



XX Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica
SENDI 2012 - 22 a 26 de outubro
Rio de Janeiro - RJ - Brasil

Sérgio Eduardo Lessa e Silva	CARMECI ALVES DOS SANTOS FRANCO
Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia	Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia
slessa@coelba.com.br	csantos@coelba.com.br

Substituição do sistema SCADA da COELBA

Palavras-chave

Centro de Controle
Expansibilidade
Interoperabilidade
SCADA
Sistema de Automação e Controle

Resumo

Depois de passar onze anos com um sistema SCADA baseado em plataforma UNIX, com descontinuidade de hardware e limitações de software, a COELBA realizou a substituição do mesmo por outro escolhido no mercado brasileiro. Essa tarefa demandou uma metodologia capaz de incorporar todas as necessidades da Automação, observando os problemas existentes no sistema anterior e todos os elementos que compõe o Sistema de Automação, além das tendências do mercado atual, na intenção de diminuir impactos na substituição.

Destaca-se nesta metodologia a avaliação realizada em todos os sistemas SCADA existentes no Brasil, criando um documento com tópicos abordando funcionalidades necessárias à operação do sistema em tempo real, protocolos, rede, comunicação, expansibilidade, interoperabilidade entre outros itens. Cada item foi pontuado, saindo daí os quatros melhores sistemas SCADA, segundo o ponto de vista da COELBA.

Outro ponto forte dessa metodologia foi à revisão da especificação técnica anterior, analisando e atualizando os itens, além de inserir novas tendências do sistema elétrico atual.

Mesmo com toda preparação, não foi possível eliminar problemas que apareceram ao longo da implantação. Estes problemas, porém, foram minimizados e foi possível cumprir o prazo estipulado para a implantação do novo SCADA em todos os centros de operação da COELBA.

1. Introdução

Todo o processo de telecontrole das subestações e centros de controle da COELBA começou a ser implantado a partir de 1998, começando pela adaptação de 10 subestações para o telecontrole e a instalação de um SCADA nos COD de Salvador e Itabuna. Em 2001 iniciou-se a digitalização (substituição de toda a proteção por relés digitais comunicando-se com uma UTR, através de protocolo de comunicação) com uso de um maior número de pontos que a adaptação feita até então e neste caso, exigindo maior processamento dos servidores SCADA.

Desde então, estudos foram efetuados para avaliar o antigo sistema SCADA da COELBA e preparar a empresa para o momento de substituição do referido sistema. Em 2005 houve uma avaliação de desempenho que concluiu que haveria excesso de processamento nas CPU dos servidores SCADA, comprometendo a expansão da automação do sistema elétrico. Para tanto, foram adquiridos 02 servidores (servidores já usados por não existirem mais novos no mercado) a fim de substituir os mais antigos. Em 2006 foi melhorado o desempenho com remanejamento de servidores e acréscimos de CPU. Porém, foi verificado um novo problema, de limitação de número de pontos configurados, estando o COS de Salvador próximo ao limite máximo. O hardware também comprometia a permanência do atual SCADA. O existente estava sofrendo descontinuidade (segundo a HP desde 2009 não há mais sobressalentes para este hardware). O sistema operacional UNIX versão 4.0F que só poderia funcionar em hardware mais antigo, também não teria mais suporte técnico.

Foi avaliada a necessidade de adquirir um sistema que não tivesse essas restrições apontadas. Inicialmente era necessário avaliar adequadamente as opções existentes no mercado. Como havia problemas de suporte técnico com o SCADA até então utilizado, um dos itens importantes era que o sistema fosse preferencialmente brasileiro. Mas isso não poderia ser uma cláusula eliminatória.

Definida a realização de um amplo estudo, com visita e contato com diversas empresas do setor Elétrico e com avaliação de centenas de itens, pontuados e classificados. A partir desse documento foram selecionados os principais sistemas existentes no Brasil, de acordo com o ponto de vista da COELBA (SANTANA & BRITO, 2004, p. 1-4).

Após essa análise, iniciou-se um trabalho de adaptação da Especificação Técnica da COELBA, reavaliando itens obsoletos e remodelando partes que foram fontes de problemas detectados no primeiro sistema SCADA (PALMA & FRANCO, 2008, p. 4-5).

Avaliando esses dois primeiros tópicos e após um longo período de experiência com o primeiro SCADA foi verificado que alguns pontos teriam que ser predefinidos e eliminatórios no processo de licitação. Um deles seria a expansibilidade, tanto em hardware quanto em software do novo sistema. Outro ponto importante seria a interoperabilidade, ou pelo menos maior flexibilidade de integração com outros sistemas (que o mesmo utilizasse padrões abertos).

Um ponto definido como obrigatório foi do sistema rodar sobre plataforma Linux. Como os profissionais da COELBA que trabalhavam diretamente com o SCADA tinham experiência com o sistema operacional UNIX, seria mais fácil a adaptação ao novo SCADA. Além disso, o Linux é um sistema mais confiável que o Windows e mais prático que o UNIX utilizado no sistema anterior.

Foi necessário remodelar os centros e dessa forma, foi especificada uma nova arquitetura para o Centro de Controle da COELBA com as seguintes características: divisão de aplicações do SCADA em hardwares distintos; redução no custo do sistema devido ao menor número de licenças; servidores do SCADA apenas em três centros de controle aumentando a centralização e a disponibilidade e reduzindo o custo de manutenção; criação de redundância de Centro de Operação; aumento da confiabilidade e disponibilidade da

automação de subestações da regional Barreiras, devido problema restritivo existente na infra-estrutura de telecomunicação desta regional, redirecionando a comunicação para Salvador.

Também foi verificada a necessidade de avaliação do novo hardware. Para o novo sistema, buscou-se minimizar o problema de descontinuidade produtiva de equipamentos que existiu com o sistema anterior. Em função disso, foi definido o uso de equipamentos tipo PC, tanto nos consoles de operação, quanto nos servidores.

A determinação preestabelecida com o grupo e acordada com o Departamento de Operação foi de implantar o sistema em todas as regionais em dois anos. Apesar de terem ocorrido alguns problemas não previstos no cronograma de implantação, foi possível executá-lo no tempo calculado, o que tornou o projeto bem sucedido.

2. Desenvolvimento

Esse tópico registra todos os passos tomados que antecederam à substituição do sistema SCADA.

2.1. Trabalho de Avaliação

Esse trabalho consistiu em uma etapa importante de todo o processo de substituição do antigo SCADA porque apontou diversos aspectos relevantes de outros sistemas, reafirmando pontos fortes e fracos que indicaria a melhor escolha para o perfil operacional da COELBA. Constituiu num documento que enumerou funcionalidades importantes, muitas delas obtidas a partir da própria Especificação Técnica da COELBA e também de documentos diversos de outras empresas, montando um perfil ideal de um sistema de telecontrole para o sistema elétrico. A partir daí foram realizadas análises a partir de manuais, visitas técnicas, entrevistas com profissionais das áreas de Automação, Operação e Manutenção, orçamentos obtidos com os principais fornecedores entre outras atividades, que resultaram em uma pontuação para cada sistema em cada item analisado e que culminou em um grupo de SCADA que poderiam ser um passo inicial para uma análise técnica mais apurada.

Esta avaliação foi composta de três partes: análise técnica, correspondente a 50% da avaliação final, análise de custo, correspondente a 30% da avaliação final e avaliação do relacionamento e continuidade, correspondente a 20% da avaliação final. A análise técnica foi composta de 129 itens, divididos em 12 grupos, conforme tabela 1.

TABELA 1 – Grupo de Itens da Avaliação Técnica

Sistema
Hardware
Software SCADA
Base de Dados
Integração
Comunicação (Aquisição de Dados)
Alarmes e Eventos
Relatórios
Históricos
Funcionalidades EMS
Funcionalidades DMS
Sistema Especialista para Tratamento de Alarmes

Todo este trabalho foi concluído em 2004, quando o principal problema diagnosticado era a obsolescência do hardware. Após a constatação que havia um limite de pontos no SCADA anterior e que este limite estava próximo de ser alcançado no COS, o mesmo tornou-se fundamental na fase preliminar do processo de

substituição, iniciado em 2007. Já tendo ocorrido esta avaliação, foi definido que a aquisição do novo sistema seria através de carta convite para os quatro sistemas melhor avaliados neste trabalho, ao invés de se partir para um processo totalmente aberto ao mercado e com um número bem superior de participantes.

2.2. Elaboração da Especificação Técnica

A este trabalho antecedeu uma discussão interna sobre a necessidade ou não de contratar uma consultoria especializada para elaboração da especificação técnica (ET). Levantado prós e contras, definiu-se que a própria unidade de Automação da COELBA iria disponibilizar a especificação técnica, a partir da existente do fornecimento do primeiro SCADA. Essa etapa consistiu em identificar aspectos obsoletos da especificação anterior após o avanço da tecnologia e a inserção de novos itens essenciais às novas tendências do sistema elétrico, de redes, de protocolos de comunicação, de banco de dados e de hardware.

Após a experiência adquirida com o primeiro sistema SCADA, foi possível avaliar aspectos importantes para inserir na especificação, principalmente referente à expansibilidade e a interoperabilidade. Um ponto crucial também avaliado foi o suporte técnico, fundamental na consolidação do novo sistema nos primeiros anos de funcionamento.

Existiram itens eliminatórios, como o sistema operacional, o hardware e a política de atualizações do SCADA (possibilidade de atualizações com ônus definido). Após um estudo minucioso foi possível confeccionar uma especificação mais abrangente e adequada às necessidades atuais. Foram definidos 508 itens nesta ET e alguns dos principais foram:

- *Necessidade do sistema operacional ser Linux;*
- *Garantia e suporte por três anos após conclusão da substituição;*
- *Treinamentos necessários;*
- *Redundância de Centro de Operação;*
- *Fornecimento do hardware necessário;*
- *Necessidade do novo sistema permitir atualizações de base de dados sem parada do mesmo (base quente);*
- *Servidor dedicado para facilitar o acesso ao novo SCADA por usuários da Rede Corporativa da COELBA;*
- *Definição de um banco horas de desenvolvimento para itens necessários e não previstos.*

2.3. Escolha do novo SCADA

Após a entrega das propostas, iniciou-se a análise técnica. Incluído nesta etapa também uma apresentação dos sistemas ofertados com a finalidade de conhecer melhor o SCADA e a oferta proposta.

Depois dessa etapa foi realizada a consolidação dos itens ofertados e da tabela de cumprimento associada aos itens da especificação técnica. Uma preocupação relevante nesta análise foi avaliar o quanto os sistemas propostos já estavam preparados para atender à COELBA. Para cada proposta, foi avaliada também a quantidade de desenvolvimentos que seriam necessários. A partir daí foi elaborado um relatório detalhado contendo todos os aspectos observados em cada proposta apresentada, entre eles:

- *Descrição do Sistema*
- *Locais onde o Sistema está instalado e o período*
- *Plano de migração*
- *Esquema de Suporte Técnico*
- *Pontos positivos e negativos do Sistema*

Todos os itens foram analisados e foi escolhido tecnicamente o sistema melhor pontuado (SILVA &

3. Implantação do Sistema

O contrato firmado para implantação da proposta vencedora não foi com o desenvolvedor do SCADA e sim com uma empresa parceira, tradicional fornecedor de serviços e de equipamentos na área de Automação do Setor Elétrico brasileiro. Esta empresa é que firmou contrato com o desenvolvedor. Esta parceria foi relevante também em função do corpo técnico da COELBA envolvido no planejamento e manutenção do SCADA ser pequeno e vários outros projetos estarem acontecendo paralelamente à implantação do sistema. Esta equipe própria não seria suficiente para administrar todas as tarefas que esse projeto necessitava.

3.1. Workstatement

Com a intenção de preparar o sistema de Automação da COELBA para o processo de implantação propriamente dito e ratificar todo o escopo do fornecimento, foram realizadas reuniões onde foram discutidos alguns tópicos relevantes. O objetivo principal foi descrever funcionalmente, de uma maneira global, mas objetiva, todos os componentes técnicos, logísticos e humanos envolvidos no projeto de implantação do novo SCADA na COELBA. Devido à complexidade e dimensão do projeto em causa, seria necessário manter sempre o rigor e organização durante o desenvolvimento das diferentes fases e atividades que o compõem. O Workstatement permitiu às pessoas envolvidas no processo de implementação deste sistema ter uma mesma base de trabalho, onde foi possível observar quais as metodologias a adotar, que documentos consultar, as ações a realizar e a quem recorrer em caso de dúvida ou necessidade. Ele também sofreu atualizações em consequência de decisões tomadas posteriormente.

Uma preocupação considerada neste projeto desde a especificação técnica e bastante discutida nesta etapa foi a transição entre um sistema e outro. Para diminuir os impactos da mudança, foi definida a necessidade de integração entre os dois SCADAs. Em cada Centro implantado, o novo SCADA passava a aquirir os dados das instalações, mas distribuía para o antigo SCADA, permitindo a continuidade operacional por este sistema, enquanto os testes e ajustes finais eram feitos com o novo sistema e permitindo realizar o treinamento de operação no momento mais adequado.

Outro item muito discutido durante o Workstatement foi sobre a base de dados do novo SCADA. Após verificação das alternativas possíveis e da constatação que o sistema de gestão de base de dados da COELBA denominado Coelbase possuía todas as condições necessárias para continuar gerando a base de dados do SCADA, foi definido por esta opção, sendo definido o desenvolvimento de um software para adequar a saída do Coelbase às necessidades do novo SCADA.

Também nesta etapa foi definido algo de grande impacto no projeto: novo padrão de telas para visualização de alarmes. Como o novo SCADA possui uma alternativa dinâmica de tela de alarmes, foi definido por esta alternativa, ao invés de telas estáticas. As duas grandes vantagens verificadas foram a atualização automática desta tela dinâmica, de acordo com a base de dados vigente e a não necessidade de se criar centenas de telas de alarmes que existiam no antigo SCADA.

3.2. Implantação do novo Sistema

A implantação propriamente dita iniciou-se com a aquisição do hardware, desenvolvimentos necessários, homologação das remotas utilizadas pela COELBA e criação das telas a serem utilizadas. Em cada um destes itens ocorreram importantes aprendizados, a serem abordados no próximo item.

Neste início foram desenvolvidas as distribuições IEC 101 e ICCP do novo SCADA para o antigo. O planejamento inicial foi os dados aquiridos em cada Centro serem distribuídos para o antigo SCADA através do protocolo IEC 101 e uma outra distribuição através do protocolo ICCP ser utilizada no COS em

Salvador para receber os dados dos demais Centros que ainda não estivessem com o novo sistema. As distribuições IEC 101 atenderam as expectativas e permitiram uma transição mais tranquila. Já as distribuições ICCP não puderam ser utilizadas, conforme relatado no item 3.3 e forçou o uso dos dois sistemas por um tempo maior, o que não afetou o cronograma do projeto.

O desenvolvimento de ferramenta para confecção da base de dados a partir do Coelbase consumiu grande parte do desenvolvimento previsto, mas foi fundamental para o sucesso do projeto. Com o cadastro necessário para base de dados totalmente existente no Coelbase, este desenvolvimento permitiu diminuir prazos de várias etapas do cronograma. Além disso, favorecerá para sempre, como já tem ocorrido, na criação de novas funcionalidades no novo SCADA.

Os diversos treinamentos previstos foram realizados de acordo com cada etapa do projeto. As mais de 400 horas-aulas de treinamento para 257 treinandos foram sobre base de dados e telas, manutenção, administração e desenvolvimento de aplicações do banco de dados histórico, linguagem C, desenvolvimento de aplicações usuário e operação. Dois desafios distintos podem ser destacados nesta etapa: a assimilação de uma teoria sobre o novo SCADA, no início do projeto, e o treinamento para os Controladores de Sistema de cada Centro realizado pela equipe de Automação, antes de cada Centro começar a utilizar o novo SCADA. Neste último, envolvia toda uma preparação prévia de infra-estrutura de rede de computadores para permitir uso efetivo do novo SCADA pelos treinandos, além de viagens e transporte de equipamentos.

As telas foram criadas pela empresa parceira, seguindo o padrão do antigo SCADA para diminuir o impacto para quem opera o Sistema Elétrico remotamente (fundo preto, cores de cada classe de tensão, cores dos alarmes conforme a gravidade, etc). Foram validadas pelas áreas de Automação e de Operação, antes de serem utilizadas nos Centros.

O que seria Teste de Aceitação em Fábrica (TAF) foi realizado na própria COELBA, num ambiente preparado especificamente para este fim, em comum acordo entre os envolvidos. Os itens mais relevantes da Especificação Técnica em relação ao hardware e software foram verificados nesta etapa, tendo como referência o documento Tabela de Cumprimento, fornecido na entrega da proposta técnica pela empresa parceira.

As Unidades Terminais Remotas (UTRs) utilizadas na COELBA foram homologadas com o novo SCADA, com a presença do desenvolvedor deste sistema, no Laboratório de Automação nesta empresa. Como as UTRs possuem particularidades diferentes, conforme muda o fabricante, esta atividade foi importante para evitar problemas ao colocar o novo SCADA em operação. Ainda assim, alguns problemas não impeditivos ao funcionamento não foram devidamente detectados, em função do ambiente de teste não ser adequado para detectar tais problemas, e estão sendo resolvidos gradativamente.

Pela impossibilidade de se comissionar todas as instalações com o novo SCADA, foi definido inicialmente no escopo deste projeto pela necessidade de se testar 20 subestações. Posteriormente este item foi reavaliado e definido pelo teste de todos os comandos, em todas as subestações, que não provocassem interrupção no Sistema Elétrico. No primeiro Centro a funcionar com o novo SCADA, o COS em Salvador, foi testada completamente uma subestação.

Relatórios de auxílio à operação do Sistema Elétrico foram incluídos na Especificação Técnica para serem desenvolvidos no novo SCADA. Como os principais relatórios especificados já faziam parte deste sistema, foi acordado que os demais relatórios seriam desenvolvidos pela empresa parceira. Esta utilizou uma solução própria que a partir da base histórica do novo SCADA, disponibilizou todos os demais relatórios especificados, em software específico.

Uma preocupação especial na entrada em operação do novo sistema e desativação do antigo SCADA era com as informações históricas utilizadas por diversas áreas da COELBA. Um servidor na Rede Corporativa

já tinha dados de mais de cinco anos do sistema anterior e era fundamental que, com a desativação deste sistema, os principais relatórios utilizados continuassem disponíveis. Como o banco de dados histórico dos dois SCADAs possuem formatações diferentes, foi necessário criar nova instância no servidor da Rede Corporativa dedicado ao novo SCADA. O sistema antigo só foi definitivamente desativado quando a solução de dados histórica estava totalmente resolvida.

A partir da data de entrada em operação do novo sistema em cada Centro foi realizado o teste de disponibilidade, conforme regras estabelecidas na Especificação Técnica. A conclusão desta atividade só foi dada como concluída quando o novo SCADA funcionou por seis semanas com disponibilidade maior ou igual a 99,98%.

A infra-estrutura da rede SCADA foi toda providenciada pela equipe de Automação da COELBA, com uma preocupação especial com a continuidade operacional do antigo SCADA. Foram instalados novos roteadores e switches, com novas faixas de endereçamentos IP.

Durante a implantação do sistema ocorreram alguns problemas não previstos. O sistema de comunicação da COELBA é muito diversificado, tendo desde sistema de rádio analógico a 1200 bps com canal de comunicação compartilhado entre várias subestações, até links de fibra óptica, passando por rádios digitais seriais e ethernet, satélite e modem celular. Especificamente nos canais compartilhados houve problemas que impossibilitaram a integração imediata e que foram somente detectados após o início dos comissionamentos, com o sistema já sendo disponibilizado para a operação. O novo SCADA não estava devidamente preparado para operar com canais compartilhados, o que exigiu um maior esforço do desenvolvedor nesta etapa do projeto, o que foi devidamente realizado, dentro do cronograma estabelecido para o projeto.

Dois anos após o início, em agosto de 2010, o novo SCADA estava em plena operação nos cinco Centros de Operação da COELBA, com o antigo SCADA totalmente desativado.

3.3. Aprendizados

Após um projeto desta magnitude, com grande interferência numa das principais atividades de uma Distribuidora de Energia Elétrica que é a operação do Sistema Elétrico, sempre ficam aprendizados para todos os envolvidos. A seguir, alguns destes.

3.3.1. Contrato

O esperado era que cada desenvolvedor de um SCADA fornecesse todas as necessidades do projeto. A partir da decisão de uma parceria envolvendo uma terceira empresa, o ideal seria um contrato com as duas partes e não apenas com a empresa parceira, como foi realizado. A gestão dos itens de responsabilidade do desenvolvedor (licenças, desenvolvimentos, treinamentos, suporte) teria sido melhor com um contrato da COELBA (o mesmo ou um segundo contrato) diretamente com o desenvolvedor.

3.3.2. Hardware

Em função de problemas vivenciados com as torres de disco presentes no antigo sistema, a COELBA buscou evitar este hardware no novo SCADA, desde que não trouxesse nenhum prejuízo ao funcionamento do mesmo. A empresa contratada, que não havia incluído este item em sua proposta e por isso não foi incluído no contrato, ficou de avaliar esta alternativa, com uso de raid interno, inclusive com o desenvolvedor.

A solução definitiva ficou sem torre de disco, porém, para a atualização de base de dados sem parada do sistema possa funcionar, conforme o desenvolvedor, é necessário este hardware. Esta funcionalidade, parte integrante da especificação técnica feita pela COELBA, ainda não está disponível, o que favoreceu a definição estabelecida.

3.3.3. Integração entre os SCADAs através do protocolo ICCP

Conforme já abordado, era desejo da COELBA e definido como viável pelo desenvolvedor a integração via protocolo ICCP entre os dois SCADAs. Esta necessidade se justificava devido ao COS ter sido escolhido o primeiro Centro a utilizar o novo SCADA e os Centros do interior, ainda com SCADA antigo, se comunicariam com o COS via ICCP. Após várias tentativas e intervenções sem sucesso, a gestão do projeto optou em abortar esta alternativa para não prejudicar outras etapas. Isto forçou o COS a utilizar os dois SCADAs até a implantação do novo SCADA em todos os Centros. Apesar do especificado, contratado, desenvolvido e programado, foi imperativo esta decisão devido a implantação do ICCP no SCADA antigo não ter sido feita dentro do esperado.

3.3.4. Homologação das UTRs existentes na COELBA com o novo SCADA

A homologação realizada em Laboratório não foi suficiente para detectar alguns problemas verificados com o novo SCADA em operação. Necessidade de um determinado atraso na comunicação entre o SCADA e a UTR, registro indesejado de eventos com dupla transição, falta de registro de eventos por não terem chegado ao novo SCADA em ordem cronológica são alguns exemplos verificados, resolvidos ou a resolver. É provável que uma homologação realizada em subestações em operação, com testes simulatórios, permitisse eliminar ou diminuir a quantidade destes problemas.

3.3.5. Criação de telas

A criação de telas foi definida em contrato de forma global, por regional COELBA, junto com a base de dados. A diminuição considerável no total de telas que foi necessário criar, conforme exposto no item 3.1, e a necessidade de se criar novas telas devido a novas integrações no período indicam que este item seria melhor gerido caso tivesse sido separado da base de dados e inserido no contrato com valor unitário. Poder-se-ia definir três tipos – instalação pequena, média e grande, com os quantitativos COELBA previamente estabelecidos.

Em relação a base de dados, com a geração através do Coelbase, o esforço da contratada neste item foi praticamente nulo. Isto indica a mesma observação para criação de telas, citadas acima: item específico, com custo unitário e quantidade conforme fosse o porte da instalação para se utilizar, caso houvesse algum problema com a geração a partir do Coelbase.

3. Conclusões

A substituição do sistema de telecontrole consistiu em um projeto desenvolvido ao longo de dois anos, numa parceria entre o fornecedor do sistema SCADA e uma empresa prestadora de serviços. Mesmo criando uma metodologia fundamentada na experiência do corpo técnico, em pesquisas realizadas com outras concessionárias do mesmo padrão e em documentos diversos analisados, não foi possível eliminar problemas enfrentados ao longo da implantação. Coube a equipe do projeto a possibilidade de aprender com esses erros, acumulando mais experiência e facilitando com isso a implantação do SCADA nos outros centros de controle.

Acredita-se também que com todo esse minucioso trabalho foi escolhido o melhor sistema, atendendo não só as expectativas dos profissionais da área assim como dos principais utilizadores do sistema, o Departamento de Operação da COELBA. O prazo estipulado para a implantação do novo SCADA em todos os centros de operação da COELBA foi alcançado e o sucesso atingido foi fruto de ações distintas e de um grande comprometimento com o resultado final.

4. Referências bibliográficas

- 1- SANTANA, F. & BRITO, N. Redefinição do Sistema SCADA. COELBA, 2004;
 - 2- FRANCO, C. A. S., PALMA, J. R. & SILVA, S. E. L. Especificação Técnica do Sistema de Controle e Aquisição de Dados. COELBA, 2008;
 - 3- FRANCO, C. A. S., PALMA, J. R. & SILVA, S. E. L. Relatório sobre a Aquisição do novo SCADA. COELBA, 2008.
-