

MONITORAMENTO DAS BACIAS DO DEPÓSITO DE REJEITO SÓLIDO¹

Normando Pantoja Queiroz²
Márcia Roseli Ribeiro³

Resumo

Este trabalho apresentará um projeto de automação aplicado no monitoramento de bacias do DRS (Depósito de Rejeito Sólido), instalado em uma empresa de produção de alumina. Tendo como objetivo a busca incansável pela excelência operacional e de custo, bem como pela primazia em saúde, segurança e meio ambiente (SSMA) e em responsabilidade social (RS). A tecnologia de automação empregada foi um Sistema Supervisório SCADA e uma rede de instrumentação Wireless. O projeto contribuiu para monitorar com mais eficiência, diminuindo ainda mais os riscos de novos incidentes e aumentando qualidade oferecida pela parte operacional.

Palavras-chave: Depósito de rejeito sólido; SCADA; Wireless.

MONITORING OF WASTE SOLIDED STORAGE

Abstract

This paper presents a design automation applied to monitor the basins of the SWD (Solid Waste Deposit), installed in a company producing alumina. Aiming at the relentless pursuit of operational excellence and cost, as well as the primacy of health, safety and environment (HSE) and social responsibility (SR). The automation technology used was a Supervisory System SCADA, a Programmable Logic Controller - PLC and a network of wireless instrumentation. The project contributed to more effectively monitor, further decreasing the risk of further incidents and increasing the quality offered by the operating part.

Keywords: Solid waste deposit; SCADA; Wireless.

¹ *Contribuição técnica ao 16º Seminário de Automação e TI Industrial, 18 a 21 de setembro de 2012, Belo Horizonte, MG.*

² *Me Automação e Controle, Engenheiro de Automação e Controle, Engenheiro de Automação Sistema Sênior, Alunorte S.A, Brasil.*

³ *Me Engenharia Elétrica, Engenheira Elétricista, Engenheiro de Automação Sistema Sênior, Alunorte S.A, Brasil.*

1 INTRODUÇÃO

A vida do planeta está em risco e o aquecimento global já afeta a todos. O desenvolvimento econômico deve considerar o impacto no meio ambiente e na sociedade. A necessidade de promover melhorias nos processos e manter a atualização tecnológica dos sistemas de controles industriais leva as equipes de automação e de controle de processos a se dividir entre a necessidade de sistemas tecnologicamente avançados e a busca contínua de melhor produtividade e maior eficiência.

A tecnologia de automação pode ajudar a compatibilizar essas necessidades e ajudar a fazer deste um mundo melhor, ecologicamente viável, socialmente justo e culturalmente aceito. Podendo reunir e difundir conhecimentos sobre novas técnicas para o melhor aproveitamento dos recursos naturais, divulgando os conceitos sobre sustentabilidade, estimulando as boas práticas no uso da energia e outros recursos e servindo de referência para todos os setores da atividade humana, ao despertar a consciência e qualificar atitudes da necessidade de um meio ambiente protegido para todos.⁽¹⁾

Diante disto, este artigo descreve o projeto de automação de um depósito de resíduos sólidos, que se caracterizou pela implantação de um sistema de monitoramento baseado na substituição do antigo sistema visual de medição, pelas tecnologias: rede de instrumentação wireless e um Software Supervisório padrão SCADA - Supervisory Control and Data Acquisition.

Este artigo está dividido em mais 5 (cinco) tópicos: a descrição do processo de depósito de resíduos, a situação do problema, o desenvolvimento da automação do sistema, resultados, referências bibliográficas e no último tópico a conclusão do trabalho.

2 DEPÓSITO DE REJEITO DE SÓLIDOS

A refinadora (Alunorte – Alumina do Norte do Brasil S.A) utiliza o minério de bauxita para obter alumina, substância esta largamente utilizada para produção de alumínio na indústria. É sabido ainda que, na referida refinaria, a bauxita utilizada possui aproximadamente 50% de alumina aproveitável.

Após a obtenção da alumina pelo Processo Bayer,⁽²⁾ a parte não aproveitada da bauxita (constituída por sílica, óxidos de ferro etc.), chamada simplesmente de lama vermelha, é descartada, alcunha que referencia o Depósito de Rejeitos Sólidos (DRS) da refinaria (Figura 1).

Tal área é especialmente projetada para servir de receptáculo para a parte não aproveitada no processo, encerrando a lama vermelha, que contém resíduos de soda cáustica e outros materiais danosos tanto ao meio ambiente, quanto à saúde e segurança de pessoas, de modo a coibir contaminações e acidentes.

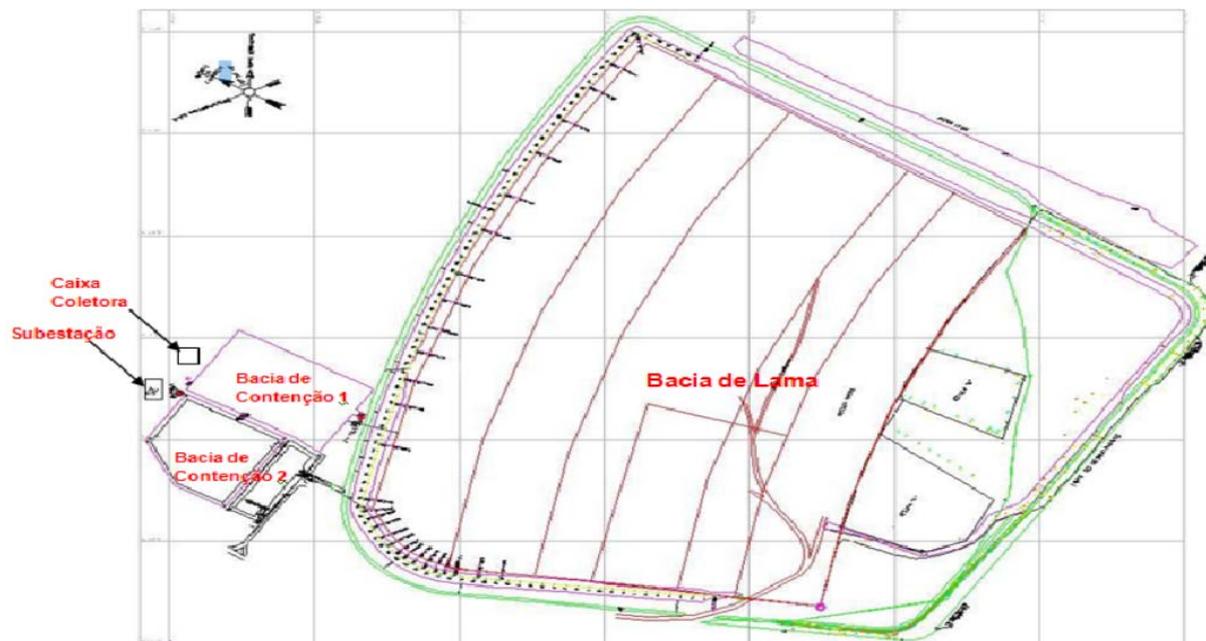


Figura 1. Depósito de rejeitos sólidos.

2.1 Funcionamento do Sistema

A Bacia de Lama (BL) recebe a lama vermelha proveniente do processo de obtenção da alumina. Além disso, ela recebe demais rejeitos sólidos da refinaria como cinzas da queima em caldeiras e alumina contaminada.

Seu assoalho é completamente coberto por mantas protetoras que evitam a contaminação dos efluentes (água contaminada) desta para o lençol freático. Todo o material é depositado através do acesso de caminhões e do trabalho de operários.

Suas paredes possuem uma elevação de 15 m em relação ao nível do mar. A lama é despejada nas regiões próximas ao centro da bacia para que ela se decante para as bordas pela ação da gravidade e também pelas chuvas. Desta forma, formam-se montanhas de lama próxima ao centro desta. Nesta região, a altitude máxima da montanha de lama é de 45 m em relação ao nível do mar.

As paredes são cercadas por um Canal de Contorno, que recebe os efluentes da BL através de estruturas chamadas “Rápidos” (comportas). O Canal de Contorno despeja, então, os efluentes recebidos nas duas Bacias de Contenção (BC).

Por fim, é válido ressaltar que a orientação da BL é dada da seguinte forma: a parede próxima às BCs é tomada como Norte e a mais distante, Sul.

2.2 Bacias de Contenção

O DRS conta hoje (Novembro de 2010) com duas bacias de contenção: T-54C-01 e T-54C-02. Estas bacias, como dito, têm a função de receber os efluentes da BL, que, basicamente, constituem-se de água pluvial que entrou em contato com os rejeitos presentes neste local (lama vermelha, em especial).

Desta forma, os efluentes presentes nas Bacias de contenção têm um caráter bastante alcalino, uma vez que eles ainda contêm traços de soda cáustica, carregados da lama vermelha.

De acordo com dados pesquisados junto à engenharia de processo, as Bacias de Contenção têm as seguintes características:

- Profundidade das Bacias de Controle: 5 m
- pH: 11 a 13

- Densidade: 1 a 1,2 t/m³
- Viscosidade a temperatura de bombeamento: 1 cP
- Temperatura: 20 a 35 °C

2.3 Bombas Centrífugas

Atualmente, existem 3 (três) bombas centrífugas na Borda Norte da Bacia de Contenção 1(T-54C-01). Há, no entanto, planos de que sejam implantadas também 3 (três) bombas centrífugas nas bordas da T-54C-02. Como o projeto das novas bombas segue os mesmos critérios das bombas em uso, os dados aqui fornecidos também servirão para quando as novas bombas entrarem em operação.

As bombas centrífugas do DRS têm a função de fornecer energia cinética aos efluentes da Bacia de Contenção para que estes possam ser transportados até a Caixa Coletora. Os principais dados das bombas são mostrados abaixo (Bomba KSB SPY 350 – 370 plano de fundação):

- Tags P-54C – 01A/B/C
- Vazão Nominal: 1000 m³/h
- Vazão mínima da bomba: 150 m³/h
- Altura manométrica total: 6,5 m
- Pressão de sucção: 0 kg/cm²
- Pressão de descarga: 0,65 kg/cm²
- Pressão diferencial: 0,65 kg/cm²
- Ambiente: Ao tempo, Úmido e Poeirento
- Tipo de serviço: Pesado
- Alimentação Elétrica: 480 V, 60 Hz, 3 Fases
- Potência absorvida nominal: 29,72 cv

3 O PROBLEMA

Durante os relatos de colaboradores que atuam cotidianamente, tanto no gerenciamento, quanto na operação do DRS, evidenciaram-se vários problemas e oportunidades de melhoria nesta área, os quais serão discutidos a seguir.

Existem, no DRS, pontos críticos onde pode haver transbordo de efluentes, caso nenhuma medida preventiva seja tomada. O maior problema se dá no período de chuvas, que se estende por vários meses no Pará. Devido à intensidade e à constância dessas chuvas, formam-se poças próximas aos vértices da BL.

O perigo de transbordo da referida bacia se dá caso os Rápidos (comportas) não sejam abertos em tempo hábil, dado que uma vez esses sejam descerrados, os efluentes são encaminhados para as BCs.

No entanto, os Rápidos são abertos manualmente, através da interferência de um operador de campo, e a decisão de qual ação tomar é feita, pelo mesmo operador, apenas após a visualização presencial das circunstâncias da BL.

Tudo isso, além de agregar um grande período de tempo na tomada de decisões, é bastante desconfortável para o colaborador, que quase sempre tem que andar centenas de metros na chuva. Não se pode negar, entretanto, que este ato possui certo grau de periculosidade, devido, especialmente, à dificuldade de se fazer isso durante a noite — numa área de grandes proporções e que ainda carece de iluminação artificial — e à possibilidade de queimaduras químicas decorrentes de contato com efluentes de caráter alcalino.

Não obstante, é necessário também vistoriar o nível das BCs, para determinar a necessidade de ligar as bombas de sucção que enviam os efluentes dessas bacias para a Caixa Coletora.

Por fim, para um dimensionamento mais refinado da quantidade de insumos (ácidos, coagulante e floculante) que serão usados na estação de tratamento de efluentes, é preciso que se conheça de antemão variáveis como pH e vazão de tudo que está sendo encaminhado para lá, inclusive, logicamente, dos efluentes oriundos do DRS.

A Figura 2 resume o que foi dito, explicitando em quais pontos se faz necessário haver supervisão, bem como quais variáveis devem ser monitoradas.



Figura 2. Esquema geral dos locais e variáveis que precisam ser monitorados no DRS.

4 DESENVOLVIMENTO DA AUTOMAÇÃO DO SISTEMA

Em verdade, Sistemas de Automação Industrial modernos utilizam largamente tecnologias de computação e comunicação para automatizar a monitoração e o controle de processos,⁽³⁾ podendo efetuar coleta e processamento de dados em ambientes complexos, eventualmente dispersos geograficamente, e por fim apresentá-los de modo amigável ao operador ou a outro usuário interessado.

Nesse contexto, surge o conceito de Sistemas Supervisórios, os quais permitem que sejam monitoradas e rastreadas remotamente informações de um processo produtivo ou instalação física, por meio da coleta de informações de equipamentos de aquisição de dados, os quais, em seguida, são manipulados, armazenados e, posteriormente, exibidos ao usuário.

Para viabilizar a comunicação desses dados existem as chamadas Redes Industriais, as quais estão divididas em múltiplos níveis e englobam conhecimentos da Ciência das Redes de Computadores, moldando-os conforme as necessidades dos ambientes industriais. Ainda assim, em muitas plantas industriais existem as chamadas “ilhas de informação”, que consistem de dados da planta não acessíveis

pelas Redes Industriais, devido, principalmente, à fatores como alto custo e dificuldade de implantação de redes cabeadas.

O local mostrado na Figura 3, não há nenhum sistema de automação. Elencadas as necessidades de melhoria tanto na operação quanto no gerenciamento do DRS (Área 54A) é patente a necessidade da construção de um sistema supervisorio para a referida área.

Dada esta constatação, foi preciso, então, elaborar um projeto para que o sistema supervisorio a ser implantado seja apropriado ao ambiente do DRS e eficiente do ponto de vista de suas funcionalidades. Assim, os próximos itens descreverão as medidas que foram tomadas para a elaboração de tal projeto.



Figura 3. DRS (Área 54A)

4.1 Levantamentos dos Requisitos

Embora muito já se conheça a respeito das condições de operação enfrentadas atualmente no DRS, ainda era necessário saber mais a respeito desta área. Para isso, buscaram-se informações adicionais junto à Coordenação de Operação e à Gerência de Área do DRS, bem como às Engenharias de Automação de Projetos, a fim de se descobrir quais requisitos a solução a ser desenvolvida deve cumprir.

O primeiro ponto levantado foi como se faria a ligação do sistema a ser implantado com o SDCD, uma vez que o DRS é uma das áreas mais afastadas do centro desta refinaria. Descobriu-se, assim, que de fato não há estações remotas no DRS, porque não se tinha planejado fazer supervisão ou controle automático nessa área.

O próximo passo foi saber onde fica a ER (Estação Remota) mais próxima do DRS e como seria possível se comunicar com ela. Constatou-se, então, que há uma estação remota a 1 km da refinaria e que dentro da subestação do DRS existe uma fibra óptica ligada a esta ER. A comunicação do DRS até a estação remota pode ocorrer usando-se o padrão Profibus DP.⁽⁴⁾ Finalizou-se, deste modo, a parte dos requisitos básicos para a Automação.

Entretanto, era preciso averiguar mais a respeito do DRS junto com os outros profissionais. Com isto, descobriu-se que há vários projetos programados para o DRS.

Haverá a ampliação da rede elétrica do DRS, que se estenderá pelos lados norte e oeste, visando aumentar a iluminação dessa área. Na parte mecânica, haverá a aquisição e instalação de novas bombas para a T-54C-02, que até então encaminhava seus efluentes para a Caixa Coletora através de uma única bomba móvel de sucção de grande porte, usada apenas quando a referida bacia está cheia. Outro ponto levantado nesta etapa foi o plano de se ter uma sala de monitoramento no próprio DRS, onde operadores trabalharão visualizando os pontos críticos

através de imagens obtidas por câmeras de longo alcance, bem como através do sistema supervisorio.

Por fim, foi solicitado que a infra-estrutura a ser instalada para promover as medições e as comunicações do sistema supervisorio, dos sensores, dos transmissores, etc. Possa ser móvel e possa permitir reconfigurações. Isto se dá devido à existência de um plano de desativação e reflorestamento da BL antiga, que será executado progressivamente.

4.2 Automação Escolhida

Devido ao aumento da complexidade da operação e do gerenciamento desta área, viu-se a necessidade da implantação de um sistema supervisorio que agregue informações, de modo a permitir um monitoramento constante, prover melhor planejamento e aumentar a celeridade das decisões.

O Depósito de Rejeitos Sólidos, no entanto, encerra características ímpares em relação às outras áreas daquela refinaria. Por ser um receptáculo de lama vermelha, seu ambiente é hostil e passível de mudanças estruturais e organizacionais, o que interfere na maneira de como os instrumentos de coleta de informações sejam aplicados.

Por conta desse fato, no projeto do referido sistema supervisorio, discutido neste trabalho, resolveu-se utilizar a emergente tecnologia de Redes de Sensores Sem Fio (RSSF), que embora consista de uma rede ad-hoc, possui desafios próprios, tais como: aplicação específica, interação com o ambiente, limitações de recursos de energia, centralização de dados, simplicidade, segurança e imprevisibilidade.

A rede de instrumentação a ser aplicada neste projeto ainda é capaz de se comunicar com o SDCD da empresa, de modo a disponibilizar a informação a todos os profissionais envolvidos na administração e operação do Depósito de Rejeitos Sólidos, e os dados obtidos por ela deveriam ser armazenados e disponibilizados para o sistema voltado a usuários da rede corporativa.

4.3 Implantação da Rede RSSF

Para implementação da Rede RSSF foi contratada uma empresa que já realizou a instalação desta tecnologia em várias indústrias no Brasil.

Não houve necessidade de uma alimentação elétrica para estes instrumentos (transmissores), uma vez que eles possuem uma autonomia de até 10 anos.

Para realizar a medição de nível na Bacia de Lama, usou-se, também, um sistema de chave de nível com bóias do tipo pêra,⁽⁵⁾ desta vez, entretanto, com dois níveis de indicação: linha de alarme e linha crítica — como ilustrados na Figura 5. Utilizou-se também de uma estrutura metálica removível, ideal para manter a mobilidade do sistema e assegurando que grandes intervenções não serão feitas nas paredes da Bacia de Lama.

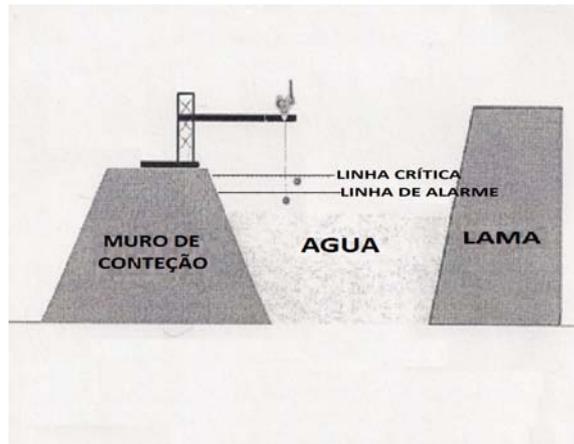


Figura 5. Medição de nível na BL.

Na medição de pH usou-se um transmissor sem fio, uma vez que se acrescentará mais um nó na rede, aumentando o número de rotas possíveis na RSSF.

A medição de vazão dos efluentes que são encaminhados para a ETE (Estação de Tratamento de Efluentes) é por um sistema de calha Parshall associado a um medidor ultrassônico, para que a indicação possa ser reconhecida automaticamente. Existe uma unidade concentradora *wireless* próxima a tal sistema, permitindo que as informações coletadas sejam enviadas, também, sem a necessidade de fios.

No projeto apresentado também foram acrescentados medidores eletromagnéticos de vazão para medição na saída das bombas de sucção das Bacias de Contenção. Estes medidores comunicam-se com uma unidade concentradora no protocolo Foundation Fieldbus. Isto se dar, pois ainda não existem medidores eletromagnéticos da fornecedora que possuam transmissores sem fio.

A comunicação da Rede de Sensor Sem Fio (RSSF) com o sistema da empresa é feita da seguinte forma: existe uma unidade concentradora — gateway — dos sinais advindos dos instrumentos na subestação, chamada Gateway 1420, e a interface com a rede Profibus DP da empresa será dada acrescentando-se um conversor Modbus RTU / Profibus DP, de fabricação NOVUS.⁽⁶⁾

Finalmente, é válido adicionar que os transmissores da fornecedora comunicam-se através do protocolo WirelessHART, que procura agregar as funcionalidades do protocolo HART a instrumentos sem fio e tal qual o ISA100, ele é baseado nas camadas do padrão IEEE 802.15.4 para WPANs — física e MAC.

4.4 Instrumentos Utilizados

- Discrete transmitter wireless
- Gateway Profibus DP/Modbus RTU
- Analizador de pH Wireless 6081
- Sensor pH/ORP 399
- Chave de nível pendular 3201
- Gateway para Rede Wireless 1420
- OZD
- Acoplador óptico



Figura 6. Painel de Gateway.

A Figura 6 mostra de que forma os dispositivos estão interligados no físico. Onde, temos uma fonte de alimentação que alimenta os mesmos. O gateway transmitindo dados advindos do campo através da rede Modbus RTU ao Digigate. Este que tem por finalidade converte de Modbus RTU em Profibus DP que em seguida é convertido em fibra óptica através do OZD, que é interligado a um acoplador óptico fazendo a ligação com o sistema SDCCD.

4.5 Prazo de Implantação e Investimento

O prazo de implantação desse projeto foi de 01 ano (20/07/2009 à 20/07/2010) o qual foi investido o montante de R\$ 120.000,00.

4.6 Visão Geográfica

A Figura 7 mostra como ficou distribuída e mapeada a rede de instrumentação.



Figura 7. Rede de Instrumentação

A Figura 8 mostra como o fluxo das informações entre os instrumentos e o supervisor ficou distribuído.

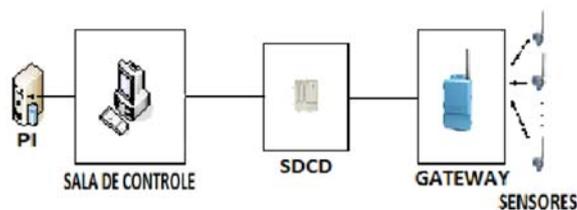


Figura 8. Fluxograma das Informações.

4.7 Supervisorio

Um supervisorio do tipo SCADA - Supervisory Control and Data Acquisition (Controle Supervisorio e Coleta de Dados) é um sistema configurável destinado à supervisão, ao controle e aquisição de dados da planta, interage com o operador através de uma interface gráfica, que roda em microcomputador comum, este sistema possibilita a configuração de alarmes, relatórios de eventos, gráficos de tendência.⁽⁷⁾

Os sistemas SCADA mantêm uma base de dados referente aos valores das variáveis coletadas em campo, ele lê e grava estes valores permitindo ao operador o livre acesso a eles. O operador precisará de uma interface intuitiva e lógica que permita visualizar o processo em tempo real, esta interface poderá incluir controles utilizando Visual Basic além de possibilitar a comunicação com padrões abertos de OPC – OLE for Process Control, permite a comunicação via TCP/IP, Interface serial.⁽⁸⁾

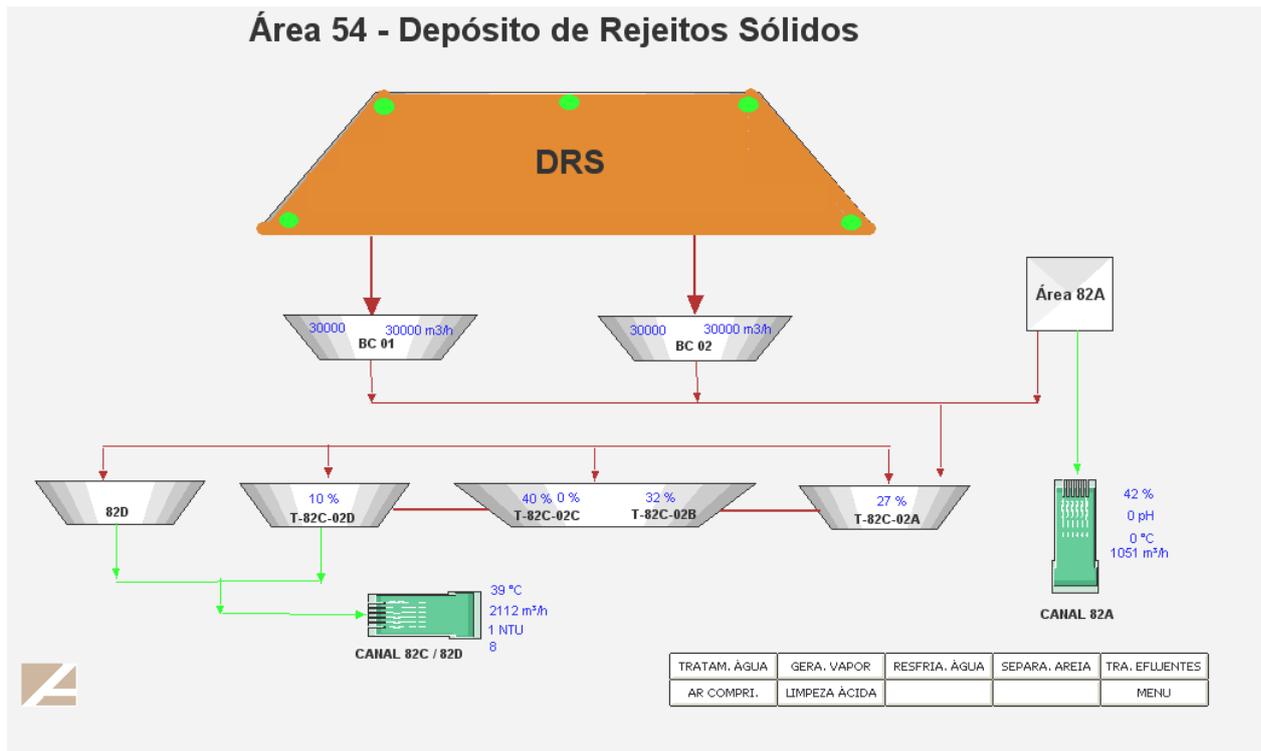


Figura 9. Tela do Supervisorio do DRS.

A tela principal do supervisorio (Figura 9) permite a atuação direta nos equipamentos do campo ligando ou desligando os motores, fazendo o revezamento de equipamentos, visualizando eventos, emitindo relatórios, também algumas animações ocorrem durante o abastecimento e é possível saber, qual o nível, quais alarmes ainda não foram rearmados.

A rede Fieldbus⁽⁹⁾ “barramento de campo” é um sistema digital de comunicação de dados, que interconecta dispositivos de campo, como sensores, controladores e atuadores. É uma rede do tipo LAN-Local Área Network, determinística cuja transmissão de dados é feita em intervalos de tempo pré-determinados, possui dois tipos de aplicação H1 e HSE, na H1 taxa de transmissão de 31,25 Kbits/s, o meio físico de transmissão é par trançado blindado (STP). Na HSE (*High Speed Ethernet*) a taxa de transmissão é de 100Mbps/s e possibilita a comunicação entre controladores.

No sistema da bacia, a rede foi projetada com as seguintes características: topologia em barramento, tecnologia de comunicação mestre-escravo, possui o “Host Device” uma interface controladora de processos (PCI) que está conectada à placa mãe do computador industrial, fonte de alimentação, transmissor de nível, cabo do tipo par trançado e a impedância terminadora a (Figura 10).

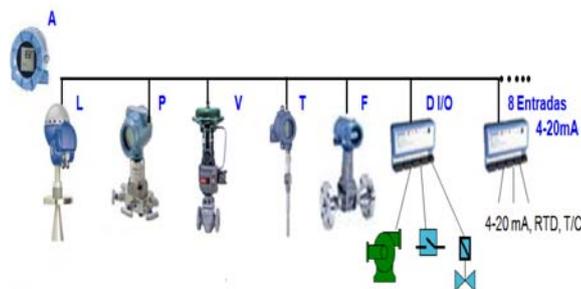


Figura 10. Arquitetura da rede fieldbus.

5 RESULTADOS

Por meio do monitoramento das variáveis do processo produtivo (nível, pH, temperatura e vazão) é possível determinar níveis ótimos de trabalho. Caso estes níveis saiam da faixa aceitável o supervisorio pode gerar um alarme na tela, alertando o colaborador do processo para um eventual problema no processo produtivo. Desta forma, as intervenções no processo são feitas rapidamente, garantindo que o produto final sempre tenha as mesmas características.

Também é possível centralizar toda a leitura dos instrumentos de campo, gerar gráficos de tendência e gráficos históricos das variáveis do processo.

Com o projeto em funcionamento houve uma grande melhoria no controle do processo tanto para os colaboradores quanto ao gerenciamento da área.

Onde foi possível controlar e monitorar os níveis das bacias evitando assim transbordos que impactariam ao meio ambiente. Outro importante fato foi à exposição do colaborador a área diminuiu, dando maior segurança na execução de suas atividades.

7 DISCUSSÃO

O tipo de aplicação realizada na Alunorte com o uso da tecnologia Wirelles, até o momento, tem caráter único, por isso é inviável se fazer as devidas comparações.

8 CONCLUSÃO

Este artigo demonstrou a automatização para uma bacia de resíduos sólidos, foram descritas as principais tecnologias de hardware e software, rede de instrumentação que integraram o projeto, assim como as principais características do sistema supervisorio SCADA, da rede FIELDBUS.

A utilização destas tecnologias permitiu à empresa criar um modelo de gestão para futuros trabalhos de melhoria em equipamentos, seguindo um escopo que inclui: as especificações, onde houve a escolha da tecnologia da rede de instrumentação. Detalhamento do projeto e a execução do projeto onde se teve a contratação da empresa para a construção da infra-estrutura.

Agradecimentos

Agradeço aos Engenheiros Rui Matos, Daniella Costa e Elionilce Maia da Alunorte, pelo apoio que me foi prestado na elaboração deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- 1 PINHEIRO, J.M.S. Disponível em: www.oficinadanet.com.br/artigo/794/a_automacao_no_monitoramento_ambiental_novembro/20010.
- 2 KAUFFMAN, G. B.; Adams, M. L. (1990). Aluminium—An Active Metal. Educ. Chem, 36.
- 3 CAMPOS, M. M., Kanu Saito. (2004). “Sistemas Inteligentes em Controle e Automação de Processos”. Editora: Ciência Moderna.
- 4 SMAR. O que é PROFIBUS. Disponível em: www.smar.com/brasil2/profibus.asp, Outubro de 2010.
- 5 THOMAZINI, D. P. U. B. de A. (2005). “Sensores Industriais: Fundamentos e Aplicações”. Editora, Érica.

- 6 NOVUS. Conversores. Disponível em: www.novusautomation.com, Novembro/2010.
- 7 BRYAN, L. Y., BRYAN, E. A. (2003). "Programmable Controllers – Theory and Implementation". 2ed. Industrial Text Company Publication. Atlanta. Georgia. USA.
- 8 CASTRUCCI, L. P. de, Moraes, C. C. de. (2007). "Engenharia de Automação Industrial". 2 ed. LTC. Rio de Janeiro
- 9 ALEXANDRIA, A. (2006). "Redes Industriais". Editora: Ensino Profissional