

# DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS PARA SUPERVISÃO LOCAL E REMOTA DE MICROGERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Matheus Nothen de Medeiros  
PPGEE  
UFSM  
Santa Maria, Brasil  
nothenmatheus@gmail.com

Frederico Menine Schaf  
DPEE  
UFSM  
Santa Maria, Brasil  
frederico.schaf@ufsm.br

Robinson Figueiredo de Camargo  
DPEE  
UFSM  
Santa Maria, Brasil  
robinson.camargo@gmail.com

Andrei Matiazi Schopf  
DPEE  
UFSM  
Santa Maria, Brasil  
andreischopf@hotmail.com

**Resumo** — Este trabalho propõe o desenvolvimento de um sistema SCADA, para supervisão local e atuação direta utilizando a comunicação Modbus/RS-485, bem como o desenvolvimento de uma supervisão remota através da criação de um Website e um aplicativo Android. Para o armazenamento de dados, estes foram salvos em um banco de dados MySQL, dentro de um servidor no qual o Website está hospedado, que realiza a utilização direta dos elementos para apresentação ao usuário. Já para o aplicativo Android foi necessária a criação de um Web Service, para fazer a conexão com o banco de dados, e então utilizá-los. Resultados experimentais foram obtidos utilizando-se de bancadas de microgeração hidroelétrica, para validar o funcionamento do sistema desenvolvido.

**Palavras-Chave**— Supervisório, SCADA, Aplicativo Android, Website

## I. INTRODUÇÃO

Os estudos nas áreas de microgeração e redes inteligentes estão em constante crescimento, e um dos principais objetivos está em como gerenciar os recursos disponíveis. A competitividade socioeconômica entre os países também é fortemente influenciada pela geração de energia, desenvolvendo assim um interesse maior sobre a geração de energia [1].

Nas últimas décadas ocorreu uma maior preocupação por parte da sociedade com relação ao uso dos recursos energéticos. Voltando uma maior atenção aos assuntos de sustentabilidade, poluição ambiental, custo social e segurança energética. Ou seja, uma preocupação com que a oferta de energia elétrica seja capaz de atender a crescente demanda, principalmente dos países emergentes [2].

Com o avanço tecnológico de geração e transmissão de eletricidade, é possível observar regiões que anteriormente eram pobres e desocupadas, transformando-se em grandes centros urbanos e polos industriais. Apesar dos avanços e investimentos na geração e transmissão de energia elétrica, cerca de um terço da população mundial ainda não tem

acesso a esse recurso, e outra grande parte é atendida de forma insuficiente [3].

A geração distribuída de energia tem se tornando uma solução interessante devido ao crescente aumento de consumo, trazendo ao mesmo tempo benefícios como menores impactos ambientais, tais como, a redução de perdas devido a maior proximidade com a unidade consumidora. Os sistemas de geração distribuída podem ser divididos em dois tipos, mini geração, que corresponde a potência instalada que varia de 75 kW a 5 MW e microgeração, com potência igual ou menor a 75 kW, estes podem ser sistemas fotovoltaicos, sistemas geradores a combustível e pequenas centrais hidrelétricas (PCHs)[4].

Apesar de todas as barreiras, existem grandes incentivos à implantação de microcentrais elétricas, principalmente com a popularização das *Smart Grids* (Redes Inteligentes). Estes sistemas possibilitam a conexão direta do sistema de microgeração com a rede de distribuição de energia elétrica.

As *Smart Grids* são consideradas melhorias na geração e distribuição de rede atual, onde tem-se o fato que o gerenciamento de energia encontra-se carente de eficiência e bastante defasado. Esses aspectos acarretam em uma necessidade maior de investimentos para sanar os problemas e suprir a energia, consequentemente fazendo aumentar os custos de produção, que sempre chegam ao consumidor final [5].

Todo esse avanço tecnológico é dependente das telecomunicações, onde todos os dados monitorados por sensores devem ser enviados por algum meio até um ponto de supervisão ou monitoramento. Existem diversos meios de telecomunicação como banda-larga, Rádio-Frequência, Wi-Fi e GPRS (Redes de telefonia).

A utilização de transmissão de dados com o uso das redes de telefonia celular tem evoluído e seu potencial é muito grande, como alternativa de rede de comunicação para aplicação em diversos setores que tem a necessidade da troca de dados.

Atualmente no Brasil o padrão utilizado das redes de telefonia celular é a tecnologia GSM (*Global System for Mobile Communications*) e dentro das redes GSM existe um serviço chamado GPRS (*General Packet Radio Service*), que teoricamente permite uma taxa de transmissão mais elevada [6].

Nas áreas de gerenciamento pode ser encontrado um conjunto de soluções, no qual destacam-se os sistemas supervisórios, conhecidos também por sistemas *Supervisory Control And Data Acquisition* (SCADA). Que permitem o monitoramento de informações, dados, de um processo produtivo ou instalação física, onde são efetuadas a aquisição, a manipulação e a apresentação aos usuários das variáveis do processo e de controle/atuação [7].

Este artigo apresenta desenvolvimento de um sistema de supervisão/monitoramento tanto local quanto remoto, fazendo o uso de três tipos de plataformas para facilitar o acesso do usuário a leitura das variáveis do sistema, as plataformas envolvidas são: WEB, Android e SCADA. Ou seja, os dados estão disponíveis e podem ser acessados em diversos ambientes virtuais. Uma visão global do sistema desenvolvido é mostrada na Figura 1.

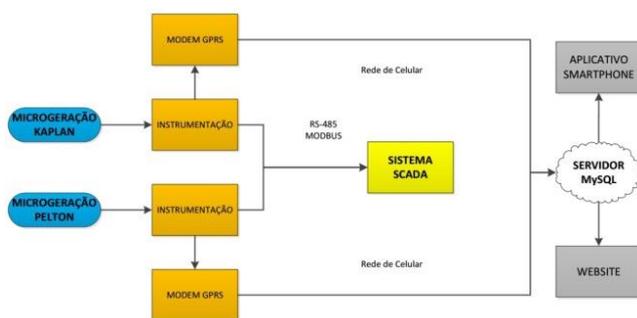


Figura 1 - Sistema de supervisão e monitoramento desenvolvido para sistemas de microgeração com turbinas Kaplan e Pelton.

## II. DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE SUPERVISÃO/MONITORAMENTO

O sistema de supervisão, comunicação e monitoramento é composto de um módulo de medições de grandezas elétricas e outras variáveis do sistema, onde essas grandezas coletadas são enviadas a um servidor na nuvem que processa e gerencia os dados, posteriormente armazenando-os em um banco de dados. Já a aquisição dos dados é feita pela placa Arduino e enviados de forma serial UART (*Universal Asynchronous Receiver/Transmitter*) ao Shield GPRS/GSM, que é um módulo SIM900, que por sua vez envia os dados por GPRS pelo protocolo TCP/IP para o seu destino final, que é o servidor.

Esses dados podem ser visualizados localmente em um supervisório desenvolvido no Elipse SCADA, e também em um Web site ou um aplicativo mobile, possibilitando que o usuário verifique os dados em qualquer local do globo terrestre, desde que tenha acesso a Internet.

O sistema de aquisição de dados da energia elétrica que está sendo gerada realiza o sensoreamento dos dados diretamente pelo microcontrolador Arduino, através de uma placa interface que possibilita o condicionamento dos sinais, desenvolvida para este sistema, que possui sensores de tensão, corrente, nível e pressão ligados.

Após o condicionamento dos sinais estes são recebidos diretamente no microcontrolador e convertidos em dados aplicáveis a sistemas de monitoramentos, e então são enviados ao supervisório SCADA através do protocolo Modbus em conjunto com a interface física RS-485, que possibilita um longo alcance e um grande número de dispositivos conectados.

Em conjunto com todo os sistemas de aquisição de dados está conectado em outra das saídas seriais do Arduino, o módulo GPRS que envia os mesmo dados a um servidor MySQL, e são apresentados diretamente em um *Website* e um aplicativo Android. O esquemático desse sistema pode ser visualizado na Figura 2.

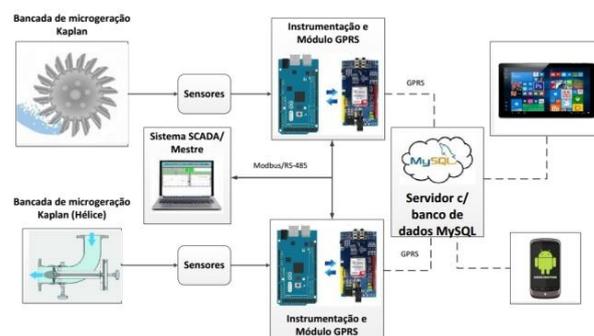


Figura 2 – Sistema de supervisão completo.

### A. Descrição do desenvolvimento SCADA

O processo de desenvolvimento do sistema de supervisão local foi baseado no *software* Elipse SCADA. O desenvolvimento deste tem por finalidade a possibilidade de uma supervisão no local da microgeração hidroelétrica, permitindo assim que o operador verifique todos os dados da geração em tempo real, atuando diretamente no processo caso seja necessário. Para a criação do sistema supervisório a divisão foi feita em etapas:

- Configuração *Driver* Modbus
- Configuração de *Tags*
- Associando *Tags*
- Criando Telas

Para o funcionamento do sistema o *driver* Modbus teve a necessidade de ser configurado para permitir a comunicação entre mestre e escravo, fazendo com que os registradores possam ser recebidos e associados a *Tags*, que permitem que o sistema de supervisão apresente os dados lidos.

Diversas telas são criadas com diversos tipos de componentes para permitir a apresentação de dados e a

interatividade com o usuário. Desta forma, dá-se a criação de um *Website* para monitoramento que possibilite a análise de dados de um determinado objeto.

Para o desenvolvimento do sistema de monitoramento através da internet, foi primeiramente necessário um domínio, servidor, no qual fosse possível hospedar o site e os dados em um banco de dados.

A programação foi feita e colocada no servidor através de um FTP, para enviar dados de um computador local a um remoto. Essa foi composta de 7 páginas Web, envolvendo 19 scripts. Todos esses passos necessitaram de desenvolvimentos de softwares em linguagens PHP, HTML, CSS, JAVA, JavaScript, SQL.

Para a hospedagem do *Website* foi utilizado o host, Hostinger, o qual permite o registro de um domínio grátis (Figura 3), com o Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados MySQL.

Servidor	server117.hostinger.com.br
Domínio	http://www.supervisoremota.esy.es
Endereço IP do Website	31.170.167.197
Usuário FTP	u751155649
DB	Banco de dados MySQL
Usuário FTP	u751155649

Figura 3 - Dados da hospedagem em Hostinger

O Sistema de Gerenciamento de Banco de dados (SGBD) é um *software* que incorpora as funções de definição, recuperação e alteração de dados em um banco de dados. Que permite então a criação de tabelas na qual as variáveis lidas no sistema de microgeração são salvas.

Para envio dos dados através da comunicação GPRS, é criada uma URL, endereço virtual, onde todos os valores recebidos pela instrumentação, são enviados, em forma de uma lista. Através do protocolo HTTP e a requisição GET, configurada com uma programação *back-end* em PHP, que permite pela requisição a conexão com o banco de dados e a inserção, ou em outros caso a seleção de valores do banco de dados (BD). Já para salvar os dados de novos usuários que podem se cadastrar no site para o acesso ao sistema de monitoramento, é utilizado o método POST, onde os dados são enviados no corpo da mensagem, e dão mais segurança para o armazenamento de dados.

Os dados de usuários armazenados, são e-mail, usuário e senha, e só poderá realizar acesso, caso sejam relacionados aos dados cadastrados. A tela inicial de acesso e cadastro pode ser verificada na Figura 5. O *Website* foi desenvolvido de forma responsiva utilizando a *API Bootstrap*, que através de uma biblioteca de classes, possibilita que o site se adapte a qualquer tipo de tela.

### B. Desenvolvimento de um aplicativo android

Para tornar o sistema de supervisão ainda mais acessível ao usuário, ou seja, facilitar o monitoramento dependendo do dispositivo que se está acessando, foi desenvolvido um aplicativo (*app*).

O aplicativo foi desenvolvido no ambiente de desenvolvimento Android Studio, programado na linguagem

Java, foi criado a partir da API de level 15 (4.0.3 *Ice Cream Sandwich*).

A estrutura do aplicativo foi desenvolvida com a base do *Website*, similaridade visual e de apresentação de dados, mas com a diferença de que para a conexão com o MySQL, teve que ser utilizada uma *Web Service (PHP)*(Figura 4), que intermedia a troca de informações entre esses.

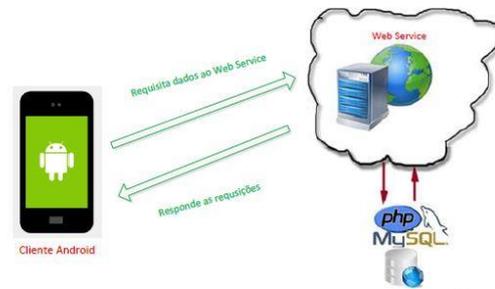


Figura 4 - Web Service



Figura 5 - Página Home

Um arquivo *AndroidManifest.xml*, é no caso um script, que é responsável por cuidar as permissões que o aplicativo deve ter para executar as função descritas.

Neste caso a permissão necessária possibilita a conexão com Internet, para conseguir se conectar ao *Web Service* e então resgatar os dados do monitoramento. Mas este arquivo também tem o objetivo de cuidar as *Activity* (Telas), como no caso deste aplicativo onde a “*LoginActivity*” é a tela “*LAUNCHER*”, isto é, a tela inicial do aplicativo. Já a outra

“MainActivity” é a tela principal, responsável por gerenciar outras 4 telas do *app* que são *Fragments*.

Essas *Fragments*, são acessadas através de um menu disponível na parte inferior desta tela (Figura 6), com botões que são vinculados a cada *Fragment*. Quando um botão é selecionado abre uma parte de tela dentro da tela principal, apresentando ao usuário, as informações selecionadas.



Monitoramento – Tabelas – Gráficos - Alarmes

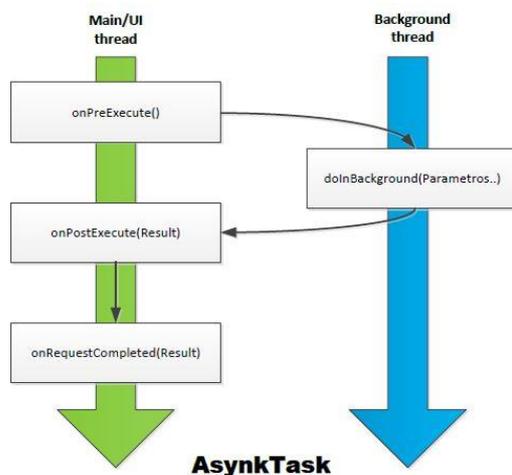
Figura 6 - Menu de Fragments

Com a seleção ou o acesso do aplicativo, um contato com o banco de dados é realizado, para verificar o que foi requerido, e então retorna para o usuário. Mas com isso cada vez que novos elementos tem que ser buscados pode gerar um travamento no sistema. Para solucionar esse problema foi utilizada uma tarefa chamada “*LoginAsyncTask*” (Figura 8), que se trata de uma tarefa assíncrona, que encapsula o processo de criação de *Threads* paralelas a cada vez que uma conexão com o banco de dados é necessária.

A *Thread* paralela, então realiza o contato com o *Web Service*, e por seguinte retorna os dados para o mesmo que são enviados ao aplicativo onde são apresentados.



Figura 7 - Menu principal SCADA



Fonte: androidkennel.org

Figura 8 - AsyncTask

Para a criação de telas, são necessárias classes JAVA que são vinculadas a arquivos XML, que possibilitam então a criação da estrutura visual do sistema e classificar onde e quando cada um dos dados buscados serão apresentados.

Uma classe JAVA é criada para possibilitar o desenvolvimento de uma tela, e então sua estrutura é programada para a execução de todas as funções que devem ser realizadas.

Esta classe somente cria o sistema, mas para apresentar ao usuário, é desenvolvido um Activity XML, que então cria o *layout* da tela, nos quais os *id* são relacionados a algum elemento do design que então possibilita funcionalidade do sistema.

A atualização das telas é realizada automaticamente por uma classe chamada *AlarmReceiver.java*, onde a cada 30s os dados são buscados no banco para apresentar a informação atualizada.

### III. RESULTADOS

Após o desenvolvimento de todos os *softwares* que possibilitam a supervisão das bancadas de microgeração hidroelétrica, eles foram aplicados nas mesmas possibilitando então verificar o funcionamento do sistema de supervisão local e remoto.

O sistema de supervisão está composto primeiramente pela parte de instrumentação, que se fez necessária para a aquisição de dados do sistema de geração, para então comprovar o funcionamento dos métodos de monitoramento desenvolvidos. Então os meios de comunicação se fizeram necessários para possibilitar que os dados adquiridos fossem enviados no caso do sistema local ao mestre e do remoto ao servidor.

Esse sistema de supervisão foi desenvolvido com a intenção de possibilitar o monitoramento remoto de sistemas de microgeração em áreas remotas, distante dos centros urbanos. Então para contornar o problema de redes com fio, foi optado pela utilização da comunicação GPRS, que permite a troca de dados com o servidor, utilizando um rede de comunicação de celular.

Mas todo sistema também deve ter a possibilidade de supervisão local, pois quando um operador que está atuando diretamente no sistema, esse pode verificar de forma instantânea as condições do mesmo. Por esta razão foi implementada a rede Modbus/RS-485, que permitiu ao sistema local que enviasse seus dados ao mestre de forma segura.

O sistema local desenvolvido, é um SCADA, o qual foi implementado através do Eclipse SCADA, e permite que o usuário verifique todas variáveis do sistema em tempo real. Um *software* foi gerado a partir desse e pode ser executado em qualquer computador ou dispositivo que tenha o mesmo instalado.

No entanto, o sistema de monitoramento remoto foi dividido de duas maneiras, para facilitar de toda forma o

acesso, independentemente do dispositivo que será utilizado. Pode ser acessado por meio de computadores, celulares, tablets, ou qualquer outro aparelho que tenha acesso a internet, utilizando o Website desenvolvido.

A supervisão também pode ser realizada por meio de um aplicativo, para isso nesse caso deve-se ter um dispositivo com sistema Android. Para instalar o app, deve ser feito o download do arquivo APK, protótipo, que inclui no aparelho o aplicativo de monitoramento Android.

O uso e viabilidade foram testadas conforme mostrado a seguir:

#### A. Sistema SCADA

O sistema supervisorio desenvolvido no Elipse SCADA, é o método de monitoramento local, que irá monitorar todos os dados do sistema aproximadamente em tempo real, com um pequeno atraso devido ao tempo de conexão do modem GPRS, esse tempo pode ter alguma variação devido ao tempo do estabelecimento do sinal, sendo relacionado a qualidade desse.

Após a autenticação na tela inicial a primeira tela apresentada é a tela geral do sistema (Figura 9), onde é possível verificar os principais dados de um sistema de geração, que são a potência gerada, tensão, rotação e nível.

A partir dessa, qualquer uma das outras telas pode ser acessada, pois o acesso está liberado, e o usuário consegue monitorar livremente o sistema da forma desejada, como o exemplo de acessar o menu da turbina de Kaplan a Figura 10 mostra como essa nova tela será apresentada e assim sucessivamente, para a seleção de qualquer uma tela.

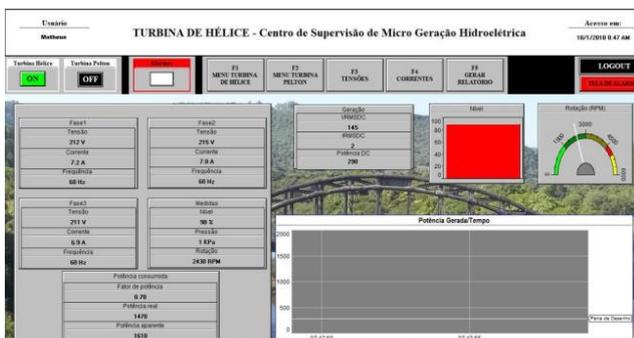


Figura 9 - Menu da microgeração da turbina de Kaplan

O status dos sistemas pode ser visualizado em qualquer uma das telas, verificando se está funcionando ou não, qualquer outro dado que tenha que ser analisado deve ser acessado através do menu.

#### B. Website

O Website foi desenvolvido com a intenção de complementar o modo de supervisão e permitir que o usuário acesse aos dados do sistema de geração de qualquer lugar com conexão a internet. Esse site permite que o usuário acesse de qualquer dispositivo, devido a sua característica de se adaptar, facilitando ainda sua utilização.

A apresentação do mesmo consistiu da seguinte forma: ao acessá-lo, tem-se uma breve apresentação do funcionamento do sistema (Figura 5) pode ser realizado o acionar a página para cadastro de um novo usuário no qual os dados preenchidos são armazenados no BD para futuros acessos ao sistema.

Caso o acesso autorizado o direcionamento para a página de monitoramento é realizado, nessa é possível visualizar os principais dados do sistema de geração (últimos dados enviados) com a atualização automática, como pode ser visto na Figura 10.



Figura 10 - Página de monitoramento

A partir dessa página o usuário tem permissão para acessar qualquer outra do sistema, como de tabelas e gráficos, a tela de gráficos é apresentada na Figura 11. O site permite verificar de acordo com a necessidade, o funcionamento do sistema de geração através do Website.

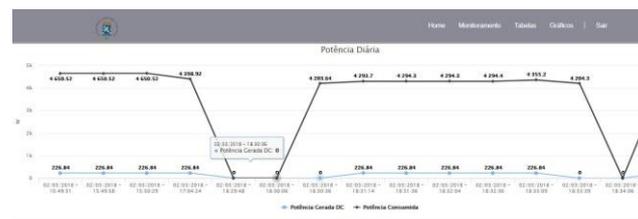


Figura 11 - Página de gráfico

#### C. Aplicativo Android

Com a grande utilização dos dispositivos móveis, como smartphones e tablets, verificou-se a necessidade de um aplicativo para facilitar ainda mais o monitoramento pelo usuário. Onde este, está na área principal de um dispositivo no qual foi instalado, e somente com o clicar de um botão o monitoramento é realizado.

O aplicativo é muito similar ao website em sua utilização, possibilitando o acesso aos dados da mesma forma,

inicialmente o acesso deve ser realizado na tela inicial, que faz direcionamento à tela principal de monitoramento (Figura 12) que permite a visualização do sistema atualizado, e a partir dessa, todas as outras telas, como de gráficos e tabelas podem ser acessadas através do menu disponível na região inferior do aplicativo.

A maior diferença neste caso é que em cada tela pode ser selecionado qual dos dois sistemas de geração existentes o usuário deseja monitorar, apresentando os dados somente do escolhido.

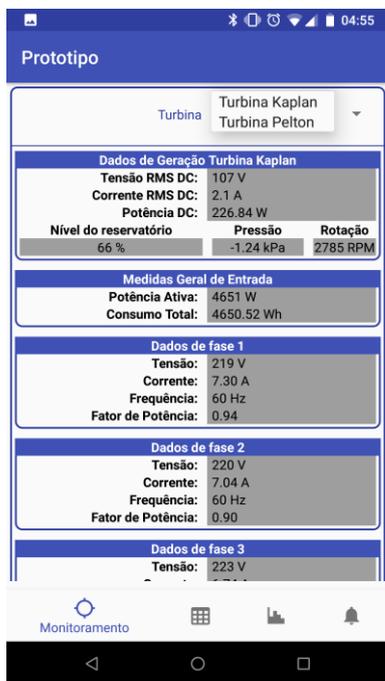


Figura 12 - Tela de monitoramento do app

No aplicativo também existe uma tela de alarmes, a qual disponibiliza todos os erros dos sistemas de geração ocorridos diariamente, esses são salvos e então apresentados aos usuários, conforme a Figura 13.

#### IV. CONCLUSÃO

Neste trabalho um sistema de supervisão foi desenvolvido a fim de auxiliar na verificação da qualidade de energia gerada por sistemas hídricos. Pois a supervisão possibilita a detecção de falhas e a consequente correção, fazendo assim um avanço no modo de geração, para evitar desperdícios, e reduzir o valor da energia.

Com esse sistema também pretende-se atender as necessidades de pequenos produtores de energia elétrica, pois é um monitoramento amigável para a supervisão remota, possibilitando que mesmo em áreas sem redes, os produtores possam acessar os dados de seus sistemas de geração elétrica.

Trata-se de um sistema de supervisão que permitiu o acesso aos dados de duas bancadas de microgeração, de forma local e remota. Fazendo o uso de meios de

comunicação com cabo e sem, que no caso são Modbus/RS-485 e GPRS. Os meios de comunicação foram escolhidos devido a sua confiabilidade e enquadramento ao método proposto de supervisão.

Por meio de três sistemas desenvolvidos, SCADA, website e aplicativo, foi possível acessar os dados das bancadas de microgeração, os quais estavam em um banco de dados MySQL hospedado e um servidor, Hostinger.

Os aplicativo e o *website*, tem um *layout* similar para facilitar o uso, assim como o *app* pode ser utilizado em dispositivos pequenos o site também, pois conta com uma programação que se adapta a diferentes tamanhos de tela. O sistema SCADA foi criado por disponibilizar uma supervisão confiável local.



Figura 13 - Tela de alarmes

#### REFERÊNCIAS

- [1] BORBA, M. C. V.; GASPAR, N. F. In: Um futuro com energia sustentável: iluminando o caminho. [S.l.: s.n.], 2010. v. 1, p. 57–72 vol.1.
- [2] GRIMONI, J.; GALVAO, L.; UDAETA, M. In: Iniciação a Conceitos de Sistemas Energéticos para o Desenvolvimento Limpo. [S.l.: s.n.], 2004. v. 58, p. 28–69 vol.58.
- [3] Agência Brasil. Investimentos em energia eólica devem chegar a 40 bilhões até 2020 - Ano base 2012. [S.l.], 2012. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/noticia/20112-08-29>>.
- [4] Agência Nacional de Energia Elétrica. Atlas de Energia Eólica do Brasil. [S.l.], 2012. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/>>.
- [5] F.FRACARI; SANTOS, I. dos; SANCHEZ, G. Smart Grid: uma nova forma de controle de Energia Elétrica. Rev. de Empreendedorismo, Inovação e Tecnologia, v. 02, p.15–22, 2015. ISSN 2359-3539.
- [6] TATEOKI, G. T. Monitoramento de dados via internet baseado em telefonia celular. Dissertação (Mestrado) — Universidade Estadual Paulista, 2007.
- [7] PEROZZO, R. F. Framework para construção de sistemas superisórios em dispositivos móveis. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Santa Catarina, 2007.
- [8] SHARMA, T. AsyncTask to Android – androidkennel.org – 2018 Disponível em: [medium.com/@trishantsharma1997/async-task-in-android-f594a565d676](https://medium.com/@trishantsharma1997/async-task-in-android-f594a565d676)