

SISTEMA DE TELEMETRIA VIA REDE GSM E SUPERVISÓRIO SCADABR VISANDO MONITORAMENTO DE PRODUÇÃO DE PETRÓLEO ONSHORE

Irailton Silva Oliveira¹; Tiago Santos Barbosa²; Luan da Conceição Ribeiro³; André de Pádua da Conceição Nascimento³; Rodrigo Ribeiro Santos⁵

¹ Instituto Federal de Sergipe, Coordenadoria de Automação Industrial - irailton-iran-oliveira@hotmail.com

² Instituto Federal de Sergipe, Coordenadoria de Eletromecânica - tiago-santos_13@hotmail.com

³ Instituto Federal de Sergipe, Coordenadoria de Eletromecânica - luanconceicao.lr@gmail.com

⁴ Instituto Federal de Sergipe, Coordenadoria de Automação Industrial - andredepadua2011@hotmail.com

⁵ Instituto Federal de Sergipe, Coordenadoria de Eletromecânica - rodrigo.santos@ifs.edu.br

RESUMO

Neste trabalho é apresentado o desenvolvimento de um sistema de monitoramento remoto, através da telemetria via rede GSM (*Global System for Mobile Communications*) e sistema supervisório ScadaBR, com o objetivo de otimizar e monitorar remotamente as variáveis operacionais da produção de petróleo *onshore*, mais especificamente o volume de produção de petróleo, evitando assim deslocamento de mão de obra técnica para a coleta dos dados em campo e fornecendo em tempo real informações sobre o estado operacional do processo. Um processo de tanques acoplados em pequena escala foi utilizado como forma de simular a produção de petróleo e o sistema de telemetria foi desenvolvido com o uso de plataformas de prototipagem *open-source*, de forma a desenvolver sistema de baixo custo. Os resultados práticos obtidos mostraram desempenho satisfatório no monitoramento remoto da produção, através do envio de mensagens de texto via rede GSM com informações da produção aos supervisores do processo e também a comunicação remota com sistema supervisório ScadaBR, apresentando gráficos, alarmes e relatórios no período de produção. O sistema desenvolvido é versátil e flexível, podendo ser aplicado no monitoramento de outras variáveis e também diferentes processos, aproveitando a instrumentação local já existente.

Palavras-chave: Telemetria, Rede GSM, Supervisório ScadaBR, Monitoramento remoto, Produção de Petróleo.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a exploração e a produção de petróleo têm apresentado grandes desafios tecnológicos para as áreas de automação e controle. Um dos pontos críticos para superar estes desafios é a implantação de sistemas de supervisão e controle de maneira de estabilizar e otimizar os processos de produção [CAMPOS E TEIXEIRA, 2011].

O petróleo é extraído por equipamentos instalados nos poços em terra (*onshore*) ou no mar (*offshore*). O fato dos poços serem distribuídos geograficamente em grandes extensões e da sua produção exigir uma máxima continuidade operacional torna a automação uma ferramenta fundamental importância [FRANCA, 2011]. Dessa forma, as empresas modernas têm na automação o suporte necessário para melhorar a utilização da matéria-prima, reduzindo os custos de produção, melhorando a qualidade dos produtos e desenvolvendo planos de manutenção que minimizem o número de paralizações do processo produtivo.

Após a fase de exploração de uma jazida de petróleo, perfuração do poço e a completação do mesmo para a produção, vem a fase de escolha do método de elevação do petróleo para a superfície. A elevação pode ser natural ou artificial, dependendo da pressão da formação para elevar o fluido a superfície.

Quando o poço não tem pressão suficiente para a elevação natural, é necessário auxiliar na pressão da formação para que seja efetuado a extração utilizando algum método de elevação artificial. Entre os métodos de elevação artificial tem-se o *gas-lift*, injeção de água, injeção de vapor, bombeio mecânico, bombeio por cavidade progressivo e bombeio centrífugo submerso [THOMAS, 2004]. O bombeio mecânico com hastes é utilizado em poços terrestres (*on-shore*) e é considerado como o primeiro método de elevação artificial que surgiu na indústria do petróleo e corresponde a cerca de 80% dos poços produtores mundiais [ORDOÑEZ, 2008].

Um sistema local de controle do processo de elevação do petróleo é necessário para mantê-lo no ponto ótimo de operação, identificar descontinuidade operacionais e retornar rapidamente ao ponto de operação após uma perturbação, recuperando assim a produção normal da forma mais rápida possível [ASSMANN, 2008]. Além disso, deve-se diagnosticar a causa de algum problema, transmitindo a um sistema de supervisão avisos de providências a serem tomadas, tais como intervenção de limpeza, manutenção em equipamentos e entre outras.

Os sistemas SCADA (*Supervisory Control And Acquisition* - Controle de Supervisão e Aquisição de Dados) permitem a coleta de

dados do processo, além de monitorá-lo e atuar sobre o mesmo com algum controle em nível de supervisão. Os sistemas supervisórios tipo SCADA são destinados ao controle de processos onde predominam grupos de variáveis contínuas e/ou discretas, dispersos em uma grande área geográfica [ALVES, 2005]. Para executar essas tarefas o sistema supervisório deve utilizar um sistema computacional que seja capaz de se comunicar com o processo através das malhas de instrumentação.

Entre os vários softwares considerados como sistema SCADA, o ScadaBR é um dos poucos que atualmente oferece a vantagem de possuir licença totalmente gratuita, com toda a documentação e o código-fonte a disposição para modificar e redistribuir. Este software é uma aplicação multiplataforma baseado na linguagem de programação Java, podendo rodar através de uma máquina virtual Java, em sistemas operacionais como o Windows, Linux entre outros. Já a execução do software ocorre através de um navegador de internet. A interface principal do ScadaBR oferece acesso a visualização das variáveis, configuração de gráficos, relatórios, protocolos de comunicação, alarmes, construção de telas tipo IHM, entre outras funções.

As aplicações de telemetria utilizando a rede GSM (*Global System for Mobile Communications* - Sistema Global para Comunicações Móveis) possuem grande potencial, haja vista a rápida expansão das redes GSM em todo o mundo, que impulsionam a adoção da infraestrutura celular em substituição aos enlaces privados de rádio, desonerando as empresas do alto custo de implantação e manutenção de sistemas proprietários (PIROTTI e ZUCCOLOTTO, 2009), ao mesmo tempo em que padroniza os protocolos de comunicação nas aplicações de telemetria. Embora a utilização da comunicação via rede GSM seja uma opção possível, devido à grande área de cobertura de transmissão celular, existe um vasto caminho para desenvolver e implementar essa tecnologia para diversos processos na área residencial, rural e, principalmente, industrial (LUGLI e SANTOS, 2014).

Dessa forma, nesse trabalho foi desenvolvido um sistema de telemetria via rede GSM e supervisório *open-source* ScadaBR que possibilita o acesso de informações referente ao processo de produção de petróleo através de mensagem de texto SMS (*Short Message Service*) assim como acesso a esses dados através do sistema supervisório ScadaBR, remoto ao sistema de produção de petróleo, com rapidez e precisão

sem a necessidade de deslocamento de mão de obra técnica ao local do sistema de elevação, podendo ainda estabelecer alertas sobre o estado operacional do processo.

2. METODOLOGIA

2.1. Processo em escala reduzida

Para demonstrar o funcionamento do sistema de telemetria apresentado neste trabalho, utilizou-se uma planta em escala reduzida de dois tanques acoplados com malhas de nível e de vazão para simulação da produção de petróleo, conforme apresentado da Figura 1.



Figura 1 – Planta em pequena escala para simulação do processo de produção de petróleo.

As malhas de instrumentação local do processo é formado pelos elementos numerados de 1 a 6, sendo, respectivamente, tanque superior (1), tanque inferior (2),

válvula manual (3), sensor de fluxo (4), sensor de nível tipo ultrassônico (5) e bomba centrífuga (6). Já o elemento número 7 é o módulo de telemetria GSM desenvolvido neste trabalho, ou seja, o módulo do sistema que é instalado em campo para trabalhar em conjunto com a instrumentação local do processo e responsável por enviar as informações das variáveis desejadas ao sistema SCADA remoto.

No processo em questão foi utilizado água para simular a produção de petróleo, sendo o tanque inferior relacionado ao poço de onde o petróleo será extraído e o tanque superior relacionado ao reservatório de armazenamento do petróleo bruto, que posteriormente será processamento pelos processos subsequentes a produção. Dessa forma, o fluxo do fluido do tanque inferior ao tanque superior pode ser relacionado ao volume de petróleo extraído do poço em produção.

A válvula de controle manual é responsável pelo controle de fluxo do fluido entre os tanques, e foi utilizada para modificar a produção do poço com o intuito de avaliar o desempenho operacional do sistema de telemetria quanto a medição, transmissão e supervisão do processo.

O sensor de fluxo é do tipo turbina, modelo YF-S201, responsável por contabilizar o volume do fluido produzido. Já

o sensor de nível, do tipo ultrassônico modelo HC-SR04, foi utilizado como elemento de proteção da bomba centrífuga, de forma que esta pudesse ser desligada quando operando a vazio. Por fim, a bomba centrífuga, modelo corrente contínua de 12 V, pode ser relacionado ao sistema de bombeio mecânico aplicada na produção de petróleo *onshore*, retirando fluido do tanque inferior (poço) e transportando-o até o tanque superior (reservatório de armazenamento).

2.2. Estrutura funcional do sistema de telemetria desenvolvido

O sistema desenvolvido se fundamenta basicamente em três estágios: Aquisição e tratamento de dados (Instrumentação local); Transmissão dos dados para o sistema ScadaBR e supervisores (Rede GSM); Monitoramento, supervisão e registro (Supervisório ScadaBR), conforme esquema apresentado na figura 2.

Para implementação física dos estágios descritos e atender as características do sistema, utilizou-se como elementos principais os seguintes componentes: Placa de prototipagem eletrônica Arduino; Módulo de comunicação tipo *shield* GSM/GPRS SIM 900; Sensor de fluxo do tipo turbina ½ pol e sistema supervisório ScadaBR.

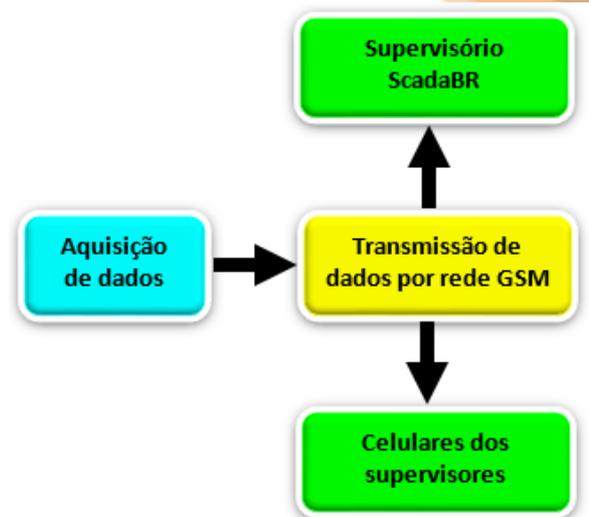


Figura 2 – Estrutura funcional do sistema desenvolvido.

O Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica *open-source* que se baseia em *hardware* e *softwares* livres, flexíveis e fáceis de usar. O microcontrolador na placa (ATMega 368, 168 ou 2560, dependendo do modelo do Arduino) é programado com a linguagem baseada em C. Dentre os vários modelos de placas existentes, para o desenvolvimento deste trabalho foram utilizados o Arduino UNO e Arduino Nano.

2.2.1 Aquisição e tratamento de dados

Na figura 3 é apresentada a interligação física dos componentes responsáveis pelo estágio de aquisição e tratamento dos dados de produção de petróleo. Para medição do volume de fluido produzido foi utilizado um sensor de fluxo do tipo turbina de ½ polegada. Esse sensor é constituído por um corpo

plástico, um rotor de palhetas e um sensor de efeito Hall. À medida que o fluido passa pela câmara gira o rotor e a cada volta de 360° o sensor detecta e envia para a saída um pulso de 5 Vcc e cada 388 pulsos equivale ao volume 1000 cm³.



Figura 3 – Estágio de aquisição e tratamento de dados

Nesta etapa de funcionamento do sistema, o Arduino UNO inicialmente totaliza os pulsos enviados pelo medidor para, posteriormente, converter esse valor em unidade de volume. Tendo em vista a grande quantidade de pulsos que o Arduino UNO pode receber em um curto período de tempo, implementou-se no ambiente de programação do Arduino uma função específica do microcontrolador Atmega 368P, denominada *Interrupção de Timer*, como contador externo, através da utilização dos registradores de configuração especiais do microcontrolador ATmega e que são acessados no ambiente Arduino via programação Assembly.

2.2.2 Transmissão de dados

Para acesso a rede de telefonia celular foi utilizado o *shield* GSM/GPRS, que utiliza da tecnologia GSM para envio de dados, transmissão de voz e controle, que pode ocorrer, no caso do envio de dados, através de mensagem de texto SMS ou via Internet via GPRS (*General Packet Radio Services - Serviços Gerais de Pacote por Rádio*). A execução de controle por intermédio do *shield* integrado com o Arduino ocorre através de Comandos AT, que são comandos específicos para controlar dispositivos que utilizam a tecnologia GSM.

Neste estágio de funcionamento do sistema, o *shield* GSM/GPRS foi utilizado para enviar o valor da produção de petróleo em forma de mensagem de texto SMS tanto para o telefone móvel dos supervisores do processo quanto para o supervisor ScadaBR, conforme esquema apresentado na figura 4.



Figura 4 – Estágio de transmissão de dados

A transmissão das informações é realizada por meio de mensagem de texto SMS, obedecendo as seguintes condições:

- a) Envio do valor do volume produzido de petróleo quando solicitado por algum supervisor do processo, por meio de envio de mensagem de texto SMS com código pré-estabelecido. Em seguida, o módulo de telemetria retorna outra mensagem com o valor solicitado da produção até o determinado momento.
- b) Envio temporizado do valor do volume produzido para o sistema ScadaBR, em tempo estabelecido no estágio de aquisição e tratamento de dados. Para realização dessa temporização utilizou-se, assim como na leitura dos pulsos do medidor, a *Interrupção de Timer* do ATmega, mais precisamente o *Timer 2*, porém funcionando como temporizador, assim a realização da contagem periódica de tempo ocorre em paralelo com o programa principal.
- c) Envio do valor da produção manual através da interface do sistema desenvolvida no ScadaBR.
- d) Envio de SMS com o valor do limite mínimo de produção diário estabelecido na interface do sistema supervisor.

2.2.3 Estágio de Monitoramento, Supervisão e Registro

Por apresentar características que se aplicam ao sistema deste trabalho, principalmente por possuir licença gratuita, o que tonar este projeto viável e de baixo custo, optou-se pelo ScadaBR, que possui a função de monitorar, supervisionar e registrar os valores da produção e dos alarmes operacionais pelo módulo de telemetria instalado localmente no processo.

Para o recebimento dos dados referente a produção de petróleo utilizou-se mais uma unidade do *shield* GSM/GPRS interligado com outra unidade do Arduino UNO juntamente com o Arduino NANO, como mostrado na figura 5.

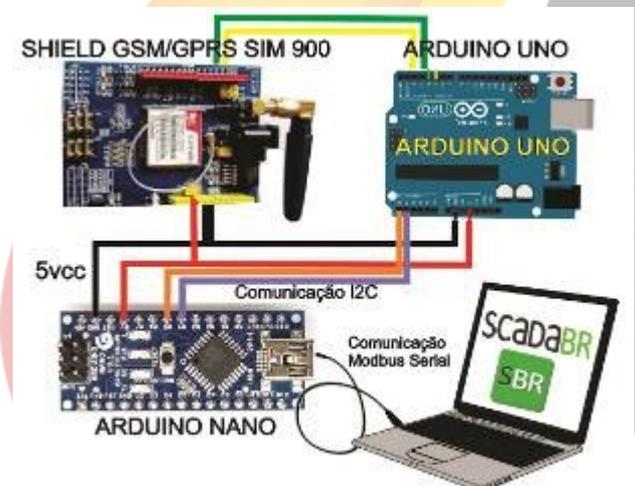


Figura 5 – Estágio de monitoramento, supervisão e registro.

Além da supervisão da produção de petróleo no ScadaBR, também foram implementadas funcionalidades de estabelecer limites mínimos diários de produção, envio de

alertas por meio de mensagem de texto (SMS) para aparelhos de comunicação móvel, visualização de histórico das leituras, geração de relatórios, criação e visualização de mensagem de avisos e alertas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Inicialização do sistema

Depois de ativado o sistema iniciou uma verificação dos *shields* GSM, e, posteriormente, enviou uma mensagem de texto para telefone móvel do supervisor do processo informando que o sistema foi corretamente iniciado, conforme mostrado na figura 6. Este resultado é bastante relevante quanto ao funcionamento do sistema, uma vez que garante ao supervisor do processo o início correto do funcionamento do sistema. Caso o supervisor receba uma mensagem de erro de comunicação entre os módulos de telemetria, o mesmo vai ter o conhecimento da inconsistência funcional do sistema de telemetria.

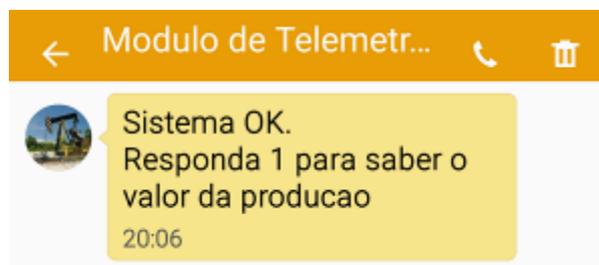


Figura 6 – Mensagem de inicialização do sistema.

3.2. Monitoramento da produção por parte do supervisor do processo

Após o recebimento da mensagem de inicialização do sistema, o supervisor do processo tem o conhecimento da operação normal da produção. Em qualquer momento do dia, esse mesmo supervisor pode enviar ao módulo de telemetria localizado no processo uma mensagem de texto com o comando de valor “1”. Em seguida, o módulo de telemetria instalado no processo retorna ao telefone móvel solicitante o valor da produção de petróleo do dia, como apresentado na figura 7.



Figura 7 – Solicitação do valor produzido por parte do supervisor do processo.

Esse resultado fundamenta o principal objetivo do trabalho, que é o monitoramento remoto, dessa forma o supervisor do processo não necessita ir a campo verifica a produção do poço, pois o mesmo pode ter essa informação através de seu telefone móvel.

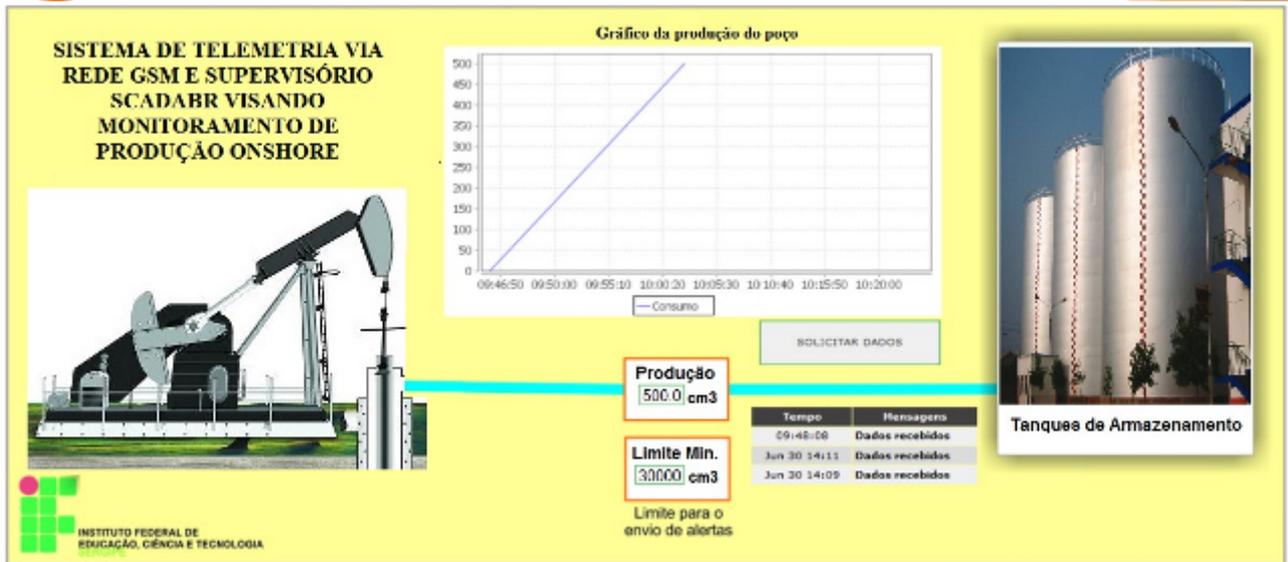


Figura 7 – Tela do sistema supervisório

3.3. Monitoramento, supervisão e registro através do ScadaBR.

Para demonstrar as funcionalidades do ScadaBR foi desenvolvida uma interface utilizando a ferramenta de Representações Gráficas, em que foi possível ter acesso a produção de petróleo de forma temporizada, com tempo de amostragem de 5 minutos, ou manualmente a qualquer momento, conforme apresentado na figura 7.

Nesta figura 7 é possível visualizar a tendência de crescimento da produção entre o período de 9h46min às 10h02min, além do valor do volume de petróleo produzido até o momento, no campo *Produção*, de 500 cm³. No campo *Limite Min* foi inserido o valor mínimo da produção esperado para o respectivo poço, sendo estipulado um valor mínimo de 30000 cm³ de produção de diária. Após atingida 50% e 100% dessa meta o

supervisor do processo recebeu uma mensagem de texto informativa.

No sistema desenvolvido foi criado um banco de dados com informações relacionados ao período de produção no poço de petróleo. Os dados armazenados são utilizados para criar relatórios, conforme apresentado na figura 8.



Figura 8 – Relatórios

Os resultados referentes ao histórico e estatística da produção também foram satisfatório, pois foi possível buscar no banco de dados informações armazenadas da produção os valores referentes ao dia e horários especificados, conforme apresentado na figura 9.

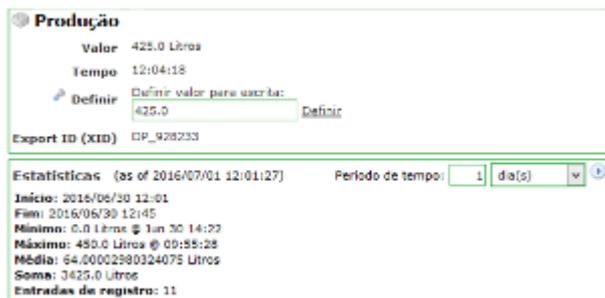


Figura 9 – Histórico e estatísticas.

Além dessas funcionalidades no ScadaBR foi possível exportar os dados registrados, por *email* ou software editor de planilhas.

3.4. Mensagens de alerta.

O sistema de telemetria desenvolvido neste trabalho também forneceu a função de envio de alertas, em que quando atingiu 50% ou 100% do valor mínimo diário desejado da produção, o supervisor do processo recebeu uma mensagem de texto em seu telefone móvel, conforme apresentado na figura 10.

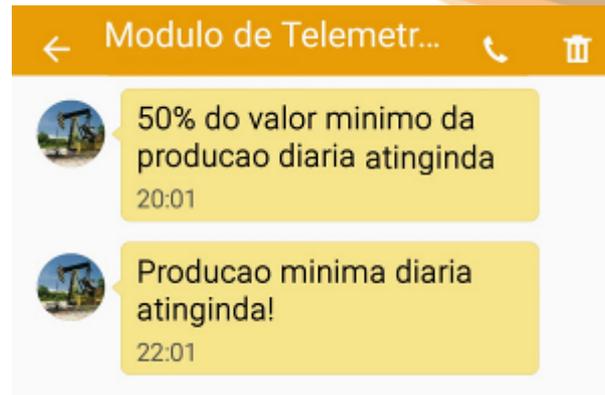


Figura 10 – Envio de alertes de produção

4. CONCLUSÕES

No sistema desenvolvido neste trabalho foi apresentado, através de tecnologias de baixo custo, como os serviços da rede GSM e as plataformas livres Arduino e ScadaBR, uma solução viável direcionada ao monitoramento remoto do processo de produção de petróleo *onshore*. De modo geral, foi apresentada uma ferramenta com baixo investimento que pode contribuir de modo mais significativo que as ferramentas de monitoramento usadas atualmente, que basicamente consiste na leitura manual realizada por algum técnico.

Além do monitoramento remoto, o sistema apresentado auxilia a análise da produção de petróleo com informações de banco de dados, gráficos da produção, histórico e estatísticas bem como alertas operacionais.

Dessa forma, o diferencial deste projeto é que além de melhorar a análise da eficiência da produção possibilita um monitoramento ágil e preciso por parte das empresas, que posteriormente poderá identificar falhas operacionais, vazamentos ou parada de produção e a partir disso realizar medidas para eliminá-los ou torná-los menos frequentes.

Portanto, através dos resultados se pode observar o desempenho satisfatório das funcionalidades do sistema, que como demonstrado, facilita de modo significativo o monitoramento. A viabilidade prática do sistema desenvolvido é fundamentada nas vantagens que rede GSM possibilita como a grande cobertura de sinal, o baixo custo de manutenção e a confiabilidade das informações transmitidas, associada a tecnologia das plataformas microcontroladas e sistemas supervisórios de licença livre.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores desse trabalho agradecem o incentivo e apoio financeiro do Programa Petrobras de Formação de Recursos Humanos da Petrobras (PFRH) do convênio IFS/PETROBRAS e ao Instituto Federal de Sergipe pelo apoio financeiro através do Programa Institucional de Iniciação em

Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (PIBITI).

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Livro:

ALVES, J. L. L.. **Instrumentação, Controle e Automação de Processos**. Livros Técnicos e Científicos (LTC), Rio de Janeiro-RJ, 2005.

LUGLI, Alexandre B.; SANTOS, Max M. D. **Redes Industriais Características, Padrões e Aplicações**. Editora Érica, São Paulo - SP, 2014

THOMAS, J. E. **Fundamentos de Engenharia de Petróleo**. Interciência, 2004.

Artigo de periódico:

CAMPOS, M.C.M., TEIXEIRA, A.F., **Os benefícios da aplicação de técnicas de controle avançado e otimização em tempo real em unidades marítimas de produção**. VI Congresso Rio Automação, Rio de Janeiro-RJ, 2011.

FRANCA, G. H., **Automação de poços de petróleo que utilizam o Bombeio centrífugo submerso (BCS) como método de elevação**. XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Belo Horizonte-MG, 2011.

PIROTTI, Rodolfo P.; ZUCCOLOTTO, Marcos. Transmissão de dados através de telefonia celular: arquitetura das redes GSM e GPRS. **Revista Liberato**, Novo Hamburgo, v.10, n.13, p.81-89, 2009.

Tese/dissertação:

ASSMANN, B. W. **Estudo de Estratégias de Otimização para Poços de Petróleo com Elevação por Bombeio de Cavidades Progressivas**. 2-3p Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2008.

ORDOÑEZ, B. **Proposta de Controle de Operação de Poços com Bombeio Mecânico Através da Pressão De Fundo**, 66p. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Automação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis– SC, 2008

