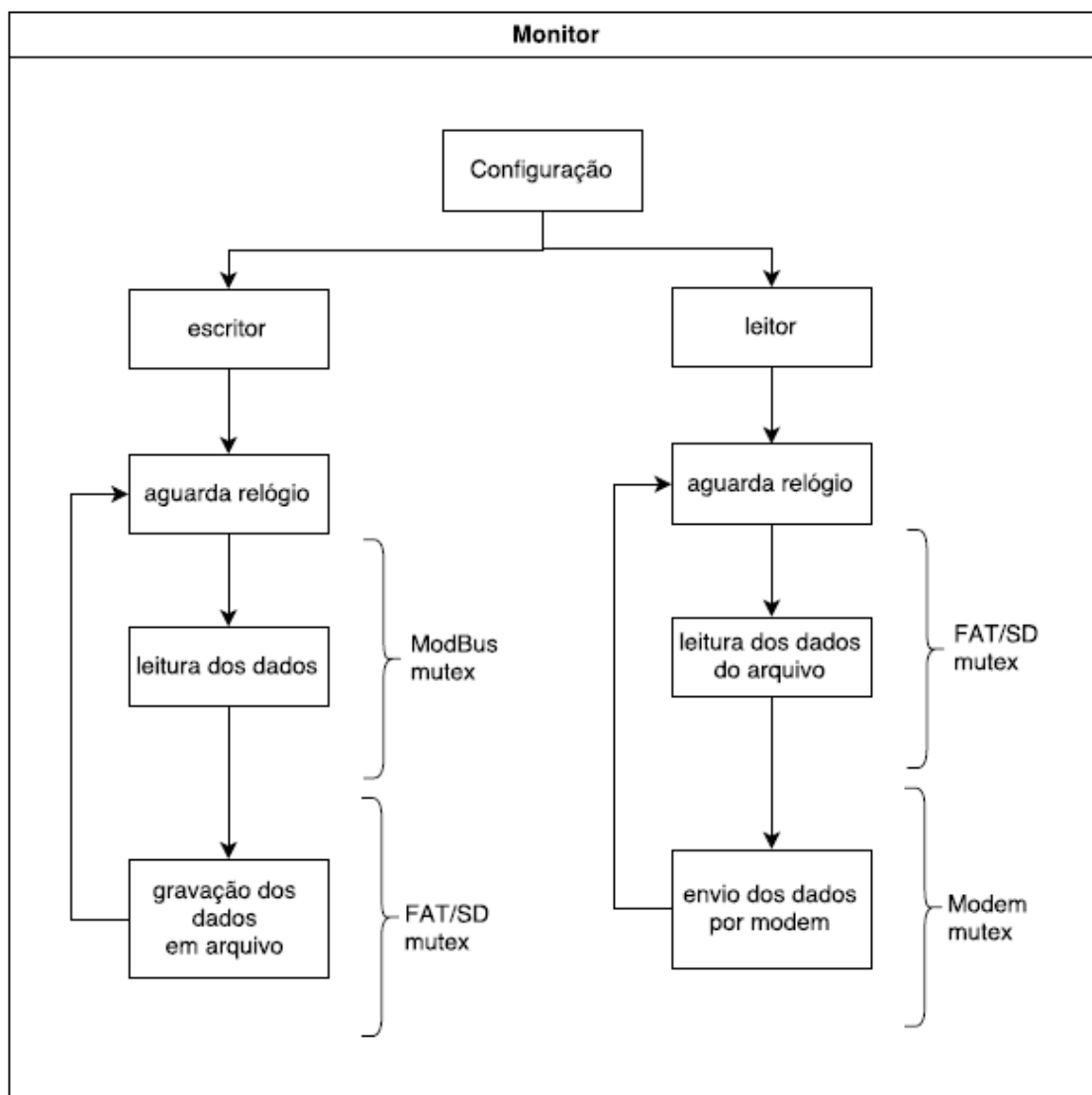


Figura 6 – Diagrama de funcionamento da tarefa “Monitor”.

6.3.2 Relógio

A tarefa “relógio” mantém o cão-de-guarda (*watchdog*), bem como atualiza o relógio e o calendário a cada evento do temporizador.

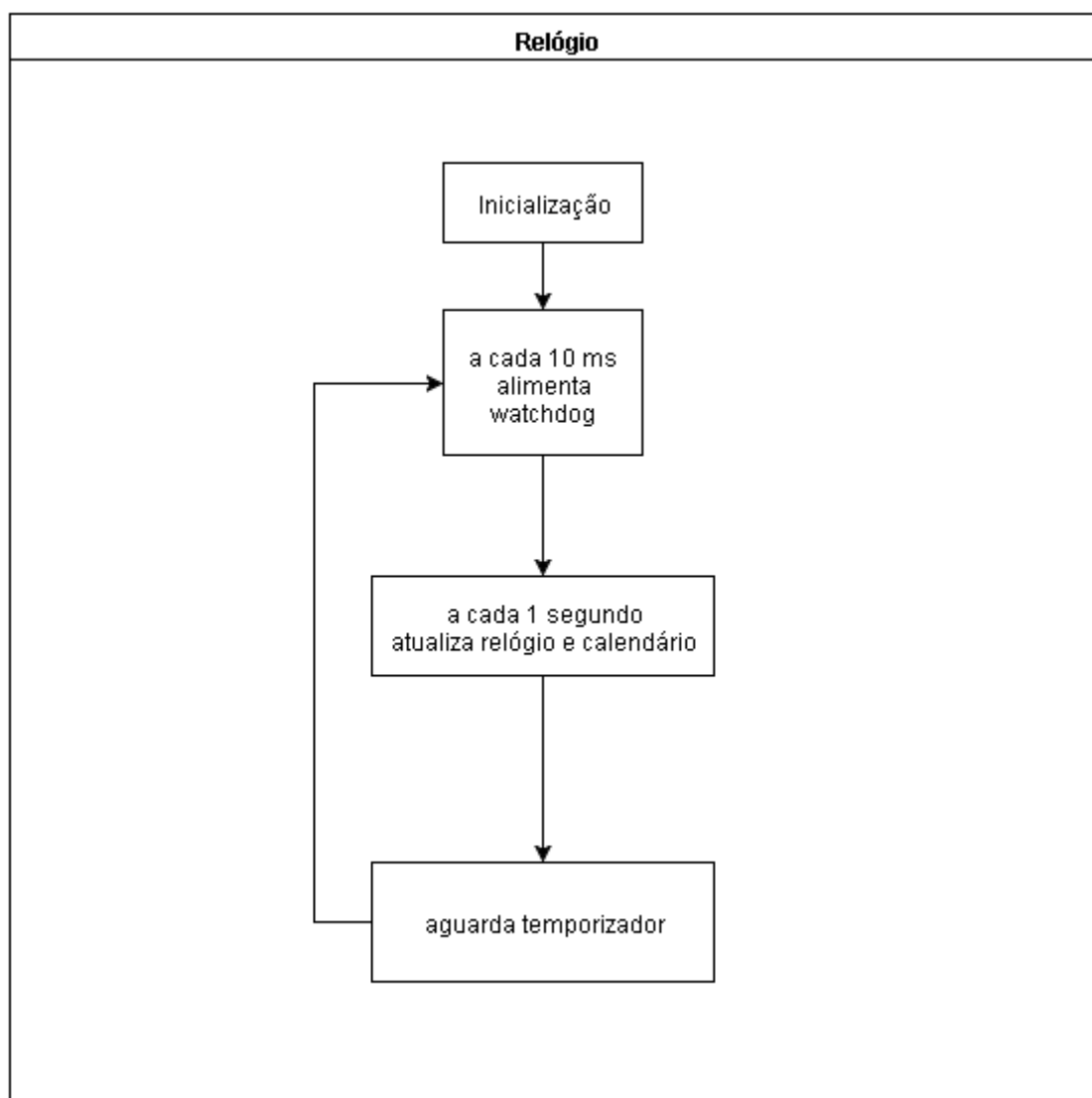


Figura 7 – Diagrama de funcionamento da tarefa “Relógio”.

6.3.3 Terminal

A tarefa “terminal” aguarda comandos digitados pelo usuário, verifica se o comando se encontra em sua tabela de comandos e, caso o encontre, então o executa.

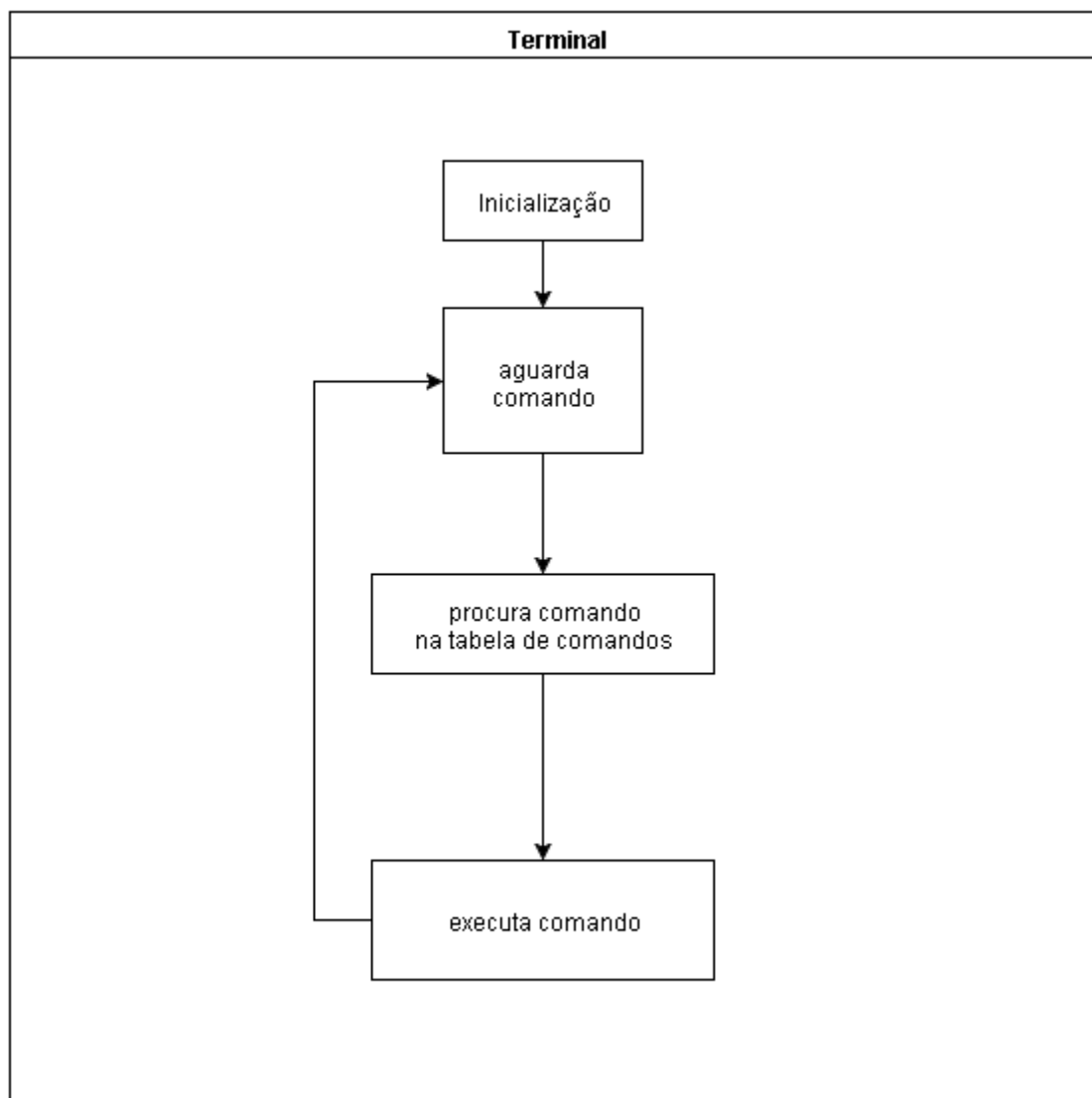


Figura 8 – Diagrama de funcionamento da tarefa “Terminal”.

7 Softwares gráficos

7.1 Software de monitoramento online (SIMON)

O sistema de monitoramento online (SIMON) é baseado no *framework* EmonCMS. Este *framework* foi desenvolvido em linguagem PHP e Javascript com banco de dados MySQL. Ele utiliza uma API HTTP

REST com formato JSON para recepção de dados e realiza o processamento e o armazenamento dos mesmos em arquivos locais (via PHP) ou em banco de dados (via MySQL). Também possui interface para visualização dos dados. Além disso, este *framework* é modular e expansível.

Para acessar o SIMON, o usuário deve entrar com nome de usuário e senha, os quais são gerados no primeiro acesso ao sistema.

A login form with a light gray background. It contains two text input fields: the first is labeled 'Username:' and the second is labeled 'Password:'. Below the password field is a checkbox labeled 'Remember me'. At the bottom left of the form is a blue button with the text 'Login' in white.

Figura 9 – Tela de entrada do sistema de monitoramento online.

No projeto foi desenvolvido um novo módulo para recepção dos dados (módulo “monitores”) que realiza a recepção dos dados em lote e a formatação dos dados de acordo com o mapa de registradores Modbus para cada equipamento. Um exemplo de equipamento do módulo “Monitores” pode ser visto abaixo:

Monitor 2	Medidor TS	74s atrás	
	Unix_time	1456921998 s	Config ↗
	Slave	2	Config ↗
	Entradas	22 b	Config ↗
	Ano	0 a	Config ↗
	Mes	0 m	Config ↗
	Dia	0 d	Config ↗
	Horas	18 h	Config ↗
	Minutos	47 m	Config ↗
	Segundos	37 s	Config ↗
	Temperatura_oleo	0.0	log Config ↗
	Temperatura_enrolamento	0.0	log Config ↗
	Temperatura_RTD2	0.0	Config ↗
	Temperatura_RTD3	0.0	Config ↗
	Temperatura_maxima_oleo	0.0	Config ↗
	Temperatura_maxima_enrolamento	0.0	Config ↗

Figura 10 – Tela de monitores do sistema de monitoramento online.

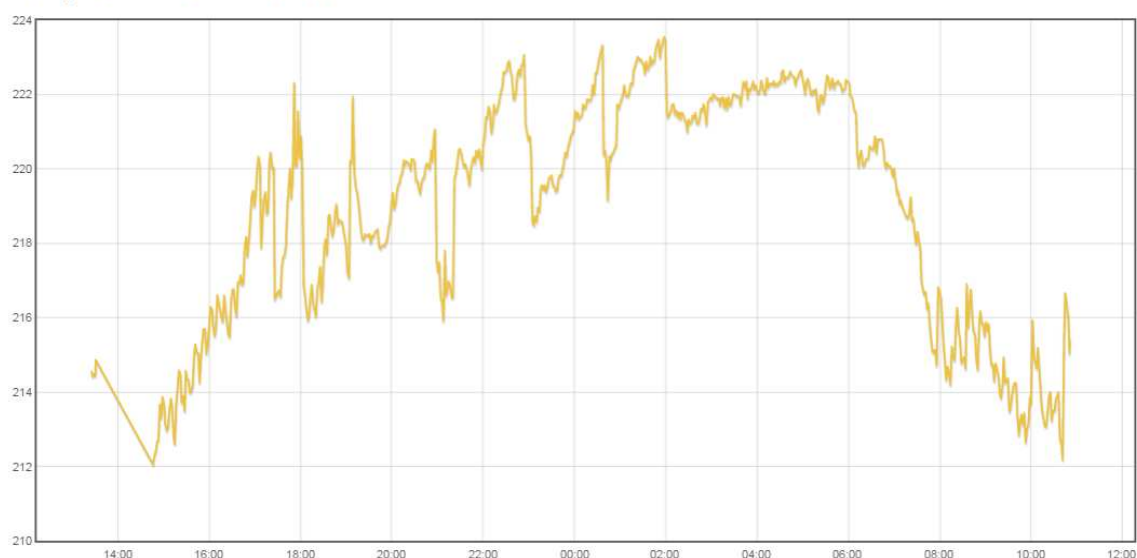
Os dados são armazenados em arquivos, denominados feeds e podem ser visualizados ou exportados para planilhas no formato Excel, conforme mostrado na figura:

Feeds										
NoGroup										
Id	Name	Tag	Datatype	Engine	Public	Size	Updated	Value		
1	fTE	null	REALTIME	PHPTIMESERIES	🔒	119kb	89s ago	0.00	✎	📄
2	fTO	null	REALTIME	PHPTIMESERIES	🔒	119kb	89s ago	0.00	✎	📄
3	fVen	null	REALTIME	PHPTIMESERIES	🔒	19.5kb	50s ago	214	✎	📄
4	fVbn	null	REALTIME	PHPTIMESERIES	🔒	19.5kb	50s ago	214	✎	📄
5	fVan	null	REALTIME	PHPTIMESERIES	🔒	120kb	50s ago	214	✎	📄

Figura 11 – Tela de feeds do sistema de monitoramento online.

Ao clicar no ícone de visualização, pode-se visualizar os dados armazenados graficamente:

Graph Raw Data: fVbn

Figura 12 – Visualização dos dados salvos em um *feed*.

Ao clicar no ícone de exportação de dados, pode-se selecionar um período de exportação (data e hora de início e fim) e realizar o download dos dados em planilha Excel (.xls).

CSV export:

Selected feed: null: fVbn

Select the time range and interval that you wish to export:

Start date & time: End date & time:

Interval: Timezone (for day export):

Estimated download size: 0kB

Feed intervals: if the selected interval is shorter than the feed interval the feed interval will be used instead

Averages are only returned for feed engines with built in averaging.

	A	B	C
1	time	value	
2	1456849530	214.58	
3	1456849560	214.90	
4	1456849590	215.11	
5	1456849620	214.42	
6	1456849650	214.65	
7	1456849680	214.46	
8	1456849710	214.43	
9	1456849740	214.49	
10	1456849770	214.83	
11	1456849800	214.74	
12	1456849830	214.44	
13	1456849860	214.87	
14	1456854377	212.06	
15	1456854407	212.00	
16	1456854437	212.00	
17	1456854467	212.27	
18	1456854497	212.48	

Figura 13 – Download dos dados salvos em um *feed* em formato .xls.

7.2 Software para desktop (IGSIMON)

7.2.1 Descrição

O software para desktop, denominado IGSIMON (Interface Gráfica para o Sistema de Monitoramento Online) é uma interface gráfica para o sistema de monitoramento que permite apresentar as informações relevantes de forma gráfica a fim de facilitar a operação e o planejamento referentes ao transformador a ser monitorado. Possuindo uma versão para computadores de mesa ou notebooks e uma versão para telefones celulares e tablets, o aplicativo permite que as condições de funcionamento do transformador sejam acompanhadas pela equipe técnica tanto na central de controle e monitoramento quanto fora das instalações da empresa. Através de chaves de segurança, o aplicativo restringe o acesso às informações do transformador à equipe técnica e restringe as configurações do aplicativo ao responsável.

7.2.2 Requisitos de sistema

- Microsoft .NET Framework 4.0.
- 2 GB de memória RAM.
- Processador de 2.0 GHz.

7.2.3 Tela Inicial

A tela inicial do aplicativo, exibida na Figura 1, o operador insere seus dados de autenticação (nome de usuário e senha) e seleciona a interface desejada:



Figura 14 – Interface de autenticação

- Modo Online: visualiza as informações mais recentes do transformador, atualizando automaticamente a cada 15 segundos.
- Modo Offline: visualiza as informações do transformador referentes ao período indicado, permitindo visualizar as informações em detalhes.
- Modo de comparação: permite ao operador comparar uma informação entre dois intervalos de mesmo comprimento, exibindo detalhes dos dois intervalos.
- Modo configuração: permite ao administrador visualizar a configuração, alterar a configuração, inserir novos usuários e trocar as senhas de outros usuários.

Caso o usuário não tenha permissão para alteração de alteração de configurações, o sistema não permitirá o acesso à interface de configuração.

Após o encerramento de uma das interfaces citadas anteriormente é apresentada ao usuário a tela de autenticação, mas não é necessária uma nova autenticação.

7.2.4 Interface Online

A interface online permite acompanhar as últimas leituras enviadas pelo sistema de monitoramento online,

além disso, permite visualizar as informações de um intervalo de tempo arbitrário em gráficos. Essa interface busca as informações no servidor Web, armazena em um banco de dados local e apresenta na tela. A interface de monitoramento em tempo real é exibida na Figura 2.

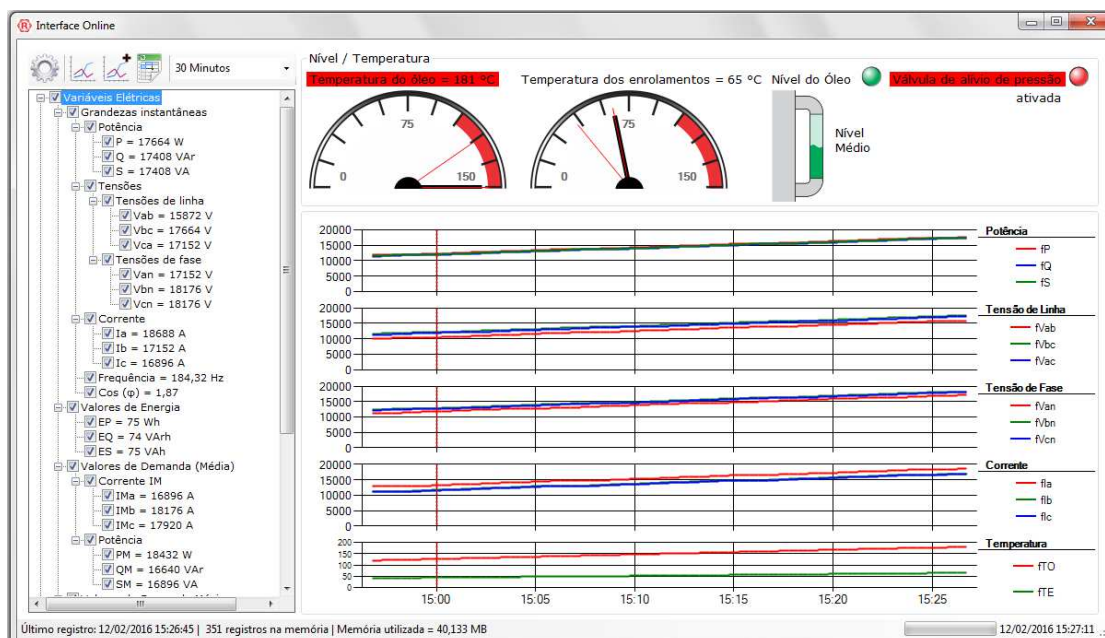


Figura 15 – Interface Online.

A interface Online apresenta uma barra de ferramentas que permite o acesso rápido às outras interfaces. O primeiro botão da barra de ferramentas permite acessar a tela de configurações, caso o usuário tenha permissão para alterar as configurações, o segundo botão da barra de ferramentas permite o acesso à interface Offline, o terceiro botão da barra de ferramentas permite que o usuário acesse o modo de comparação, o quarto botão permite que as informações dos gráficos sejam exportadas.

Os dados podem ser exportados como planilhas de dados XLSX, arquivo de dados CSV ou imagens no formato BMP, JPG ou PNG. No formato XLSX, todas as medições armazenadas referentes ao intervalo indicado são exportadas no formato de planilha de dados com a data no formato data e hora. No formato CSV, os dados

são salvos de forma semelhante, porém a data é salva no formato Unix time. Nos formatos BMP, JPG e PNG, é salva uma imagem, no formato especificado, contendo apenas o gráfico apresentado.

Ao lado do quarto botão existe uma caixa de seleção que permite escolher o tamanho da janela de tempo. O usuário pode escolher o tamanho da janela de tempo em minutos, horas, dias ou semanas. O programa limita o número de informações em até 20.160 registros, equivalente a uma semana de informações espaçadas de 30 segundos. Essa limitação foi imposta com a finalidade de melhorar o desempenho do programa. É aconselhável utilizar uma janela de tempo reduzida, a fim de reduzir o tempo de carregamento das informações ao iniciar o programa, é razoável a utilização de uma janela de tempo entre quinze minutos e um dia. É importante destacar que a janela de tempo é relativa ao horário da última medição disponível.

Abaixo da barra de ferramentas é apresentada uma lista contendo as medições mais recentes do transformador. O horário dessas informações é apresentado abaixo, na barra de status. É possível ocultar gráficos desmarcando as opções correspondentes na lista. Para evitar equívocos por parte do operador, ao remover todos os gráficos de uma categoria, a interface mantém a área de gráfico correspondente vazia e os gráficos não são realocados.

Ao lado da lista das medições é exibido um quadro contendo a exibição gráfica das temperaturas, nível do óleo e situação da válvula de alívio de pressão. Esse quadro é chamado de quadro de alertas, e ali são exibidos alertas visuais sobre qualquer violação de limites de qualquer variável, por exemplo, quando a temperatura do óleo isolante ultrapassa 105 °C, a informação é apresentada, com a cor de fundo alternando entre vermelho e amarela, representando que a informação está “piscando”.

Abaixo do quadro de alertas é apresentado o quadro de gráficos. Nesse quadro são apresentados os gráficos das variáveis instantâneas mais relevantes (potência, tensão, corrente e temperatura). Os gráficos são separados por categoria, por exemplo, o gráfico de tensão de linha é separado do gráfico de tensão de fase e o gráfico da temperatura dos enrolamentos é exibido junto ao gráfico de temperatura do óleo isolante. Para facilitar a visualização, é possível ampliar selecionar uma região dos gráficos para visualizar em detalhes.

Na barra inferior, chamada de barra de status, é apresentado o horário da última informação, o número de registros armazenado na memória volátil, a quantidade global de memória utilizada pelo programa, uma barra de progresso utilizada ao carregar as informações e o horário atual (do computador local).

7.2.5 Interface Offline

A interface Offline, exibida na Figura 3 permite analisar as informações de um determinado período anterior ao último registro armazenado no banco de dados local. Esta interface não faz nenhuma comunicação com o servidor Web.

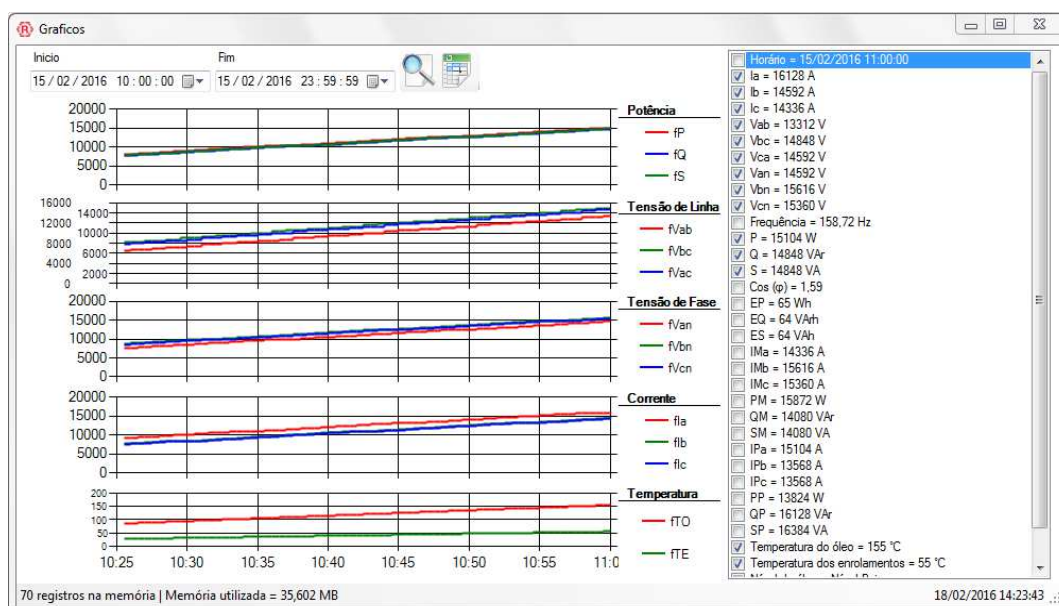


Figura 16 – Interface Offline

No primeiro e no segundo campo são informados o início e o final do intervalo a ser destacado, respectivamente. A interface Offline possui uma barra de ferramentas com um botão para realizar a consulta e um botão para exportar as informações referentes ao intervalo selecionado.

Os dados podem ser exportados como planilhas de dados XLSX, arquivo de dados CSV ou imagens no formato BMP, JPG ou PNG. No formato XLSX, todas as medições armazenadas referentes ao intervalo indicado são exportadas no formato de planilha de dados com a data no formato data e hora. No formato CSV, os dados são salvos de forma semelhante, porém a data é salva no formato Unix time. Nos formatos BMP, JPG e PNG, é salva uma imagem, no formato especificado, contendo apenas o gráfico apresentado.

Abaixo da barra de ferramentas é apresentada a tela de gráficos, onde são exibidas curvas dos dados armazenados referentes ao intervalo selecionado.

Ao lado dos gráficos é exibido um quadro contendo as informações do último ponto do intervalo, incluindo as variáveis não apresentadas nos gráficos. Ao marcar ou desmarcar alguma *checkbox* o gráfico respectivo é exibido ou ocultado. É importante ressaltar que apenas as variáveis instantâneas de potência, tensão eficaz, corrente eficaz e temperatura são apresentadas nos gráficos. Ao clicar em qualquer ponto do gráfico, o quadro lateral apresenta os valores referentes ao ponto imediatamente anterior ao apresentado no gráfico.

Por se tratar de uma interface que busca os dados de forma local, não há limitação na quantidade de informações a buscar. É importante ressaltar que uma quantidade muito grande de informações pode levar à utilização de memória virtual, o que pode levar a interface a um estado de lentidão. Recomenda-se limitar o intervalo de tempo em poucos meses.

Para facilitar a visualização, é possível ampliar selecionar uma região dos gráficos para visualizar com melhores detalhes.

7.2.6 Interface de comparação

A interface de comparação, apresentada na Figura 4, permite visualizar uma grandeza em dois intervalos de mesmo comprimento. O objetivo principal dessa interface é exibir uma variável em dois intervalos diferentes de forma sobreposta.

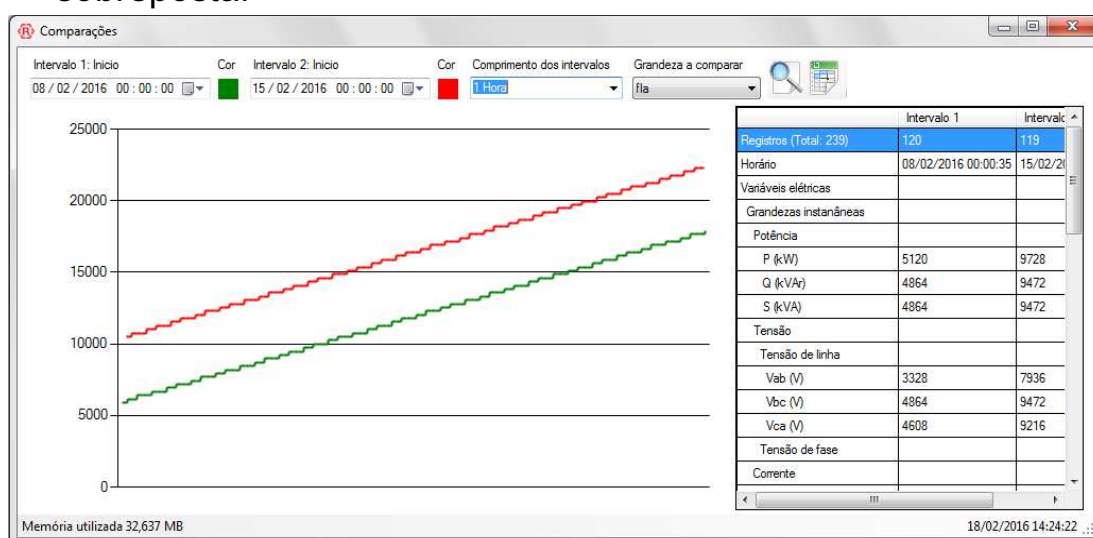


Figura 17 – Interface de comparação.

Na parte superior da interface de comparação, o operador informa a data e hora do início de dois intervalos, o comprimento dos intervalos e a grandeza a analisar. Adicionalmente é possível selecionar outras cores para as curvas. Após a configuração das informações relativas aos dois intervalos o usuário seleciona a opção “buscar” que fica ao lado da definição do nome da grandeza a comparar. Neste momento o programa busca as informações armazenadas no banco de dados local e exibe na tela em um gráfico. O eixo horizontal do gráfico não apresenta escala, visto que os intervalos não deveriam ter o mesmo horário inicial. Para facilitar a visualização, é possível

ampliar selecionar uma região dos gráficos para visualizar em detalhes.

Ao lado do botão “buscar” existe um botão para exportar as informações. As informações podem ser exportadas como um arquivo XLSX ou CSV, contendo as informações apresentadas na tabela lateral ou como um arquivo de imagem BMP, JPG ou PNG, contendo o gráfico com ambas as curvas.

Ao lado do gráfico é apresentada uma tabela contendo todas as informações do último ponto do gráfico. Ao clicar em qualquer ponto do gráfico a tabela passa a apresentar as informações imediatamente anteriores àquela onde o usuário posiciona o cursor.

7.2.7 Interface de configuração

A interface de configuração é dividida em duas abas: configurações do servidor Web e configurações dos usuários. A interface de configuração só pode ser acessada pelo técnico responsável pelo programa, outros usuários não terão acesso à interface de configuração.

1. Configurações relacionadas ao servidor Web

Na interface de configurações relacionadas ao servidor Web, apresentada na Figura 5, o técnico responsável informa o endereço do servidor Web, a chave de autenticação “Write APIKEY” e os nomes das variáveis correspondentes às grandezas adequadas.

Figura 18 – Interface de configuração – tela feeds do servidor Web.

Após informar o endereço do servidor Web e a chave de autenticação “Write APIKEY”, o operador seleciona a opção “carregar” e o programa busca a lista dos feeds, preenchendo as listas de seleções dos nomes das variáveis, dessa forma, reduzindo a probabilidade de erro de configuração. É importante destacar que essas informações necessitam ser configuradas corretamente, visto que o programa utilizará os nomes dos feeds em todas as interfaces, no banco de dados e nos arquivos exportados em XLSX e em CSV. Assim, qualquer mudança de nome de feed deverá ser acompanhada da remoção de todo o banco de dados.

2. Configurações relativas ao acesso às informações

Na tela “Criar usuário/Trocar senha”, apresentada na Figura 6, é possível que sejam inseridos novos usuários e que a senha de qualquer usuário seja modificada. Essa tela só pode ser acessada pelo responsável pelo transformador.

Figura 19 – Interface de configuração – tela senhas dos usuários.

Para criar um novo usuário ou trocar a senha de qualquer usuário é necessário inserir a senha responsável pelo transformador, o nome de usuário a criar ou o nome do usuário a ter sua senha modificada e inserir a nova senha duas vezes (para reduzir a probabilidade de erro de digitação) e selecionar a opção “Criar usuário/Trocar senha”. Se o nome de usuário inserido existir no banco de dados, será feita a troca da senha, se não, será criado um novo usuário com o nome informado.

3. Primeira utilização do programa

No momento da primeira utilização do programa, é apresentada uma tela para criar um usuário com permissão de acessar a tela de configurações. Apenas um usuário terá acesso à tela de configurações e não será possível delegar tal responsabilidade para outros usuários.

Após a criação do usuário com acesso às configurações, será exibida a tela de configurações para que sejam

inseridas as informações referentes ao servidor Web. Após essa etapa, será exibida a tela de autenticação e o programa poderá ser utilizado normalmente.

7.3 Interface para celulares e *tablets*

A interface para celulares e tablets opera apenas no modo online, e permite a visualização das variáveis atualizadas em uma tabela ou a visualização de um gráfico contendo uma variável com uma janela de tempo reduzida, limitada em uma hora.

7.3.1 Tela inicial

A tela inicial do aplicativo para celulares e tablets, apresentada na Figura 7, tem como o objetivo configurar o programa com o endereço do servidor Web e a chave de autenticação “Read APIKEY”. É importante destacar que tais informações serão salvas para a próxima execução do aplicativo.



Figura 20 – Tela Inicial – Configurações.

Após selecionar a opção “Abrir interface”, o aplicativo exibirá a tela principal do aplicativo.

7.3.2 Tela principal

Na tela principal do aplicativo, apresentada na Figura 8, é exibida uma tabela com todos os feeds associados com a

chave de autenticação fornecida. As informações apresentadas serão sempre as mais recentes, porém a atualização das informações da tabela deverá ser feita de forma manual.

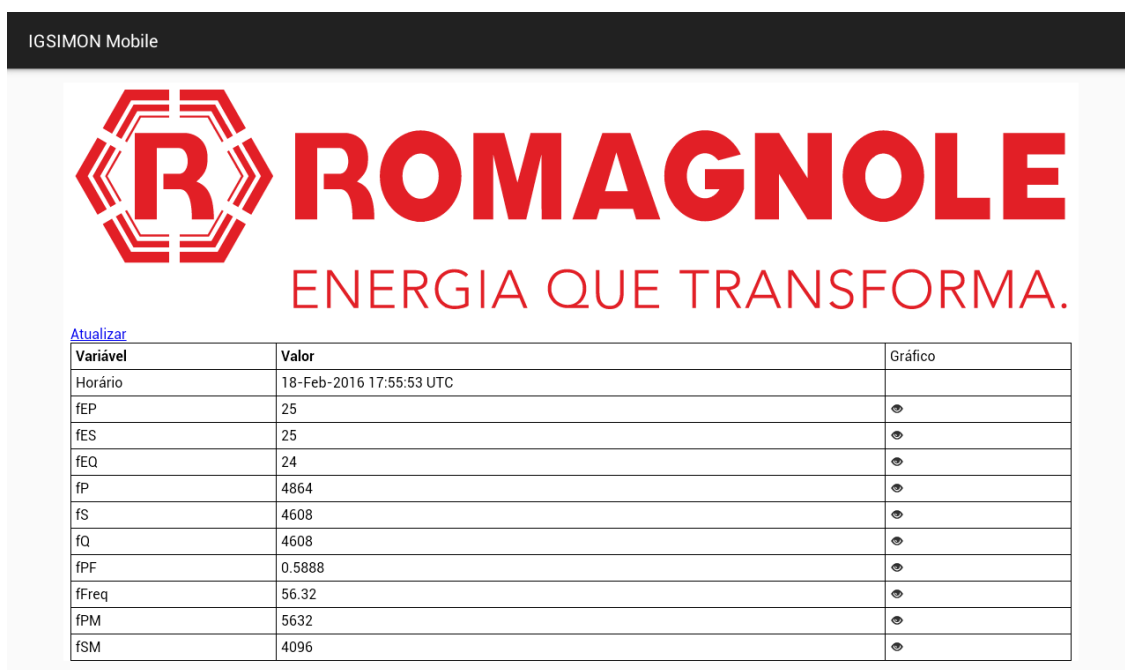


Figura 21 – Tela Principal – Tabela.

As informações serão exibidas com o nome do feed. Ao selecionar o ícone da coluna “Gráfico”, a interface apresentará a tela de gráficos com o gráfico do feed correspondente. Para retornar à tela principal, basta utilizar o botão voltar do equipamento.

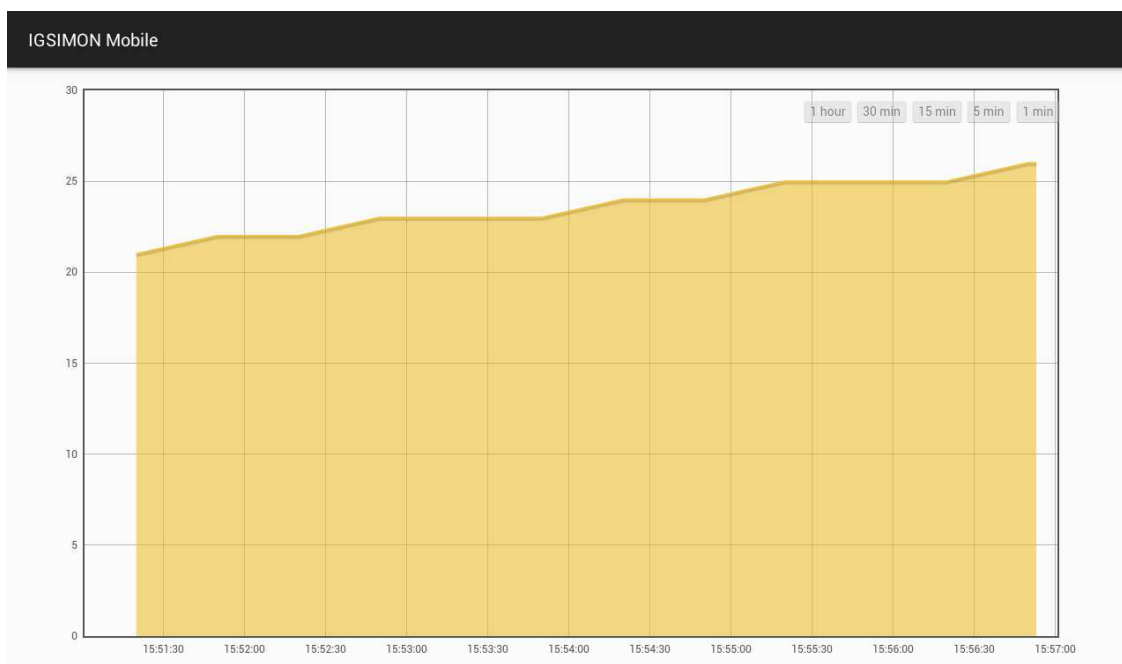


Figura 22 – Tela de Gráficos.

8 Instalação

O sistema é composto de 4 placas, sendo estas um Arduino Mega e 3 shields para o mesmo, além do modem GPRS e os sensores a serem conectados. As placas devem ser conectadas em pilha, de acordo com a imagem abaixo, sendo a placa 1 em baixo e a 4 no topo.

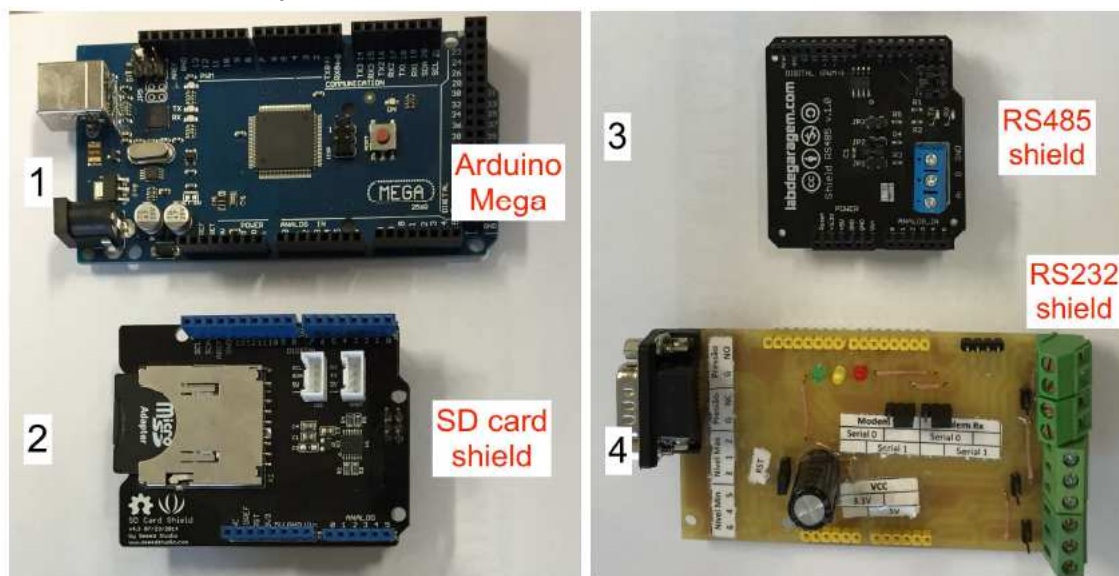


Figura 23 – Arduino e Shields

No Arduino Mega, deve ser gravado o firmware, de acordo com a seção “Atualização de Firmware”. Na placa 2, deve ser inserido um cartão SD com o arquivo de configuração, de acordo com a seção “Configuração”. Na placa 3, RS485 shield, deve ser conectado o medidor de energia, seguindo a indicação A e B, que devem ser conectados à interface RS485 do medidor de energia, nos pinos + e – respectivamente.

A placa 4, RS232 shield, deve ser usada para conectar o modem GPRS ao sistema, além dos sensores de nível de óleo e da válvula de alívio de pressão do transformador. O modem GPRS é interligado ao sistema através do conector DB9 da placa, sendo ligado ao conector “Config” do modem.

O sensor de nível de óleo possui pinos numerados de 1 a 6, os quais devem ser conectados à placa 4 de acordo com a indicação em cima da mesma. Já o sensor de alívio de pressão possui duas conexões com indicação “NC” e duas conexões com indicação “NO”, porém o sistema utiliza apenas uma de cada, ficando livre a escolha de qual vai ser utilizada. Também existem indicações em cima da placa sobre como deve ser feita essa conexão, onde “G” significa GND (ou comum), e deve ser ligado em um lado do conector do sensor, enquanto o outro lado deve ser ligado no respectivo conector “NO” e “NC”.

O RS232 shield também possui alguns jumpers de configuração, conforme listado:

- VCC: seleciona a tensão de operação da placa. No caso do uso do Arduino Mega, deve ser 5V.
- RST: evita que a placa efetue reset ao se conectar na porta Serial da mesma. Deve estar sempre conectado, exceto durante a gravação do firmware.
- Serial: seleciona se o modem irá se comunicar através da Serial 0 ou Serial 1 do Arduino. O sistema está configurado para utilizar a Serial 1.

Um cabo também deve ser conectado nos pinos TX1 e RX1 do Arduino Mega, sendo estes ligados respectivamente aos pinos Tx e Rx da porta Serial 1 na placa 4.

Mais detalhes são mostrados na imagem abaixo.

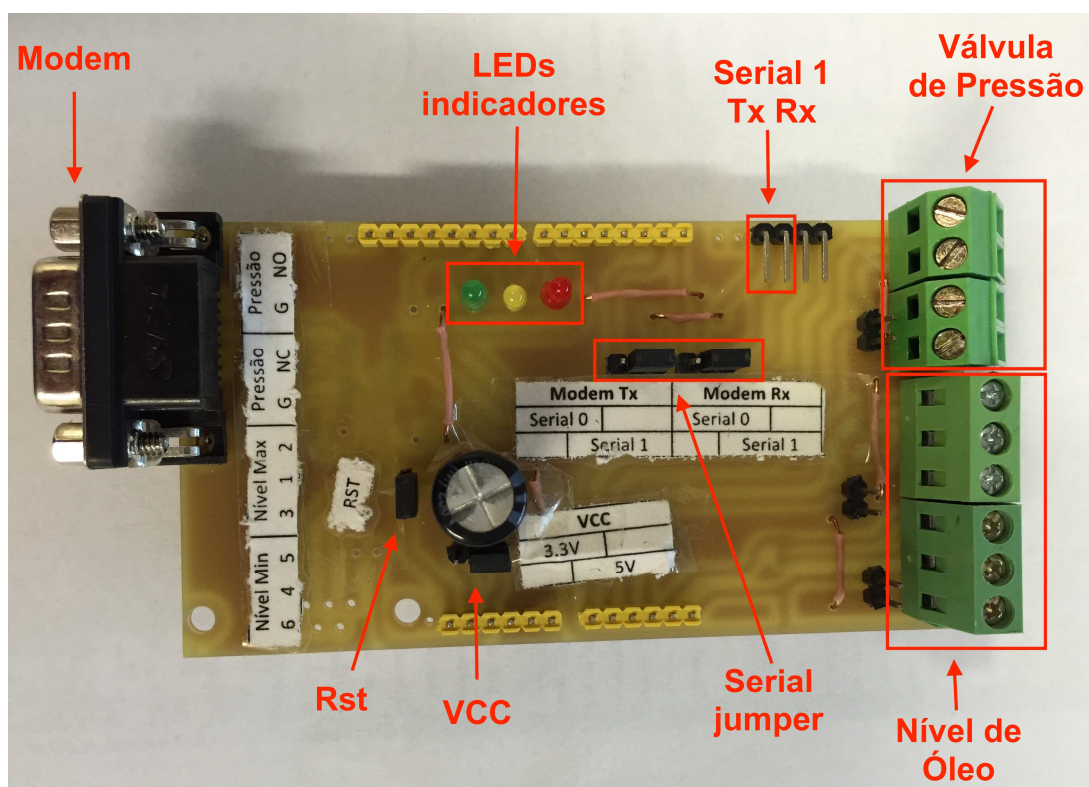


Figura 24 – RS232 Shield

9 Configuração

A configuração do sistema é dada por um arquivo chamado “config.ini”, que pode ser encontrado na documentação do projeto. Tal arquivo deve ser copiado para um cartão SD formatado em FAT32. Neste arquivo de configuração é determinado o servidor para qual o sistema vai enviar os dados, assim como a chave para acesso do servidor (API key) e os dados da operadora do chip utilizado no modem GPRS. Aqui também são definidos os monitores, que irão realizar a leitura dos sensores. Um exemplo de arquivo de configuração é mostrado na figura abaixo.

```

1  [Config]
2  num_monitores = 2
3  simon_server = emon-gpsnetcms.rhcloud.com
4  simon_ip = 54.173.137.93
5  api_key = 90a004390f3530d0ba10199ac2b1ac3d
6  gprs_apn = tim.br,tim,tim
7  # codigo 0=NULO, 1=PM210, 2=TS, 3=T500, ...
8
9  [Monitor]
10 slave = 0
11 codigo = 0
12 nome = mon0
13 intervalo = 30
14 tamanho = 14
15 #em bytes
16
17 [Monitor]
18 slave = 1
19 codigo = 3
20 nome = mon3
21 intervalo = 30
22 tamanho = 52
23 #em bytes

```

Figura 25 – Arquivo de configuração do sistema de monitoramento.

10 Operação

Após a realização das conexões físicas, o sistema pode ser colocado em operação fornecendo a alimentação e, em seguida, iniciando-se o modem GPRS. Para iniciá-lo deve-se ligar a chave 1 (posição ON no *dip switch* azul) por dois segundos e desligá-la novamente (posição OFF), conforme ilustrado na figura abaixo. O LED vermelho (COM) no modem deverá ligar.

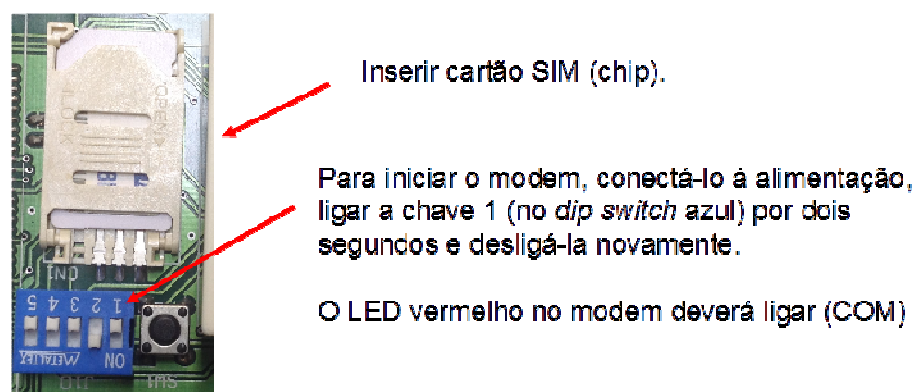


Figura 26 – Inicialização do modem GPRS.

Para averiguar o funcionamento correto, observar os LEDs de sinalização. LED vermelho indica que as aquisições de dados estão sendo realizadas. LED amarelo indica que os dados estão sendo gravados no cartão SD. LED verde indica que os dados estão sendo enviados através do modem GPRS.

11 Manutenção

Em caso de mau funcionamento, pode-se acompanhar as mensagens de aviso através de terminal de comandos. Também existe a possibilidade de ler as mensagens de aviso salvas nos arquivos “debug.txt ” e “erro.txt ” criados no cartão SD.

Para usar o terminal de comandos, conecta-se o sistema de monitoramento na porta USB de um computador e utiliza-se um software de terminal, como o Putty (disponível no diretório /SOFTWARES/TERMINAL). Abre-se o programa e configura-se para abrir a porta serial a 19200 baud, sem paridade, um stop bit (vide figura abaixo). O número da porta pode ser conferido em Gerenciador de Dispositivos, menu Portas (COM e LPT).

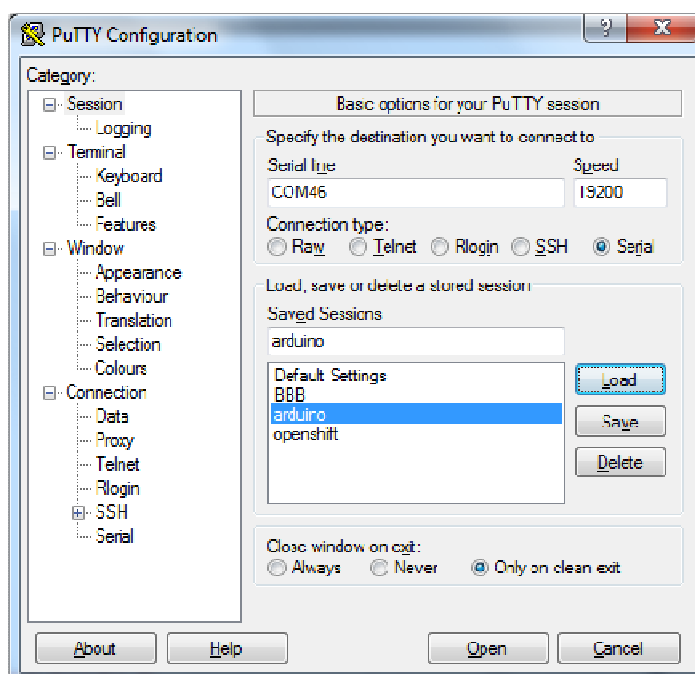


Figura 27 – Configuração para uso do terminal de comandos

12 Atualização de firmware

O sistema de monitoramento embarcado permite atualização de firmware através da conexão USB. Para realizar a atualização, deve-se conectá-lo à porta USB de um computador e seguir os passos abaixo (vide figuras abaixo):

1. Remover “jumper” na placa para habilitar programação.
2. Instalar e abrir “AVRDUDESS”.
3. Configurar:
 - a. Programmer: Wiring
 - b. Port: “ver porta serial Arduino Mega 2560 em Gerenciador de Dispositivos, portas COM”. Ex. COM46
 - c. Baud rate: 115200
 - d. Flash: “selecionar arquivo *.hex”. Ex.: “brtos_atmega260.hex”
 - e. MCU: ATmega 2560
4. Clicar em “Detect”
5. Marque “Disable flash erase (-D)”
6. Clique “Program”

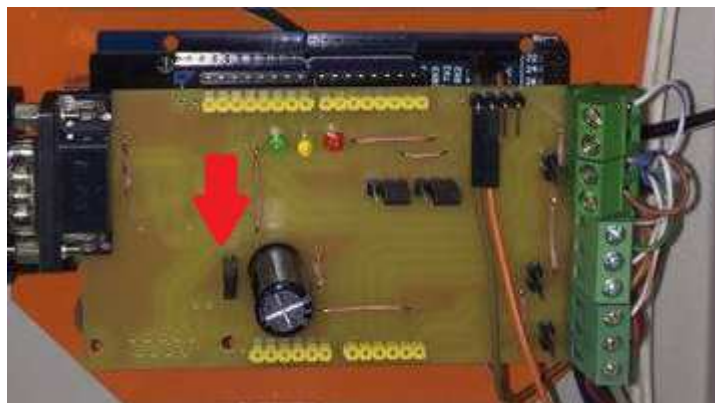


Figura 28 – Indicação do “jumper” a ser removido para habilitar reprogramação do firmware.

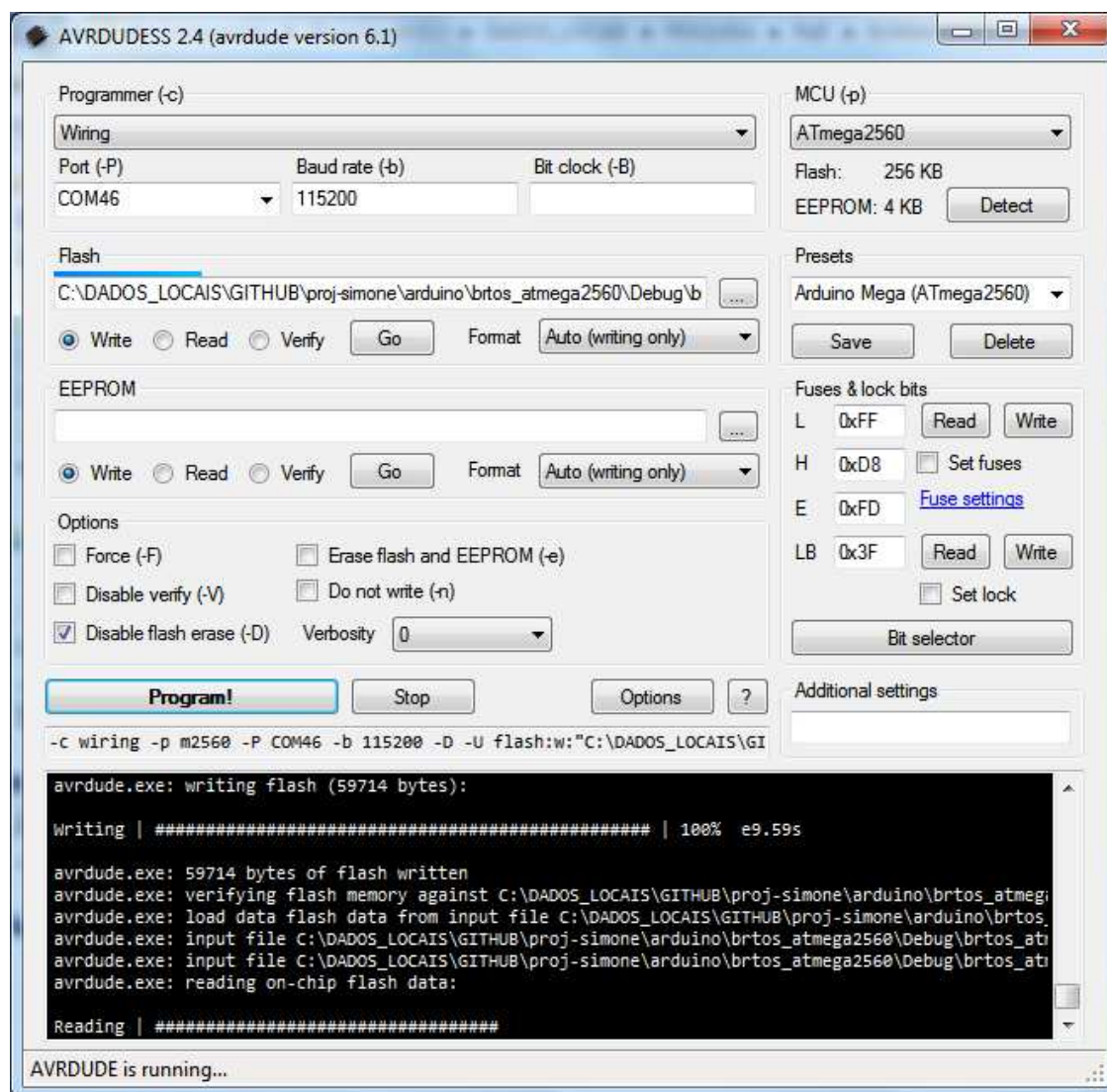


Figura 29 – Tela do software de reprogramação do firmware.

Aprovações		
Participante	Assinatura	Data
Patrocinador do Projeto		
Gerente do Projeto		