



Universidade Federal de Campina Grande

Centro de Engenharia Elétrica e Informática

Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

EMANOEL LEITE DA SILVA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

Campina Grande, Paraíba
Março de 2014

EMANOEL LEITE DA SILVA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

*Relatório de Estágio Integrado submetido à
Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica da
Universidade Federal de Campina Grande
como parte dos requisitos necessários para a
obtenção do grau de Bacharel em Ciências no
Domínio da Engenharia Elétrica.*

Área de Concentração: Processamento de Energia

Orientador:

Professor Montiê Alves Vitorino, D. Sc.

Campina Grande, Paraíba
Março de 2014

EMANOEL LEITE DA SILVA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

Relatório de Estágio Integrado submetido à Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências no Domínio da Engenharia Elétrica.

Área de Concentração: Processamento de Energia

Aprovado em / /

Professor Avaliador
Universidade Federal de Campina Grande
Avaliador

Professor Montiê Alves Vitorino, D. Sc.
Universidade Federal de Campina Grande
Orientador, UFCG

AGRADECIMENTOS

Agradeço a essa Instituição, em primeiro lugar, pela minha acolhida e pelas condições oferecidas, que me permitiram concluir este trabalho.

Agradeço também aos diretores da empresa Viridis Engenharia por terem confiado em mim, dando-me a oportunidade de realizar esse estágio.

Agradeço também a toda minha família, que com todo carinho e apoio, não mediu esforços para eu chegar a esta etapa da minha vida.

Agradeço ao meu orientador, Montiê Alves, pela paciência e tempo dedicado as sugestões.

Enfim, agradeço a todos que de alguma forma, passaram pela minha vida e contribuíram para a construção de quem sou hoje.

RESUMO

Este relatório apresenta as atividades desenvolvidas no âmbito do estágio integrado realizado na empresa Viridis Engenharia no período de 31/outubro/2013 a 19/março/2014.

Inicialmente são apresentados alguns conceitos básicos sobre eficiência energética e sistemas de automação e, em seguida são descritas as atividades realizadas durante o período de estágio, entre elas, o projeto de consultoria em eficiência energética. O objetivo desse projeto foi propor formas e métodos para o uso eficiente dos recursos energéticos, visando à redução dos custos do consumo de energia elétrica nas instalações do SEBRAE de João Pessoa – PB. Com o intuito de aumentar a eficiência no processo de distribuição de água tratada, também, foram realizados projetos para automação do sistema adutor de água tratada Patos/Assunção da CAGEPA.

Palavras-chave: Eficiência energética, redução de custos e sistema adutor.

ABSTRACT

This report presents the activities performed on integrated stage in the company Viridis Engineering during the period from 31/October/2014 to 14/March/2014.

Initially are presented some basic concepts about energy efficiency, automation systems and the activities performed during the probationary period, among them design consulting in energy efficiency are described. The objective of this project was to propose ways and methods for the efficient use of energy resources, aimed to reducing recurrent costs of energy consumption in the installations of SEBRAE of João Pessoa – PB. To increase efficiency in the distribution of treating process water also projects were undertaken to automation of the Patos/Assunção pipeline system of treated water of CAGEPA.

Keywords: energy efficiency, reducing costs and pipeline system.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Sistema adutor de água (BAHIA, 1998).	19
Figura 2. Controle do sistema de abastecimento de água por módulos (TSUTIYA, 2001).	20
Figura 3. Controle integrado do sistema de abastecimento de água (TSUTIYA, 2001).	20
Figura 4. Pirâmide de automação.	22
Figura 5. Fluxo de caixa considerando tarifação convencional.....	38
Figura 6. Fluxo de caixa para compra de lâmpadas de LED – Tarifação verde.....	39
Figura 7. Fluxo de caixa para a compra de condicionadores de ar com tecnologia inverter – tarifação convencional.	42
Figura 8. Fluxo de caixa para a compra de condicionadores de ar com tecnologia inverter – tarifação verde.....	43
Figura 9. Diagrama geral do sistema integrado adutor Patos/Assunção.	45
Figura 10. Hierarquia de controle e automação do sistema adutor Patos/Assunção.	46
Figura 11. Visão geral do sistema de comunicação do SSC.	60
Figura 12. Arquitetura da Unidade Central de Controle (UCC).....	61
Figura 13. Arquitetura da URAC-MESTRA.....	63
Figura 14. Arquitetura da URAC-ESCRAVA.	64
Figura 15. Arquitetura da URAC-MESTRA.....	64
Figura 16. Arquitetura da URA-ESCRAVA.	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Tarifas relativas à demanda e ao consumo (10/novembro/2013).....	31
Tabela 2. Dados das lâmpadas sugeridas p/ adequação das salas do prédio do SEBRAE.	34
Tabela 3. Dados gerais das lâmpadas (coletados em 20/novembro/2013).....	36
Tabela 4. Dados técnicos das lâmpadas selecionadas.	36
Tabela 5. Considerações gerais para fluxo de caixa.	37
Tabela 6. Comparação entre as lâmpadas de LED e a fluorescente.	37
Tabela 7. Considerações gerais para o fluxo de caixa.	40
Tabela 8. Dados dos condicionadores de ar selecionados.	41
Tabela 9. Comparação entre os aparelhos de ar-condicionado selecionados.	41
Tabela 10. Quadro resumo das EB.	48
Tabela 11. Resumo dos reservatórios.	49

Sumário

Agradecimentos	iv
Resumo	v
Abstract	vi
Lista de Ilustrações	vii
Lista de Tabelas	viii
1 Introdução	11
2 Apresentação da Empresa	12
3 Embasamento Teórico	13
3.1 Eficiência Energética	13
3.2 Tarifação de Energia Elétrica	14
3.2.1 Classificação dos Consumidores	14
3.2.2 Estrutura Tarifária	15
3.3 Sistema Adutor	18
3.3.1 Unidades Operacionais de um Sistema Adutor	18
3.3.2 Automação de um Sistema Adutor	19
3.4 Padrão ANSI/ISA e a Pirâmide de Automação	21
3.4.1 Nível 0: Nível de processo	22
3.4.2 Nível 1: Nível de instrumentação	22
3.4.3 Nível 2: Nível de automação	23
3.4.4 Nível 3: Nível de planta	24
3.4.5 Nível 4: Nível de corporação	25
4 Projetos Desenvolvidos	27
4.1 Projeto 1: Consultoria em Eficiência Energética para o SEBRAE – PB	27
4.1.1 Objetivos do Projeto	27
4.1.2 Etapas do Projeto	27
4.1.3 Informações sobre o SEBRAE	28
4.1.4 Levantamento da Carga Elétrica Instalada	28
4.1.5 Estudo de Viabilidade Econômica Para Adequação Tarifária	29
4.1.6 Correção do Fator de Potência	32
4.1.7 Avaliação da Adequação das Instalações Quanto Ao Nível de Iluminância	33
4.1.8 Estudo de Viabilidade Econômica para Substituição de Lâmpadas Fluorescentes Por Lâmpadas LED	35
4.1.9 Estudo de Viabilidade Econômica para Substituição de Condicionadores de Ar Tipo Split Convencionais Pela Tecnologia Inverter	39
4.2 Projeto 2: Automação do Sistema Adutor Patos/Assunção da CAGEPA	43
4.2.1 Objetivos do Projeto	44
4.2.2 Informações Sobre a CAGEPA	44
4.2.3 Localização do Sistema Adutor	45
4.2.4 Hierarquia de Controle e Automação a Ser Implementada no Sistema Adutor Patos/Assunção	46
4.2.5 Dados e Configuração do Sistema	47

4.2.6	Requisitos Operacionais para Automação do Sistema Adutor	50
4.2.7	Requisitos Técnicos para Automação do Sistema Adutor	53
4.2.8	Funções a Serem Implementadas na Unidade Central de Controle (UCC) – Patos	55
4.2.9	Funções a Serem Implementadas nas Estações EB 07,08, 09 e 10	56
4.2.10	Funções a Serem Implementadas nos Reservatórios	58
4.2.11	Arquitetura de Comunicação	58
4.2.12	Arquitetura do Sistema De Supervisão e Controle	60
5	Considerações Finais	66
	Bibliografia.....	67
	Glossário.....	68

1 INTRODUÇÃO

Eficiência Energética (EE) refere-se a ações de diversas naturezas que culminam na redução de energia necessária para atender as demandas da sociedade por serviços de energia sob forma de luz, calor/frio, acionamento, transportes e uso em processos. Objetiva, em síntese, atender às necessidades da economia com menor uso de energia primária e, portanto, menor impacto à natureza.

A oferta de um serviço de energia exige uma cadeia de transformações, transportes e estocagem com origem nas fontes primárias, ou seja, nas formas disponíveis na natureza tanto de origem renovável (solar, eólica, hidráulica, etc) quanto não renovável (petróleo, gás natural, carvão mineral e nuclear).

O presente relatório é referente ao estágio integrado realizado na empresa Viridis Engenharia na cidade de Campina Grande – PB no período de 31/outubro/2013 a 19/março/2014, totalizando uma carga horária de 660 horas.

O objetivo do mesmo foi a realização de projetos voltados às ações na área de eficiência energética em empresas e indústrias. Os projetos foram realizados com o auxílio e supervisão da equipe de engenheiros da empresa e com base nos manuais de eficiência energética produzidos pela PROCEL/ELETRONBRAS.

2 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

A VIRIDIS Engenharia é uma empresa com foco em consultoria e projetos de engenharia, e fontes alternativas de geração de energia. Formada por engenheiros eletricitas, com comprovada experiência, nas áreas de projetos e implantação de sistemas elétricos de potência, saneamento, sistemas de supervisão e controle e gestão de projetos. A empresa está localizada na cidade de Campina Grande, Paraíba, Brasil.

A equipe técnica da VIRIDIS Engenharia possui larga experiência no setor elétrico. Seus profissionais estão aptos a oferecer soluções integradas compatibilizando tecnologia, eficiência e economicidade.

A empresa presta serviços em duas áreas da engenharia: Eficiência Energética e Energias Renováveis. Os serviços prestados pela empresa são:

- Consultoria em eficiência energética;
- Consultoria no processo de migração para o mercado livre: técnica, administrativa e legal;
- Gestão da compra de energia junto as comercializadoras;
- Geração distribuída e co-geração;
- Micro e mini geração: estudo de viabilidade, projeto e instalação de sistemas com fontes alternativas de energia;
- Prospecção e desenvolvimento de novos negócios para a geração fotovoltaica;
- Projetos de plantas de geração de energia elétrica com base na tecnologia fotovoltaica;
- Instalação e manutenção de sistemas de geração fotovoltaica;
- Representação comercial de equipamentos para sistemas fotovoltaicos.

3 EMBASAMENTO TEÓRICO

Nesse capítulo serão apresentados os fundamentos teóricos utilizados durante a realização do estágio.

3.1 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Entende-se por eficiência energética (EE) todas as ações de diversas naturezas que culminam na redução de energia necessária para atender as demandas da sociedade por serviços de energia sob forma de luz, calor/frio, acionamento, transportes e uso em processos. Objetiva, em síntese, atender às necessidades da economia com menor uso de energia primária e, portanto, menor impacto da natureza.

No trabalho publicado por (GELLER, 1994) é descrito que a eficiência energética é maximizada quando se consegue realizar um serviço e/ou produzir um bem com uma quantidade de energia inferior à que era usualmente consumida, sem que isso prejudique sua qualidade, conforto e eficiência. Neste sentido, ser eficiente do ponto de vista energético equivale a consumir menos energia para obter-se o mesmo resultado final, reduzindo custos com a eletricidade consumida, custos com a manutenção dos equipamentos e outros.

O abastecimento público de água, que até poucos anos atrás, era feito por meio de fontes limpas captadas nas encostas e trazidas as comunidades pela ação da gravidade, atualmente depende, quase que em sua totalidade, de bombeamento. Desta maneira, tornou-se indispensável o uso de bombas e, por conseguinte, houve um aumento no consumo de energia elétrica devido ao acionamento dos motores e demais dispositivos utilizados para o funcionamento eficaz das bombas.

Nos processos de adução de água tratada ou bruta existe consumo significativo de energia elétrica que pode ser reduzido, somando benefícios tanto para o usuário quanto para o agente gestor. No trabalho realizado por (BAHIA, 1998) é ressaltado que normalmente as perdas de energia elétrica nas diversas etapas do sistema de

abastecimento de água (captação, transporte, tratamento, armazenamento e distribuição) são encontradas nos procedimentos operacionais existentes, no dimensionamento dos sistemas, na idade dos equipamentos, nas tecnologias não eficientes utilizadas, na manutenção, nas formas contratuais e no desperdício de água.

Uma forma de minimizar os desperdícios nos sistemas adutores é através da automação do bombeamento de água, visto que essa etapa é a que apresenta maior consumo de energia elétrica.

3.2 TARIFAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

A compreensão da forma como é cobrada a energia elétrica e como são calculados os valores apresentados nas faturas, emitidas mensalmente pela concessionária de energia elétrica, é fundamental para tomada de decisões em relação a projetos de eficiência energética.

Através da análise das informações de consumo (kWh) e demanda (kW) (informação disponível somente para clientes que fazem uso da tarifa binômica), contidas nas faturas de energia elétrica, é possível estudar a relação entre hábitos e consumo de uma dada instalação: comercial, residencial ou industrial.

O resultado obtido nesta análise é importante também para verificar se a relação contratual entre o cliente e a empresa concessionária está adequada e obter uma base de dados para comparação futura do consumo de energia elétrica.

3.2.1 CLASSIFICAÇÃO DOS CONSUMIDORES

No Brasil, as unidades consumidoras são classificadas em dois grupos tarifários: Grupo A e Grupo B. O agrupamento é definido, principalmente, em função do nível de tensão em que são atendidos e também, como consequência, em função da demanda (kW).

As tarifas do Grupo B se destinam às unidades consumidoras atendidas em tensão inferior a 2,3 kV e são estabelecidas para as seguintes classes (e subclasses) de consumo:

- B1: Classe residencial e subclasse residencial baixa renda;

- B2: Classe rural, abrangendo diversas subclasses, como agropecuária, cooperativa de eletrificação rural, indústria rural, serviço público de irrigação rural;
- B3: Outras classes: industrial, comercial, serviços e outras atividades, poder público, serviço público e consumo próprio;
- B4: Classe iluminação pública.

Os consumidores atendidos em alta tensão, acima de 2,3 kV, como indústrias, shopping centers e alguns edifícios comerciais, são classificados no Grupo A. Esse grupo é subdividido de acordo com a tensão de atendimento, como mostrado a seguir.

- Subgrupo A1 para o nível de tensão de 230 kV ou mais;
- Subgrupo A2 para o nível de tensão de 88 a 138 kV;
- Subgrupo A3 para o nível de tensão de 69 kV;
- Subgrupo A3a para o nível de tensão de 30 a 44 kV;
- Subgrupo A4 para o nível de tensão de 2,3 a 25 kV;
- Subgrupo AS para sistema subterrâneo.

3.2.2 ESTRUTURA TARIFÁRIA

Define-se estrutura tarifária como sendo o conjunto de tarifas aplicáveis aos componentes de consumo de energia elétrica e/ou demanda de potência ativa, de acordo com a modalidade de fornecimento.

No Brasil, as tarifas do Grupo A são constituídas em três modalidades de fornecimento, explicadas a seguir.

3.2.2.1 ESTRUTURA TARIFÁRIA CONVENCIONAL

O enquadramento na estrutura tarifária convencional exige um contrato específico com a concessionária, no qual se pactua um único valor da demanda pretendida pelo consumidor ('Demanda Contratada'), independentemente da hora do dia (ponta ou fora da ponta) ou período do ano (seco ou úmido).

Os consumidores do Grupo A, sub-grupos A3a, A4 ou AS, podem ser enquadrados na estrutura tarifária Convencional quando a demanda contratada for inferior a 300 kW, desde que não tenham ocorrido, nos onze meses anteriores, três registros consecutivos ou seis registros alternados de demanda superior a 300 kW.

A fatura de energia elétrica desses consumidores é composta da soma de parcelas referentes ao consumo, demanda e, caso exista, demanda de ultrapassagem.

A parcela de consumo é calculada multiplicando-se o consumo medido pela Tarifa de Consumo:

$$P_{consumo} = Tarifa\ do\ Consumo \times Consumo \quad (1)$$

A parcela de demanda é calculada multiplicando-se a Tarifa de Demanda pela Demanda Contratada ou pela demanda medida (a maior delas), caso esta não ultrapasse em 10% a Demanda Contratada:

$$P_{demanda} = Tarifa\ de\ Demanda \times Demanda\ Contratada \quad (2)$$

A parcela de ultrapassagem é cobrada apenas quando a demanda medida ultrapassa em mais de 10% a Demanda Contratada. Calcula-se multiplicando a Tarifa de Ultrapassagem pelo valor da demanda medida que supera a Demanda Contratada.

3.2.2.2 ESTRUTURA TARIFÁRIA HORO-SAZONAL VERDE

A opção de enquadramento na estrutura tarifária Verde somente é possível para as unidades consumidoras do Grupo A, sub-grupos A3a, A4 e AS.

Essa modalidade tarifária exige um contrato específico com a concessionária, no qual se pactua a demanda pretendida pelo consumidor (“Demanda Contratada”), independentemente da hora do dia (ponta ou fora de ponta).

A fatura de energia elétrica desses consumidores é composta da soma de parcelas referentes ao consumo (na ponta e fora dela), demanda e ultrapassagem.

A parcela de consumo é calculada através da expressão abaixo, observando-se, nas tarifas, o período do ano:

$$P_{consumo} = Tarifa\ do\ Consumo\ na\ Ponta \times Consumo\ na\ Ponta + Tarifa\ do\ Consumo\ Fora\ da\ Ponta \times Consumo\ Fora\ da\ Ponta \quad (3)$$

No período seco (maio a novembro) as tarifas de consumo na ponta e fora de ponta são mais caras que no período úmido.

A parcela de demanda é calculada multiplicando-se a Tarifa de Demanda pela Demanda Contratada ou pela demanda medida (a maior delas), caso esta não ultrapasse em mais de 10% a Demanda Contratada:

$$P_{demanda} = Tarifa\ de\ Demanda \times Demanda\ Contratada \quad (4)$$

A tarifa de demanda é única, independente da hora do dia ou período do ano.

A parcela de ultrapassagem é cobrada apenas quando a demanda medida ultrapassa em mais de 10% a Demanda Contratada. É calculada multiplicando-se a Tarifa de Ultrapassagem pelo valor da demanda medida que supera a Demanda Contratada.

3.2.2.3 ESTRUTURA TARIFÁRIA HORO-SAZONAL AZUL

Aos consumidores dos sub-grupos A1, A2 ou A3, é obrigatório o enquadramento na estrutura tarifária Azul e opcional para os consumidores dos subgrupos A3a, A4 e AS.

Essa modalidade tarifária exige um contrato específico com a concessionária, no qual se pactua tanto o valor da demanda pretendida pelo consumidor no horário de ponta (Demanda Contratada na Ponta) quanto o valor pretendido nas horas fora de ponta (Demanda Contratada fora de Ponta).

A fatura de energia elétrica desses consumidores é composta pela soma de parcelas referentes ao consumo e demanda e, caso exista, ultrapassagem. Em todas as parcelas observa-se a diferenciação entre horas de ponta e horas fora de ponta.

A parcela de consumo é calculada através da expressão abaixo, observando-se, nas tarifas, o período do ano:

$$P_{consumo} = Tarifa\ do\ Consumo\ na\ Ponta \times Consumo\ na\ Ponta + Tarifa\ do\ Consumo\ Fora\ da\ Ponta \times Consumo\ Fora\ da\ Ponta \quad (5)$$

As tarifas de consumo na ponta e fora de ponta são diferenciadas por período do ano, sendo mais caras no período seco (maio a novembro).

A parcela de demanda é calculada somando-se o produto da Tarifa de Demanda na ponta pela Demanda Contratada na ponta (ou pela demanda medida na ponta, de

acordo com as tolerâncias de ultrapassagem) ao produto da Tarifa de Demanda fora da ponta pela Demanda Contratada fora de ponta (ou pela demanda medida fora de ponta, de acordo com as tolerâncias de ultrapassagem):

$$P_{demanda} = \text{Tarifa de Demanda na Ponta} \times \text{Demanda Contratada na Ponta} + \text{Tarifa de Demanda Fora da Ponta} \times \text{Demanda Contratada Fora da Ponta} \quad (6)$$

A parcela de ultrapassagem é cobrada apenas quando a demanda medida ultrapassa a Demanda Contratada acima dos limites de tolerância (5% para os sub-grupos A1, A2 e A3 e 10% para os demais sub-grupos). O valor desta parcela é obtido multiplicando-se a Tarifa de Ultrapassagem pelo valor da demanda medida que supera a Demanda Contratada.

3.3 SISTEMA ADUTOR

Um sistema adutor tem como objetivo realizar o transporte de água desde sua captação em um manancial até sua distribuição para as residências. O sistema adutor é constituído por unidades operacionais com finalidades específicas ao longo do processo de adução.

3.3.1 UNIDADES OPERACIONAIS DE UM SISTEMA ADUTOR

As principais unidades operacionais presentes em um sistema adutor são:

- Unidade de Captação: é a unidade destinada a obter água do manancial (superficial ou subterrâneo) em quantidade capaz de atender o consumo;
- Estação de Tratamento de Água (ETA): é a unidade onde é realizado o processo de tratamento da água bruta, garantindo à população o fornecimento de água de boa qualidade do ponto de vista físico, químico, biológico e bacteriológico, e sem impurezas prejudiciais à saúde;
- Estações Elevatórias e/ou boosters (EB) são instalações que servem para bombear a água a pontos mais elevados a fim de garantir a vazão nas

linhas adutoras. São consumidoras representativas de energia elétrica, basicamente pelo uso de bombas e motores de acionamento;

- Reservatório: é a unidade responsável pela reservação ou armazenamento de água tratada para posterior distribuição para a população.

A Figura 1 representa a distribuição das unidades operacionais ao longo de um sistema adutor de água.

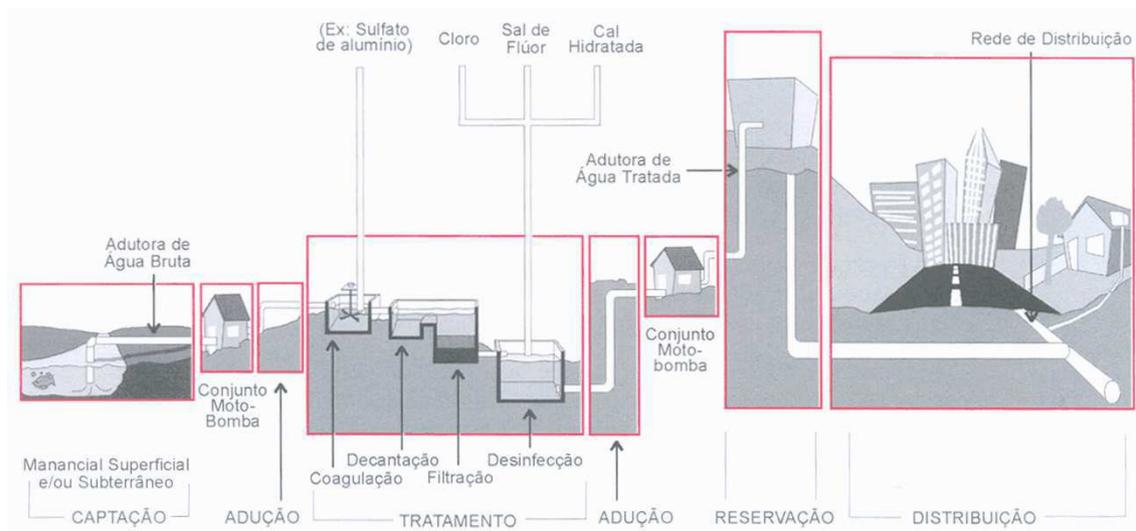


Figura 1. Sistema adutor de água (BAHIA, 1998).

3.3.2 AUTOMAÇÃO DE UM SISTEMA ADUTOR

O projeto de automação possui finalidade estratégica no processo de eficiência energética de um sistema adutor, pois o mesmo permite o controle automático dos processos realizados ao longo da adutora, desse modo, dispensando a necessidade de mão-de-obra humana excessiva, conseqüentemente reduzindo a ocorrência de problemas operacionais provocados por falha humana, logo gerando um sistema mais eficiente e reduzindo os custos operacionais.

Conforme se observa na Figura 2 e na Figura 3, o controle dos sistemas de adução pode ser feito através de diferentes níveis de automação.

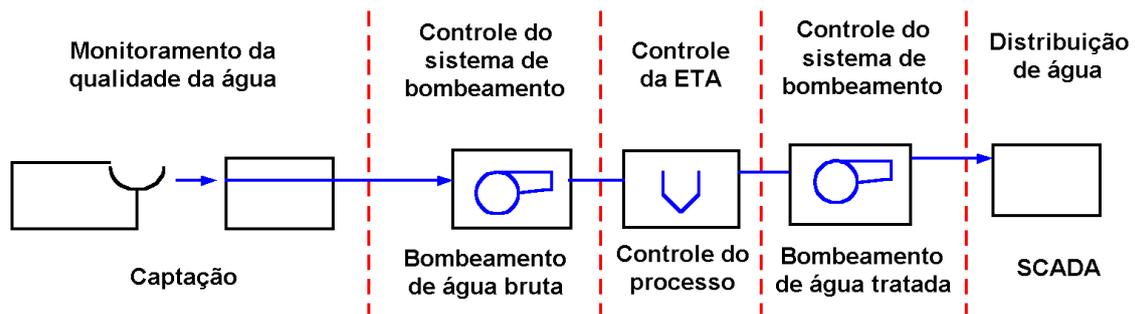


Figura 2. Controle do sistema de abastecimento de água por módulos (TSUTIYA, 2001).

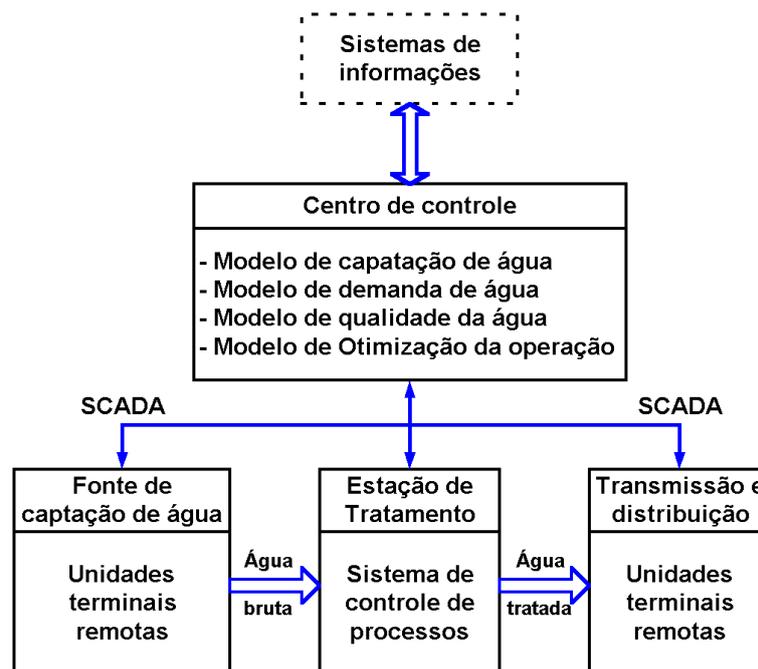


Figura 3. Controle integrado do sistema de abastecimento de água (TSUTIYA, 2001).

3.4 PADRÃO ANSI/ISA E A PIRÂMIDE DE AUTOMAÇÃO

O padrão ANSI/ISA-S95, “Enterprise-Control System Integration”, ou simplesmente ISA-95, é um padrão internacional para o desenvolvimento de uma interface de automação entre sistemas gerenciais e de controle de processos. Ele foi desenvolvido por fabricantes mundiais do setor, constituintes da International Society of Automation (ISA), e pode ser aplicado em todos os ramos industriais e nos mais diversos tipos de processos produtivos, tais como processos de produção em lotes, processos contínuos e processos repetitivos. Posteriormente, o ISA-95 foi adotado pela International Electrotechnical Commission (IEC), sendo publicado como o padrão IEC/ISO 62264.

O objetivo do ISA-95 é prover uma terminologia consistente, que é fundamental para a comunicação entre fornecedores e fabricantes, além de prover modelos de informação e de operação consistentes, imprescindíveis para tornar claras as funcionalidades das aplicações e como a informação será usada.

O padrão estabelecido no ISA-95 é composto por seis partes:

- Part 1: “Models and terminology”;
- Part 2: “Object model attributes”;
- Part 3: “Activity models of manufacturing operations management”;
- Part 4: "Object models and attributes for manufacturing operations management";
- Part 5: "Business to manufacturing transactions";
- Part 6: “Manufacturing operations management transactions”.

Na parte 1 do ISA-95 é estabelecido um modelo de hierarquização da automação, classificando-a quanto à proximidade com o processo e, conseqüentemente, quanto ao processamento (qualidade) da informação. Os cinco níveis da chamada “Pirâmide da automação” contemplam desde o chão-de-fábrica, passando por controle e supervisão locais e remotos, até os setores gerenciais e corporativos. Este modelo pode ser visto no diagrama da Figura 4, onde se observam os níveis definidos.

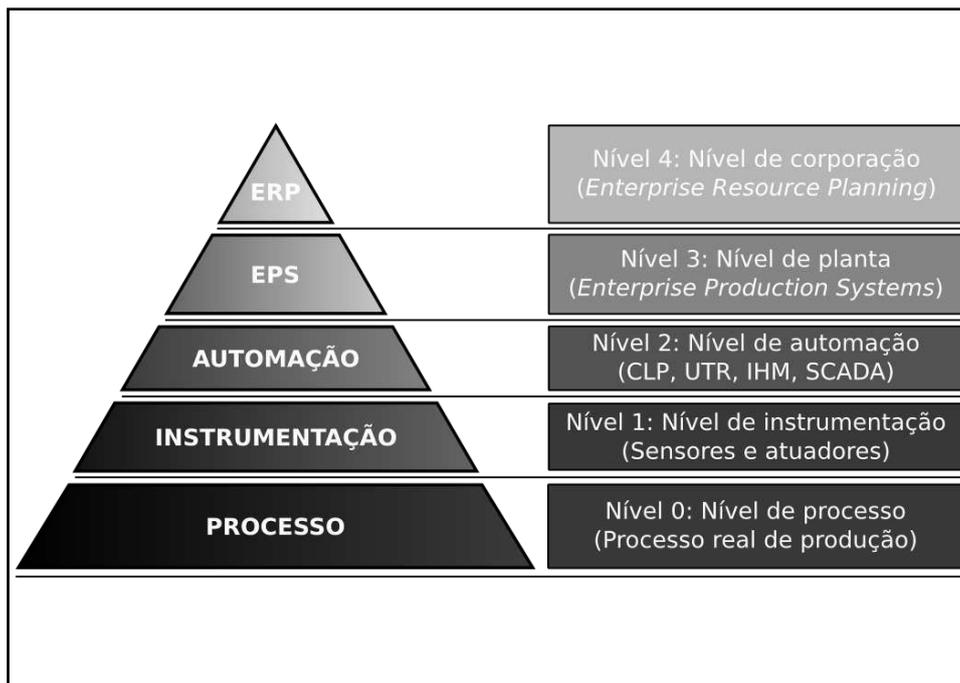


Figura 4. Pirâmide de automação.

3.4.1 NÍVEL 0: NÍVEL DE PROCESSO

O termo Processo refere-se a todo e qualquer processo produtivo de uma organização, seja ela do ramo comercial ou industrial. É a razão pela qual a empresa tem seu lucro, isto é, é a agregação de valor da empresa sem restrições quanto ao segmento de mercado que a empresa participa.

No caso específico de uma empresa de saneamento, tal como a CAGEPA, o processo a ser controlado envolve a captação, o tratamento, a adução, a reservação e a distribuição de água, bem como, em se tratando de esgoto, abrange desde a coleta até o tratamento e a emissão dos efluentes. O modelamento destes processos possibilita com que a automação possa prover a sua otimização, o que implica na redução das perdas, do consumo de energia elétrica e no aumento da vida útil dos diversos equipamentos envolvidos, dentre outras vantagens.

3.4.2 NÍVEL 1: NÍVEL DE INSTRUMENTAÇÃO

O Nível 1 constitui a camada do modelo mais próxima do processo sendo controlado. As informações que podem ser obtidas neste nível não possuem qualquer

tratamento mais elaborado, sendo compostas basicamente por valores de medições informadas por meio dos displays dos equipamentos.

Nele encontram-se os sensores, dispositivos de campo responsáveis por traduzir grandezas do processo, como vazão ou pressão, e transmiti-las às unidades de aquisição e/ou processamento de dados (CLP, UTR, etc.). Além deles, estão incluídos os atuadores, cuja função é interferir diretamente no processo, sob o comando dos equipamentos dos níveis superiores.

Encontra-se em franca expansão a adoção, no Nível 1, de sensores e atuadores inteligentes, conhecidos como IED (Intelligent Electronic Devices), com capacidade de processamento local, dotados de lógicas de controle e de informações sobre a qualidade do sinal medido. Estes dispositivos podem ser conectados diretamente ao sistema de controle, através de conexões seriais ou mesmo utilizando redes de campo, tais como Modbus, Profibus ou DeviceNet.

3.4.3 NÍVEL 2: NÍVEL DE AUTOMAÇÃO

O Controle de Processos consiste em uma técnica de manter variáveis do processo em valores pré-determinados a partir de um algoritmo geralmente proporcional a uma ou mais variáveis que são medidas em tempo real por um equipamento de controle microprocessado.

Os dispositivos que executam este controle, os CLP (Controladores Lógicos Programáveis), encontram-se classificados no Nível 2 da pirâmide da automação. Eles possibilitam também a aquisição e a transmissão dos dados de medição e estados coletados no Nível 1 para os sistemas de supervisão.

Juntamente com os CLP, as UTR (Unidades Terminais Remotas) e as IHM (Interfaces Homem-Máquina) também fazem parte do Nível 2. Os primeiros permitem a concentração e a transmissão dos dados, tal como os CLP, sem, contudo, as suas capacidades de processamento; os últimos se conectam aos CLP e às UTR e oferecem aos operadores do sistema um método amigável de visualização das informações do campo, sem a necessidade de um computador.

Estes equipamentos compõem, na hierarquia, a primeira frente de controle automático propriamente dito. Sua comunicação se dá por meio dos diversos protocolos industriais disponíveis no mercado. Encontra-se em expansão, neste momento, a

utilização de versões destes protocolos combinados com aqueles empregados na internet, baseados em Ethernet e TCP/IP, como por exemplo o Modbus TCP.

Ainda no Nível 2, mas acima dos CLP e das UTR, encontram-se os sistemas SCADA. Um sistema SCADA (Supervisory, Control And Data Acquisition system) é composto por aplicativos de software que permitem manipular, analisar, armazenar e apresentar aos operadores, de maneira amigável através de computadores PC, o estado dos dados do processo e dos equipamentos de campo.

Por meio de um sistema SCADA é possível executar diversas tarefas sobre a planta, como, por exemplo, o início de operação e a parada. Além disso, também possibilita apresentar e classificar alarmes do processo, registrar históricos de eventos, realizar estudos de tendência dentre outras funcionalidades.

Uma das maiores vantagens do SCADA é a possibilidade de monitoramento do sistema em tempo real. Os dados são adquiridos do campo em intervalos regulares, dependendo do sistema, podendo ainda ser repassados a aplicativos integrados, hierarquicamente superiores.

3.4.4 NÍVEL 3: NÍVEL DE PLANTA

Os sistemas que compõem o Nível 3 são englobados no termo geral de EPS (Enterprise Production Systems), ou “sistemas de gerenciamento da produção”. Nele estão incluídos o MES (Manufacturing Execution System), responsável por todo o acompanhamento da produção, desde a ordem de produção até o produto final, os sistemas de manutenção, o PIMS (Plant Information Management System), que contém um repositório de dados que concentra todas as informações relevantes das células de processo, armazenando-as em um banco de dados histórico e as disponibilizando através de diversas formas de representação, o LIMS (Lab Information Management System), ou “sistema de gerenciamento de laboratórios”, os sistemas de gerenciamento de ativos, os sistemas de WMS (Warehouse Management Systems), que possibilitam o comprometimento de vendas livre de erros, entre outros.

O MES hoje é visto como uma das etapas de um modelo maior que representa a cadeia de suprimentos (Supply Chain). Entre os seus objetivos podem ser destacados: servir de ponte para ligar o chão-de-fábrica aos ERP (Nível 4); prover rastreabilidade de tudo que é produzido, incluindo o histórico de cada constituinte de um produto, a que

horas foi produzido, por quem e com que qualidade; controlar as variáveis de negócio, permitindo a análise de tudo que influa no custo e na qualidade.

O MES é responsável pelo gerenciamento do processo de produção. Dentro do contexto desse modelo, o MES atua como um tradutor das definições do serviço em atividades, integrando assim os sistemas de gestão (ERP) com os sistemas de supervisão (SCADA). Um sistema MES proporciona um gerenciamento eficiente pelo fato de possibilitar a tomada de decisões com base em informações úteis, recentes e confiáveis dos diversos setores do chão-de-fábrica.

A integração da produção ao sistema de negócios (MES/ERP) é a ferramenta mais indicada para conseguir uma maior rapidez na tomada de decisão, comprometimento com prazos a cliente, máxima produtividade e qualidade, redução de custos e margens.

Aliado ao MES, o PIMS constitui-se em outra das principais ferramentas no Nível 3 da pirâmide da automação. Dentre as principais vantagens decorrentes da sua utilização, podem ser ressaltadas:

- Armazenar vários anos de informações de uma planta, de modo a otimizar o espaço utilizado e o tempo de recuperação dos dados, e confrontá-las em tempo real;

- Incorporar funções que não existiam a nível de supervisão e controle no manejo de dados históricos;

- Associar um alarme para cada tipo de variável controlada;

- De maneira anômala, dar um contexto financeiro para algumas variáveis.

3.4.5 NÍVEL 4: NÍVEL DE CORPORAÇÃO

No Nível 4 da pirâmide encontra-se o ERP (Enterprise Resource Planning). O ERP é um amplo sistema de soluções e informações, uma arquitetura de software modular com o objetivo de facilitar o fluxo de informações entre todas as atividades da empresa, como fabricação, compras, estoque, logística, finanças, interação com fornecedores, vendas, serviços a clientes e recursos humanos. O ERP é responsável, portanto, pela integração de todas as áreas da empresa, definindo, deste modo, um sistema de automação completo, que reúne desde informações de processo até informações de negócio de forma integrada.

Sistemas ERP são projetados para serem independentes de plataforma, com interface gráfica onde o usuário é capaz de selecionar os símbolos e manipulá-los como forma de auxílio para obter resultados práticos. O usuário de um sistema ERP usa uma aplicação que acessa as informações de um banco de dados único. Esse banco de dados interage com todos os aplicativos do sistema. Desta forma, consegue-se eliminar a utilização redundante de informações e de dados assegurando a integridade das informações obtidas. O ERP faz com que cada tarefa dependa das informações da tarefa anterior. Logo, as informações têm que ser constantemente atualizadas, já que são processadas em tempo real.

Em se tratando da manutenção, o objetivo do ERP é auxiliar a gestão da manutenção no gerenciamento dos dados recebidos, principalmente os indicadores de desempenho provenientes de sistemas de supervisão e controle. Neste caso, o sistema ERP está integrado a uma base de dados relacional.

O ERP pode ser visto como uma grande base de dados com informações que interagem e se realimentam. Dessa forma, um dado inicial sofreria grande mudança, por exemplo, uma ordem de vendas que se transforma num produto final no estoque.

4 PROJETOS DESENVOLVIDOS

Nesta seção serão apresentados os projetos desenvolvidos ao longo do período de realização do estágio. Os projetos são voltados à área de eficiência energética para ambientes empresariais e para a indústria de distribuição de água potável.

4.1 PROJETO 1: CONSULTORIA EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA PARA O SEBRAE – PB

Visando a elaboração de um plano para redução do consumo de energia elétrica, esse projeto consistiu em realizar estudos nas instalações da Sede Administrativa do SEBRAE, localizado na Avenida Maranhão, 983, Bairro dos Estados em João Pessoa.

4.1.1 OBJETIVOS DO PROJETO

Os objetivos desse projeto foram:

- Analisar as condições atuais do fornecimento de energia elétrica e sua utilização e;
- Propor formas e métodos para o uso eficiente, visando à redução dos custos decorrentes do consumo de energia elétrica nas instalações do SEBRAE de João Pessoa – PB.

4.1.2 ETAPAS DO PROJETO

Durante a realização do projeto foram realizadas as seguintes etapas:

- Levantamento da carga instalada no prédio;
- Cálculo iluminotécnico do interior de cada sala;
- Medição de potência elétrica consumida;

- Estudo da viabilidade econômica para a substituição da estrutura tarifária do fornecimento de energia elétrica;
- Estudo da viabilidade econômica para a substituição de lâmpadas e aparelhos de ar-condicionado por outras tecnologias mais eficientes;

4.1.3 INFORMAÇÕES SOBRE O SEBRAE

O Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) é uma entidade privada sem fins lucrativos. É um agente de capacitação e de promoção do desenvolvimento, criado para dar apoio aos pequenos negócios de todo o país. Desde 1972, trabalha para estimular o empreendedorismo e possibilitar a competitividade e a sustentabilidade dos empreendimentos de micro e pequeno porte.

Quanto a questões energéticas, atualmente, o SEBRAE possui uma carga instalada em cerca de 100 kW, composta, principalmente, por lâmpadas fluorescentes, computadores, servidores de grande porte e aparelhos de ar-condicionado. No seu contrato de energia elétrica, o SEBRAE está classificado como consumidor do grupo A e subgrupo A4, enquadrado na estrutura tarifária Convencional, com uma demanda contratada de 125 kW.

4.1.4 LEVANTAMENTO DA CARGA ELÉTRICA INSTALADA

O trabalho consistiu em realizar visitas técnicas ao prédio do SEBRAE, onde foi feito o levantamento da carga elétrica instalada no prédio. Não existem normas específicas para esse tipo de trabalho, porém foram realizados procedimentos que conduzissem a erros bastante pequenos.

As medições foram realizadas com auxílio de equipamentos adequados. Todos os procedimentos adotados foram cuidadosamente planejados para obtenção de resultados com alto nível de precisão. O processo é descrito a seguir:

- Levantamento do número de lâmpadas em cada sala, levando em consideração os diferentes tipos de lâmpadas, bem como a especificação de sua potência elétrica unitária;
- Levantamento do número de equipamentos eletroeletrônicos (computadores, impressoras, ar-condicionado, etc.) contidos em cada

sala, bem como a especificação da potência elétrica unitária de cada equipamento.

Seguindo os procedimentos descritos anteriormente, foi realizado o levantamento de carga do prédio. Ao final do levantamento, foi constatado que 57% da carga elétrica instalada é composta por lâmpadas fluorescentes tubulares, 20% de computadores, 7% de aparelhos de ar-condicionado e etc. Totalizando uma potência instalada em cerca de 100 kW.

4.1.5 ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA ADEQUAÇÃO TARIFÁRIA

A existência de alternativas de enquadramento tarifário permite a alguns consumidores escolher a melhor estrutura tarifária e o valor contratual de demanda que resultam em menor despesa com a energia elétrica. A decisão, porém, só deve ser tomada após adequada verificação dos padrões de consumo e demanda nos segmentos horários (ponta e fora de ponta) e sazonais (períodos seco e úmido).

Além de revelar relações entre hábitos e consumo de energia elétrica, úteis ao se estabelecer rotinas de combate ao desperdício, a análise da fatura de energia elétrica é a base para a avaliação econômica dos projetos de eficiência energética.

Neste contexto, esse trabalho mostrou formas de identificar oportunidades de redução dos gastos com a energia elétrica a partir das informações existentes nas faturas mensais.

4.1.5.1 ESTUDO DE VIABILIDADE PARA REAJUSTE DA DEMANDA CONTRATADA

Para a realização deste estudo, foram utilizadas faturas de energia elétrica fornecidas pelo SEBRAE e os valores de demanda medidos pela equipe da Viridis e disponíveis no “Relatório de Demanda” da instalação do prédio do SEBRAE.

As faturas de energia cobrem o período que vai de novembro/2012 a novembro/2013. Deve ser registrado que o horário de expediente do SEBRAE funciona das 08h às 18h.

No contrato de Energia com a Concessionária, o SEBRAE está classificado na estrutura tarifária convencional, com uma demanda contratada de 125 kW.

O primeiro procedimento foi registrar, mês a mês, a demanda medida informada nas faturas de energia elétrica - o “histórico de demanda”.

Como foi explicado na seção 3.2.2, a fatura mensal de energia elétrica dos consumidores atendidos em alta tensão (Grupo A) é composta por duas parcelas: consumo e demanda. Com base nas faturas mensais foi feita a comparação entre a demanda consumida e demanda contratada, incluindo os impostos (PIS, COFINS e ICMS). Essa comparação foi importante, pois ela compõe a base para a tomada de decisão da viabilidade do reajuste da demanda contratada. Os valores tomados como base para cálculo da tarifa foram obtidos da conta de novembro/2013.

Ao final dessa análise, percebeu-se claramente que a demanda medida é muito inferior a demanda contratada, portanto se faz necessário reajustar o valor da demanda contratada, desse modo evitando pagar por valores de demanda não consumida. O reajuste deve ser realizado com base na máxima demanda medida, que foi registrada no mês de janeiro/2013.

O novo valor da Demanda Contratada foi reajustado de modo que seu valor não excedesse em 10% a máxima Demanda Medida.

De forma mais conservadora, e visando possibilitar um aumento da carga instalada sem prejuízos na conta de energia, recomendou-se o reajuste da demanda contratada para o valor de 95 kW. Após a revisão da demanda contratada de 125 kW para 95 kW, porém mantendo a estrutura tarifária, a equipe da Viridis projeta que haverá uma economia mensal em torno de 14% nas faturas de energia elétrica.

4.1.5.2 ESTUDO DE VIABILIDADE PARA REAJUSTE DA ESTRUTURA TARIFÁRIA

Anteriormente foi demonstrado que é viável o reajuste da demanda contratada de 125 kW para 95 kW. Nessa etapa do projeto, a última análise realizada foi relativa à seleção da estrutura tarifária. O objetivo é avaliar se é economicamente viável a mudança da estrutura tarifária convencional para a estrutura tarifária verde.

Como as informações registradas nas faturas de energia elétrica são insuficientes para analisar vantagens ou desvantagens da migração de uma estrutura tarifária para outra, esta análise só deve ser realizada com conhecimentos de engenharia elétrica e medições de parâmetros elétricos confiáveis.

Como dito anteriormente, o prédio do SEBRAE se encontra enquadrado na estrutura tarifária convencional, portanto as faturas de energia elétrica não contêm dados referentes ao consumo nos horários na ponta e fora da ponta, desse modo, foi necessário

a realização de medições de potência ativa consumida pela instalação elétrica do SEBRAE.

As medições foram realizadas de 24/10 até 31/10 de 2013, totalizando uma semana de medição ininterrupta e para a realização das medições foi utilizado um multimedidor de grandezas elétricas. Esse período de medição é suficiente para se obter uma previsão do consumo mensal segura nos horários na ponta e fora da ponta.

Com base nos resultados das medições foi possível calcular todos os valores medidos do consumo nos horário na ponta e fora da ponta e, considerando que o comportamento do consumo se repete ao longo das demais semanas, foi calculada a porcentagem total do consumo na ponta e fora da ponta.

Ao final desses cálculos observou-se que cerca de 90% de todo o consumo da instalação se dá no horário fora da ponta, enquanto que apenas 10% do consumo ocorre no horário de ponta. Isso se explica devido ao fato de que o horário de expediente do SEBRAE permanece apenas meia hora na ponta (intervalo entre 17:30 e 18:00).

Para calcular a fatura mensal procedeu-se como explicado na seção 3.2.2. Lembrando que na estrutura tarifária verde, a tarifa de demanda é única e independe da hora do dia, diferentemente das tarifas relativas ao consumo, existindo uma tarifa para o consumo no horário na ponta (mais cara) e outra tarifa para o consumo no horário fora da ponta.

A Tabela 1 contém os valores das demandas contratadas e das tarifas referentes às estruturas convencional e verde, ambas sem impostos. Os valores de tarifas apresentados nessa tabela foram retirados das faturas de energia e do site da Concessionária Energisa Paraíba na data de 10/novembro/2013.

Tabela 1. Tarifas relativas à demanda e ao consumo (10/novembro/2013).

	Demanda Contratada (kW)	Tarifa de Demanda (R\$/kW)	Tarifa de Consumo na Ponta (R\$/kWh)	Tarifa de Consumo Fora da Ponta (R\$/kWh)
Plano Convencional	95	38,04	0,13457	0,13457
Plano Verde	95	11,91	1,07237	0,12869

Utilizando os dados de consumo das contas no período entre novembro/2012 e novembro/2013, foi feita uma projeção de consumo na ponta e fora da ponta utilizando as porcentagens calculadas a partir dos valores medidos com o multimedidor.

Para avaliar a mudança da estrutura tarifária e a demanda contratada, foram feitas comparações entre faturas obtidas com a estrutura convencional com demanda contratada de 125 kW (plano atual); estrutura tarifária convencional com reajuste da demanda contratada para 95 kW e estrutura tarifária verde. Para efeito de comparação, não foram consideradas as contribuições com iluminação pública e energia reativa excedente. As tarifas utilizadas foram referentes à fatura do mês de Novembro de 2013 (Tabela 1).

4.1.5.3 RESULTADOS

Ao final dessas comparações, a equipe estimou que mudando-se para a estrutura tarifária verde e reajustando a demanda contratada para 95 kW a economia mensal com relação à estrutura convencional atual pode chegar a 35%.

Logo, pode-se concluir que mudar da estrutura convencional para a hora sazonal verde com demanda contratada de 95 kW é a melhor opção em termos de economia financeira.

Ao optar pela estrutura hora sazonal verde, é importante destacar que há uma preocupação constante com o controle do consumo de energia em horário de ponta. Recomendou-se que seja mantido o mínimo de carga operando durante o período de ponta e, visto que, o SEBRAE já possui um gerador de energia elétrica, foi recomendado avaliar tecnicamente o uso adequado do gerador existente durante o horário de ponta.

4.1.6 CORREÇÃO DO FATOR DE POTÊNCIA

De acordo com o decreto nº 479, de 20 de março de 1992, da ANEEL, estabeleceu-se que o fator de potência deve ser mantido o mais próximo possível de 0,92.

Caso o fator de potência esteja abaixo do mínimo permitido, o consumidor sofrerá uma taxa na fatura de energia elétrica cobrada como “Energia Reativa Excedente”. A operação com baixo fator de potência indica mau aproveitamento da energia, além de ocasionar problemas às instalações, tais como:

- Aquecimento dos condutores;
- Queda de tensão na instalação;

- Aumento das perdas elétricas internas na instalação.

Analisando o histórico das contas de energia do SEBRAE entre novembro/2012 e novembro/2013, percebe-se que foram registrados consumos indesejáveis de energia reativa, que resultaram em cobrança adicional na fatura de energia.

Com base nos resultados das medições realizadas com o multimedidor de grandezas elétricas no quadro geral do SEBRAE, foi registrado o fator de potência total da instalação entre os dias 25/10/2013 e 30/10/2013. Foi possível perceber que em todos os dias registrados, o fator de potência da instalação esteve abaixo do valor mínimo permitido de 0,92.

Na estrutura tarifária convencional a energia e a demanda reativas excedentes são mensuradas através do fator de potência médio mensal. O fator de potência médio mensal é calculado com base nos valores medidos mensalmente de energia ativa (kWh) e energia reativa (KVArh).

Através dos registros do multimedidor, obteve-se uma média para os seis dias de 6,72 kVar. Entre as várias formas de correção do fator de potência, pelas características da instalação do SEBRAE, o uso de banco de capacitores é mais recomendado. Dessa forma, recomenda-se a instalação de um banco de capacitores trifásico de 7,5 kVar em série com o banco existente no quadro de distribuição geral, para evitar o consumo indevido de reativos.

4.1.7 AVALIAÇÃO DA ADEQUAÇÃO DAS INSTALAÇÕES QUANTO AO NÍVEL DE ILUMINÂNCIA

O trabalho consistiu em realizar visitas técnicas ao prédio do SEBRAE, onde foi feito o cálculo da iluminância de cada uma das salas.

As medições do iluminância média de cada ambiente foram realizadas de acordo com as seguintes normas da ABNT:

- NBR 5413/92: Iluminância de Interiores;
- NBR 5382/85: Verificação da Iluminância de Interiores – Método de Ensaio;
- NBR 5461/91: Iluminação – Terminologia.

A Norma NBR 5413/92 estabelece os valores de iluminâncias médias mínimas em serviço para iluminação artificial em interiores, onde se realizem atividades de comércio, indústria, ensino, esporte e outras.

A norma NBR 5382 fixa o modo pelo qual se faz a verificação da iluminância de interiores de áreas retangulares, através da iluminância média sobre um plano horizontal, proveniente da iluminação geral. Os métodos adotados por essa norma são processos bastante simples e conduzem a erros inferiores a 10%.

As salas foram classificadas de acordo com a seção 5.3 (Iluminâncias em lux, por tipo de atividade) da norma NBR 5413/92. A situação de cada sala foi definida com base na comparação entre a iluminância média medida e a faixa de Iluminância recomendada (mínima – média - alta) pela norma 5413/92. As salas definidas como regular são as que obtiveram iluminância média medida dentro da faixa recomendada, já as salas irregulares são as que não obtiveram iluminância média medida dentro da faixa recomendada.

Seguindo os procedimentos descritos nas normas, foram realizadas medições em cada sala do prédio. Ao final do processo de medição, conclui-se que cerca de 20% das salas estavam em situação irregular, ou seja, não possuíam iluminância média medida dentro da faixa de valores recomendados pelas normas.

Após o cálculo iluminotécnico de cada ambiente foi observado que algumas salas não estão de acordo com as normas da ABNT. A forma mais simples e fácil de realizar a adequação dos ambientes que não estão enquadrados nas normas é através da substituição direta das lâmpadas existentes por lâmpadas que possuem fluxo luminoso adequado. Na Tabela 2 estão listadas algumas alternativas para lâmpadas fluorescentes tubulares e compactas que foram sugeridas para substituição das lâmpadas atuais.

Tabela 2. Dados das lâmpadas sugeridas p/ adequação das salas do prédio do SEBRAE.

Nome	Fabricante	Pot. (W)	Fluxo Luminoso (lm)	Dimensões (mm)	Preço (R\$)	Fornecedor
T8 F032W/840	Osram	32	2700	26x1200	8,10	Intercom Rio
T8 L36W/840	Osram	36	3350	26x1200	11,50/8,50	Artluz/Intercom Rio
T8 TLDRS32W-S84-ECO	Philips	32	2700	28x1213,6	7,20/6,84	Yamura.com/ irmaosabage.com
T8 TLD36W-840-ECO	Philips	36	3350	28x1213,6	11,20	luzescenter.com
T5 HE28W/840	Osram	28	2900	16x1149	15,00/7,90	Artluz/Intercom Rio
TL5-28W-HE/840	Philips	28	2600	17x1163	6,58	irmaosabage.com
DINT FACILITY 22 W/840 E27	Osram	22	1360	(compacta)	8,70	Yamura.com
PLED20W220ESSB	Philips	20	1040	42x168 (compacta)	9,00	twenga.com

Dentre as opções apresentadas na Tabela 2, sugeriu-se a substituição das lâmpadas atuais pelas lâmpadas da linha T5, visto que, elas são consideradas as mais eficientes entre as tubulares, pois possuem maior fluxo luminoso e consomem menos energia elétrica. Caso as lâmpadas atualmente instaladas no prédio sejam do tipo T8, optando-se em substituí-las usando as lâmpadas T5, será necessário realizar modificações no local de instalação das lâmpadas, visto que as lâmpadas da linha T5 possuem comprimento e diâmetro menores que as lâmpadas da linha T8.

4.1.8 ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA SUBSTITUIÇÃO DE LÂMPADAS FLUORESCENTES POR LÂMPADAS LED

As lâmpadas tubulares de LED para uso em interiores integram uma fonte de luz LED ao formato de lâmpada fluorescente tradicional. Esse produto é a solução ideal para atualização de lâmpadas em aplicações de iluminação geral substituindo as lâmpadas fluorescentes convencionais pela tecnologia LED. Elas ainda atendem a todos os requisitos básicos de iluminação e, apesar de serem mais caras que as lâmpadas fluorescentes, proporcionam considerável economia no consumo de energia e são ecologicamente corretas.

Comparativamente à iluminação tradicional, as lâmpadas de LED são mais eficientes, emitem menos CO₂ e irradiam pouco calor, são mais econômicas e de fácil manutenção, flexíveis, têm um tempo de vida útil muito superior, proporcionando uma economia excepcional com manutenção e produzem uma luz que pode ser programada e controlada com precisão.

Nesse contexto, essa etapa do projeto teve por objetivo realizar o estudo de viabilidade econômica para substituição das lâmpadas fluorescentes tubulares por lâmpadas tubulares de LED.

Com base em pesquisas de mercado, foi calculado o investimento necessário para a substituição completa, bem como, a economia anual ao se realizar a troca e quantos anos serão necessários para obter o retorno econômico do investimento.

A Tabela 3 contém os dados gerais das lâmpadas selecionadas. Esses dados foram obtidos após cotações com fornecedores. Vale lembrar que os preços apresentados para cada modelo de lâmpada podem sofrer variações dependendo do fornecedor.

Tabela 3. Dados gerais das lâmpadas (coletados em 20/novembro/2013).

Nome	Fabricante	Vida Útil (horas)	Preço (R\$)	Fornecedor
MASTER TLED INT STD 1200mm 19W840 T8 AP I	Philips	40.000	135,00	gimawa.com
ST8-HA4 20 W/865 1200 mm	OSRAM	40.000	150,00	virtualeletrica.com
MS-LT1220LB	LedLight	50.000	160,00	LedLight
Fluorescente Convencional de 32W 1200 mm	Philips	7.500	7,00	yamura.com

Com base nos dados técnicos fornecidos nos catálogos dos fabricantes, foi realizado o levantamento das características técnicas de cada modelo de lâmpada selecionada (ver Tabela 4). Observar que as lâmpadas de LED requerem menor potência elétrica, consumindo menos energia elétrica. Outra vantagem importante que as lâmpadas de LED oferecem é que as mesmas não precisam usar reator, desse modo reduzindo os gastos na hora de realizar a manutenção.

Tabela 4. Dados técnicos das lâmpadas selecionadas.

Nome	Potência Nominal (W)	Tensão (V)	Freq. (Hz)	Reator	Fluxo Luminoso (lm)
MASTER TLED INT STD 1200mm 19W840 T8 AP I	19	100/240	50-60	Não	1.650
ST8-HA4 20 W/840 1200 mm	20	230	50-60	Não	2.200
BPL TUB 120 20W	20	100/240	50-60	Não	1.390
MS-LT1220LB	20	100/240	50-60	Não	1.600
Fluorescente 32W 1200 mm	32	220	50-60	Sim	2.350

Apesar das diversas vantagens apresentadas pelas lâmpadas de LED, elas são muito mais caras que as lâmpadas fluorescentes convencionais. Por esse motivo foi necessário realizar um estudo sobre a viabilidade econômica para a compra das lâmpadas de LED.

Para efeito de cálculos, se faz necessária realizar uma série de considerações referentes ao tempo de horas úteis, quantidade de lâmpadas e seus reatores, custos com manutenção e reposição, etc.

A quantidade de lâmpadas foi obtida a partir do levantamento de cargas feito no prédio administrativo do SEBRAE.

O custo mensal de manutenção das lâmpadas engloba o custo de aquisição de novas unidades. Esse custo resulta da soma das horas mensais de utilização das lâmpadas dividida pela sua vida útil. O quociente que assim se obtém, informa o

número de lâmpadas que serão repostas, e seu valor deve ser multiplicado pelo preço da lâmpada nova.

Considerando que o SEBRAE possui eletricitistas permanentes em seu quadro de funcionários, então os custos com contratação de novos eletricitistas foram desprezados. A Tabela 5 contém um resumo sobre todas as considerações feitas durante o cálculo do fluxo de caixa.

Tabela 5. Considerações gerais para fluxo de caixa.

Horas de Expediente no SEBRAE (h/dia)	12
Dias de Expediente (dias/mês)	20
Total de Horas Úteis por ano (h/ano)	2880
Tarifa de Consumo A4 Convencional (R\$/kWh)	0,1905
Quantidade de Lâmpadas – Prédio Adm. do SEBRAE	330
Perdas no Reator (W)	5
Preço de um Reator Duplo (R\$)	15,50
Custo Anual com Reposição das fluorescentes (R\$/ano)	1.500,84
Custo Anual com eletricitistas (R\$/ano)	0,00

Na Tabela 6 são feitas comparações entre as lâmpadas fluorescentes e as lâmpadas de LED considerando as três opções de fabricantes. Todos os cálculos foram feitos com base nos dados apresentados na Tabela 4 e na Tabela 5. O consumo anual é calculado considerando que todas as lâmpadas estão ligadas simultaneamente durante o horário de expediente. A fatura anual, incluindo os impostos (PIS, COFINS e ICMS), é relativa unicamente à parcela do consumo gerado pelo uso das lâmpadas, portanto não incluindo o consumo de outros aparelhos elétricos. Os valores tomados como base para cálculo da tarifa foram obtidos da conta de novembro/2013.

Tabela 6. Comparação entre as lâmpadas de LED e a fluorescente.

	LED Philips	LED OSRAM	LED LedLight	Fluorescente
Investimento (R\$)	44.550,00	49.500,00	52.800,00	0,00
Potência Unitária (W)	19	20	20	37
Potência Total (kW)	6,27	6,6	6,6	12,21
Consumo Mensal (kWh)	1504,80	1584,00	1584,00	2930,40
Custo Mensal c/ Energia (R\$)	286,66	301,75	301,75	558,24
Custo Anual c/ Energia (R\$)	3.439,97	3.621,02	3.621,02	6.698,89
Economia Anual c/ Energia	3.258,92	3.077,87	3.077,87	-
Economia Anual c/ Reposição	1.500,84	1.500,84	1.500,84	-

Por último, considerando as três opções de fabricantes, foi feito o fluxo de caixa (Figura 5) com tarifação convencional. Observa-se que, em caso de escolha das lâmpadas de LED do fabricante Philips, o investimento é recuperado a partir do 10º ano, enquanto que as lâmpadas dos demais fabricantes só possibilitam a recuperação do investimento a partir do 13º ano.

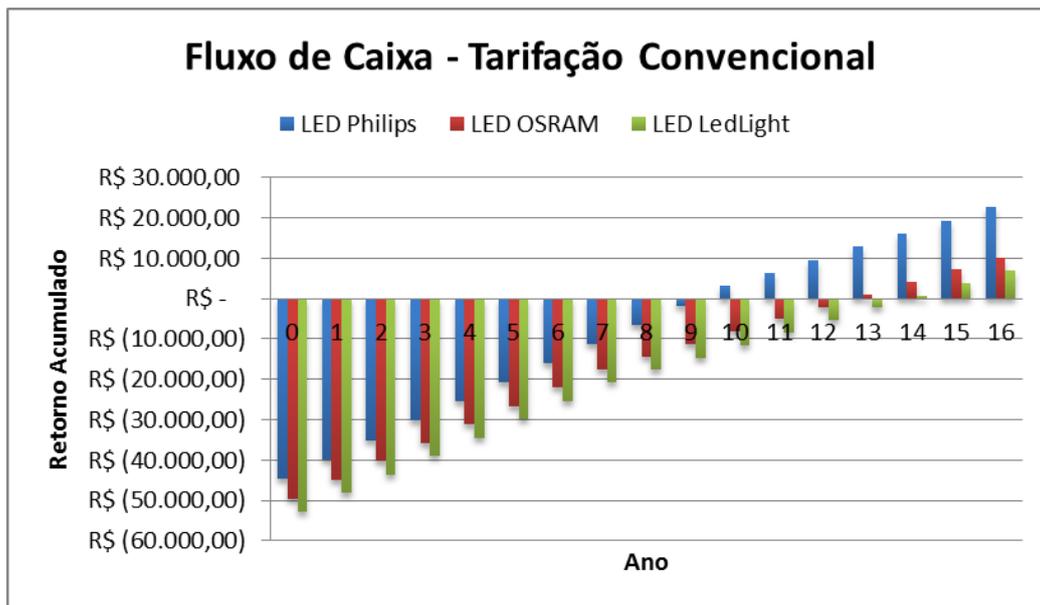


Figura 5. Fluxo de caixa considerando tarifação convencional.

Considerando que existe a possibilidade de substituição do plano tarifário convencional pelo verde, foi construído outro fluxo de caixa (Figura 6), onde as tarifas relativas ao consumo dependem da hora do dia (na ponta ou fora dela).

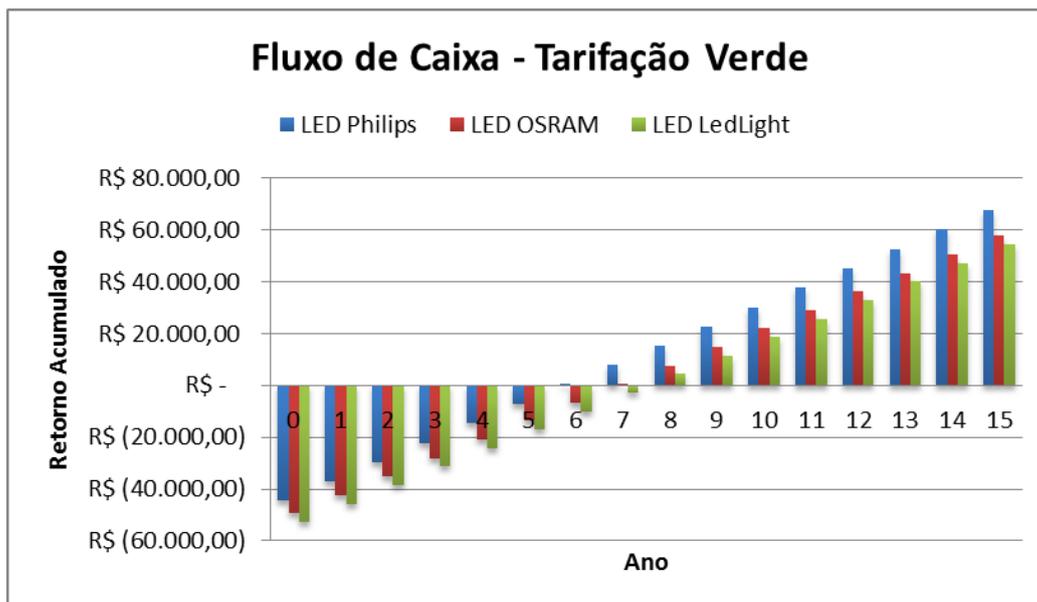


Figura 6. Fluxo de caixa para compra de lâmpadas de LED – Tarifação verde.

O fluxo de caixa com tarifação verde para as três opções de fabricantes é apresentado na Figura 6. Observa-se que, em caso de escolha das lâmpadas de LED do fabricante Philips, o investimento é recuperado a partir do 6º ano, enquanto que as lâmpadas dos demais fabricantes só possibilitam a recuperação do investimento a partir do 7º ano.

O alto custo do investimento é o principal fator que influencia na não atratividade da substituição das lâmpadas convencionais por lâmpadas a LED. Dessa forma, não foi sugerida a substituição das lâmpadas fluorescentes pelas lâmpadas de LED.

4.1.9 ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA SUBSTITUIÇÃO DE CONDICIONADORES DE AR TIPO SPLIT CONVENCIONAIS PELA TECNOLOGIA INVERTER

O condicionador de ar Split com tecnologia Inverter foi desenvolvido pela empresa Toshiba há cerca de 30 anos, no Japão. Desde então vem sendo cada vez mais utilizado por representar uma redução de até 30% no consumo de energia quando comparado à Split tradicionais. Este tipo de tecnologia vem se espalhando facilmente, devido ao fato de poderem substituir de forma direta os Split tradicionais.

O principal diferencial do modelo Split com a tecnologia Inverter está no compressor. Nos modelos convencionais, o compressor liga e desliga para manter a temperatura do ambiente sempre próxima da desejada pelo usuário. Já nos modelos

Split com tecnologia Inverter, o compressor possui um dispositivo interno que ajusta a frequência do motor e, conseqüentemente, a rotação do mesmo. Assim, o ar-condicionado atinge rapidamente a temperatura escolhida e opera gradualmente conforme a temperatura do ambiente vai diminuindo ou aumentando.

Por não ficar ligando e desligando, como nos modelos Split convencionais, o Inverter garante uma economia de energia até 30% maior, o que além de beneficiar o consumidor, beneficia também o meio ambiente, pois além da economia com a redução do consumo elétrico, os equipamentos fabricados com esta tecnologia utilizam o gás refrigerante ecológico R-410A, que não é nocivo à camada de ozônio.

Nesse contexto, essa etapa do projeto teve por objetivo realizar o estudo de viabilidade econômica para substituição dos condicionadores de ar tipo Split convencional por aparelhos com tecnologia Inverter.

Com base em pesquisas de mercado, foi calculado o investimento necessário para a substituição completa, bem como, a economia anual ao se realizar a troca e quantos anos serão necessários para obter o retorno econômico do investimento.

Para realização do cálculo do fluxo de caixa, algumas considerações devem ser estabelecidas, entre elas, o consumo mensal médio de um ar-condicionado Split convencional; a porcentagem de redução ao se usar a tecnologia Inverter e a quantidade de aparelhos instalados no prédio. Também deve ser considerada a porcentagem de retorno em caso de revenda dos modelos Split já instalados no prédio.

Usando a tabela de estimativa de consumo médio mensal de eletrodomésticos fornecida pelo PROCEL, pode-se estimar o consumo mensal médio de um ar-condicionado Split convencional. A quantidade de aparelhos de ar-condicionado instalados no prédio foi obtida durante a etapa de levantamento de cargas.

A redução no consumo ao se utilizar a tecnologia Inverter foi considerada de 30 % e foi considerado que o preço de revenda do modelo Split convencional usado fica em torno de 40 % de seu valor inicial.

A Tabela 7 contém todos os dados que são considerados relevantes para o cálculo do fluxo de caixa.

Tabela 7. Considerações gerais para o fluxo de caixa.

Consumo Mensal Médio (kWh)	259,44
Quantidade de Ar-condicionado	44
Tarifa A4 Convencional (R\$/kWh)	0,1905
Tarifa A4 Verde na Ponta (R\$/kWh)	1,5181

Tarifa A4 Verde Fora da Ponta (R\$/kWh)	0,1822
Redução no consumo usando Inverter (%)	30
Porcentagem de Retorno para Revenda (%)	40
Custos com Instalação (R\$/ar condicionado)	200,00
Consumo mensal médio (kWh) - PROCEL	193,73
Custo Anual com eletricitistas (R\$/ano)	0,00

A Tabela 8 contém os dados gerais dos aparelhos de ar-condicionado selecionados. Esses dados foram obtidos através de cotações com fornecedores. Vale lembrar que os preços apresentados para cada modelo selecionado podem sofrer variações dependendo do fornecedor.

Tabela 8. Dados dos condicionadores de ar selecionados.

Nome	Pot.	Marca	Preço s/ inverter (R\$)	Preço c/ inverter (R\$)	Fornecedor
Samsung Smart Inverter	12000 BTU	Samsung	1.100,00	1.600,00	centralar.com
LG Líbero E+ Inverter	12000 BTU	LG	1.200,00	1.500,00	webcontinental.com
Consul Bem Estar Inverter	12000 BTU	Consul	1.000,00	1.600,00	webcontinental.com

Na Tabela 9, considerando as três opções de fabricantes, são feitas comparações entre investimento e consumo dos aparelhos de ar-condicionado. Todos os cálculos foram feitos com base nos dados apresentados anteriormente. O consumo anual foi calculado considerando que todos os aparelhos de ar-condicionado são ligados simultaneamente durante o horário de expediente. A fatura de energia anualizada, incluindo os impostos (PIS, COFINS e ICMS), é relativa unicamente à parcela de consumo gerado pelo uso dos aparelhos de ar-condicionado, portanto não incluindo o consumo de outros aparelhos elétricos. Não foram considerados os custos anuais com a manutenção dos aparelhos, por serem os mesmos nos dois casos analisados.

Tabela 9. Comparação entre os aparelhos de ar-condicionado selecionados.

	Inverter Samsung	Inverter LG	Inverter Consul	Split Convencional
Investimento c/ Compra e Instalação (R\$)	79.200,00	74.800,00	79.200,00	0,00
Consumo Mensal (kWh)	5967,81	5967,81	5967,81	8525,44
Custo de Energia Mensal (R\$)	1.136,87	1.136,87	1.136,87	1.624,10
Custo de Energia Anual (R\$)	13.642,41	13.642,41	13.642,41	19.489,16
Economia Mensal (R\$)	5.846,75	5.846,75	5.846,75	0,00
Economia Anual (R\$)	0,00	0,00	0,00	0,00

Por último, considerando as três opções de fabricantes, foi feito o fluxo de caixa considerando estrutura tarifária convencional (Figura 7). Observa-se que, em caso de escolha dos aparelhos de ar-condicionado Inverter LG, o investimento é recuperado a partir do 10º ano, enquanto que os aparelhos dos demais fabricantes só possibilitam a recuperação do investimento a partir do 11º ano.

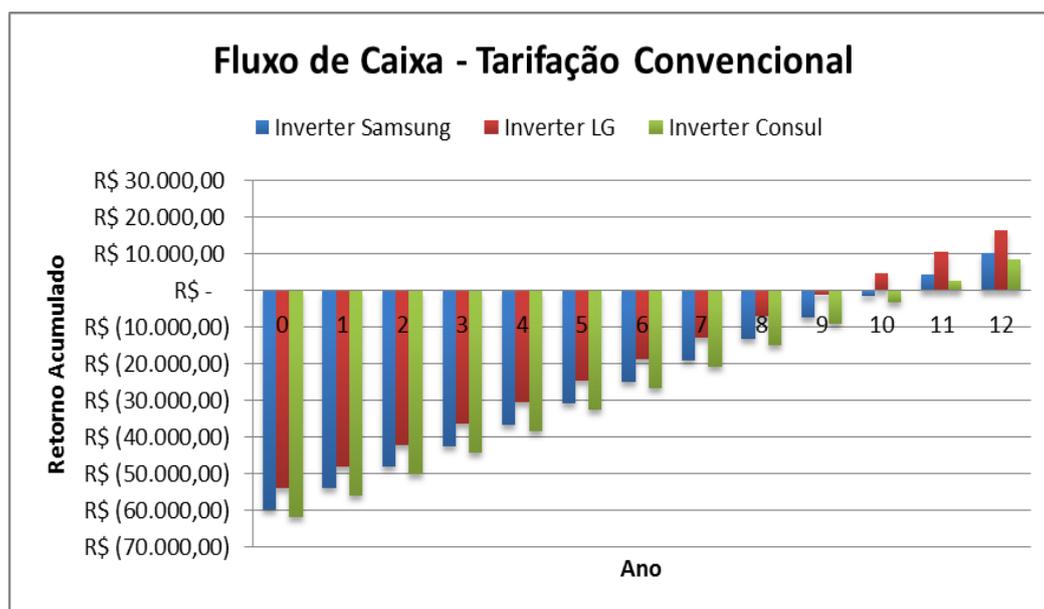


Figura 7. Fluxo de caixa para a compra de condicionadores de ar com tecnologia inverter – tarifação convencional.

Considerando que existe a possibilidade de substituição do plano tarifário convencional pelo verde, foi construído outro fluxo de caixa, onde as tarifas relativas ao consumo dependem da hora do dia (na ponta ou fora dela).

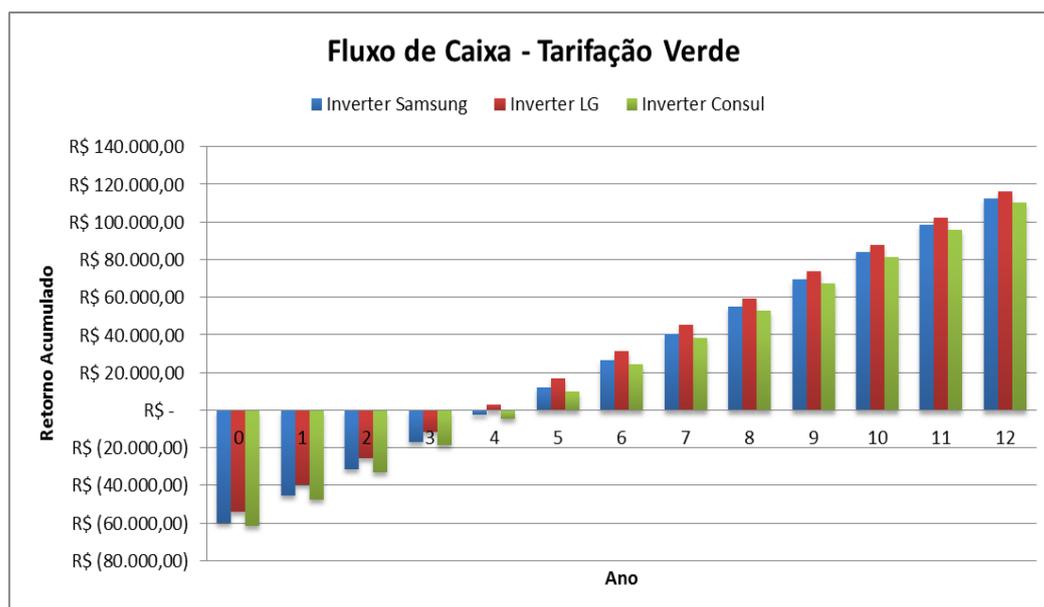


Figura 8. Fluxo de caixa para a compra de condicionadores de ar com tecnologia inverter – tarifação verde.

O fluxo de caixa com tarifação verde para as três opções de fabricantes, apresentado na Figura 8. Observar que, em caso de escolha dos aparelhos Inverter LG, o investimento é recuperado a partir do 4º ano, enquanto que os aparelhos dos demais fabricantes só possibilitam a recuperação do investimento a partir do 5º ano.

O alto custo do investimento é o principal fator que influencia na não atratividade na substituição dos aparelhos de ar-condicionado convencionais por Inverter. Dessa forma, a substituição não foi sugerida como um bom investimento.

4.2 PROJETO 2: AUTOMAÇÃO DO SISTEMA ADUTOR

PATOS/ASSUNÇÃO DA CAGEPA

A busca por soluções para problemas correntes nos sistemas de abastecimento de água de muitos municípios do Estado sejam estes devido à eventual escassez de chuvas, como também pela dificuldade de investimentos na infraestrutura necessária à ampliação dos sistemas para atendimento da população, vem sendo uma constante nos problemas identificados pela CAGEPA, no sentido de garantir o abastecimento de água dessas localidades de forma sustentável.

Dessa forma, foi elaborado o projeto para implantação do sistema de abastecimento de água de Patos/Assunção, de acordo com os parâmetros estabelecidos pela CAGEPA e com as necessidades das cidades que fazem parte desse sistema.

Junto com este novo sistema, de acordo com os objetivos estratégicos e padrões operacionais da CAGEPA, foi contratado o Projeto de Automação do Sistema Adutor de Patos/Assunção de maneira a se definir todos os detalhes de implantação do sistema de tele-controle e tele-supervisão das unidades que compõem este sistema de abastecimento.

4.2.1 OBJETIVOS DO PROJETO

O Sistema de Supervisão e Controle – também referenciado como SSC – para atender às necessidades de automação, telemedição e telecomando das instalações, tem a finalidade de aprimorar o controle operacional do Sistema de Abastecimento Água de Patos/Assunção. Serão considerados todos os fatores intervenientes, principalmente os de natureza técnica, econômica e operacional, obtidos através de avaliações e experiências funcionais e dos custos dos produtos e equipamentos empregados na operação do sistema.

4.2.2 INFORMAÇÕES SOBRE A CAGEPA

Criada em 30 de dezembro de 1966, a Companhia de Águas e Esgotos da Paraíba (CAGEPA) é responsável pelo abastecimento de água em 181 municípios e 22 localidades. A empresa também é responsável atualmente pela coleta de esgotos em 22 municípios.

A empresa tem como acionista principal o Governo do Estado, dono de 99,9% de seu Capital Social. Os outros 0,1% são distribuídos entre Prefeitura de Campina Grande, Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (Sudene) e Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (Dnocs).

O atendimento nos municípios é feito através das Gerências Regionais espalhadas pelo Estado. São elas, a do Litoral, com sede em João Pessoa; Brejo, em Guarabira; Borborema, em Campina Grande; Espinharas, em Patos; Rio do Peixe, em Sousa, e Alto Piranhas, em Cajazeiras.

4.2.3 LOCALIZAÇÃO DO SISTEMA ADUTOR

A adutora se estende da cidade de Patos até a cidade de Assunção, cidades estas localizadas no sertão do estado da Paraíba, e a citada adutora tem uma extensão de cerca de 80 km. Para melhor visualização da localização da adutora observar a Figura 9, que mostra o diagrama geral do sistema integrado adutor Patos/Assunção.

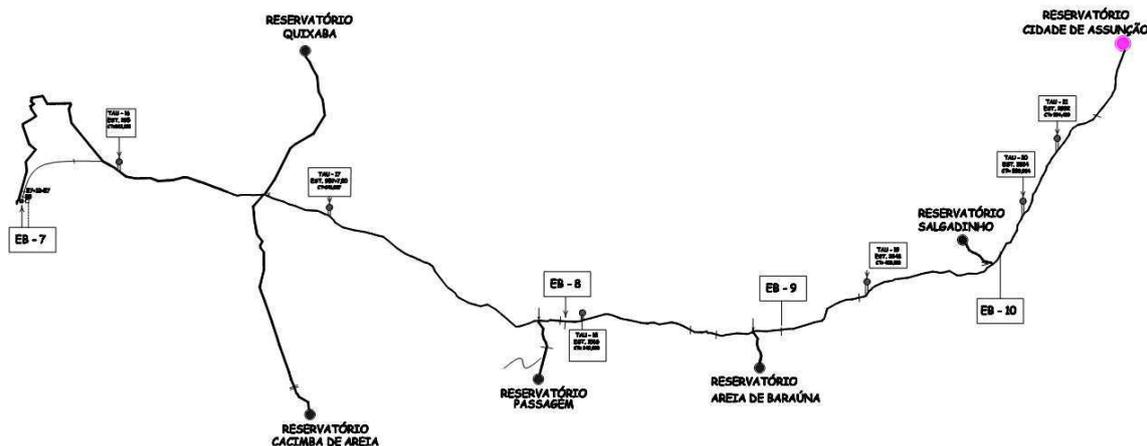


Figura 9. Diagrama geral do sistema integrado adutor Patos/Assunção.

Em linhas gerais, o sistema adutor Patos/Assunção é composto pelas seguintes unidades operacionais:

- Estação Elevatória de Água Tratada – EB-07
 - Recalque para EB-08;
- Estação Elevatória de Água Tratada – EB-08
 - Recalque para EB-09;
- Estação Elevatória de Água Tratada – EB-09
 - Recalque para EB -10;
- Estação Elevatória de Água Tratada – EB-10
 - Recalque para o RAP de Assunção;
- Reservatório Apoiado de Quixaba – RQUIXABA;
- Reservatório Apoiado de Cacimba de Areia – RCACIMBA;
- Reservatório Apoiado de Café do Vento – RCAFÉ;
- Reservatório Elevado Passagem – RPASSAGEM;
- Reservatório Apoiado de Areia de Baraúnas – RAREIA;
- Reservatório Apoiado de Salgadinho – RSALGADO;

- Reservatório Elevado de Assunção – RASSUNÇÃO.

4.2.4 HIERARQUIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO A SER IMPLEMENTADA NO SISTEMA ADUTOR PATOS/ASSUNÇÃO

O processo de automatização do sistema adutor de Patos/Assunção culminará com a implantação de Unidades de Controle (UC) interligadas, com isso a CAGEPA pretende contar com uma estrutura de supervisão e controle capaz de abranger todas as unidades operacionais do sistema adutor Patos/Assunção.

Objetivando estabelecer esta hierarquia, as UC do sistema adutor Patos/Assunção foram classificadas quanto à sua abrangência e sua destinação. Na Figura 10 observam-se os níveis definidos e as relações entre eles.

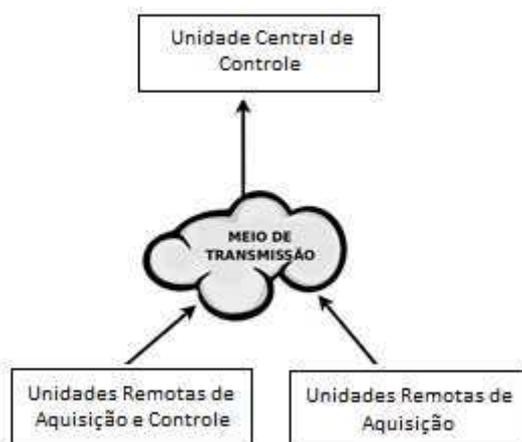


Figura 10. Hierarquia de controle e automação do sistema adutor Patos/Assunção.

4.2.4.1 UNIDADES REMOTAS DE AQUISIÇÃO E CONTROLE (URAC)

Essas unidades ficarão localizadas em cada uma das Estações Elevatórias de Água Tratada (EEAT ou EB). Nelas serão desenvolvidas atividades de aquisição de dados elétricos e hidráulicos, bem como, o controle dos processos. Todos os dados de aquisição serão enviados para a Unidade Central de Controle (UCC).

A partir dos dados enviados por uma URAC os operadores da UCC poderão, dentre diversas outras funções, efetuar comandos de partida e parada nos Conjuntos

Motores-bombas (CMB), monitorar os níveis de água do reservatório da EB sob sua responsabilidade ou executar uma manobra operacional.

4.2.4.2 UNIDADES REMOTAS DE AQUISIÇÃO (URA)

Essas unidades ficarão localizadas em cada um dos reservatórios. Nelas serão desenvolvidas apenas atividades de aquisição de dados hidráulicos, ou seja, nessas unidades não serão desenvolvidas atividades de controle. Todos os dados de aquisição, também, serão enviados para a Unidade Central de Controle (UCC).

4.2.4.3 UNIDADE CENTRAL DE CONTROLE (UCC)

Esta unidade de controle deverá proporcionar à CAGEPA uma visão geral dos principais dados de todo o Sistema Adutor Patos/Assunção. Sua função principal será, em primeiro lugar, de supervisionar todas as unidades operacionais em sua área de abrangência.

A UCC deverá ser instalada na cidade de Patos na estação R01, e será responsável pelas operações em tempo real (supervisão, comando e controle) e pelo registro e análise diários das operações.

4.2.5 DADOS E CONFIGURAÇÃO DO SISTEMA

Para a descrição da concepção deste Projeto optou-se por fazer um pequeno resumo das unidades operacionais e em cada uma delas se ir destacando as necessidades das ações voltadas à automação do sistema com indicação dos equipamentos existentes e os equipamentos a serem implantados.

4.2.5.1 ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA – EB 07, 08, 09 E 10

Essas unidades dispõem, cada uma, de um poço de sucção e uma sala de bombas e de comando.

No projeto de controle operacional dessas unidades devem ser consideradas as seguintes premissas:

- As bombas entrarão em funcionamento em função da variação do nível dos Reservatórios posteriores ao recalque da EB;
- O acionamento dos motores de cada EB será procedido por sinais emitidos pelos sensores de níveis dos citados reservatórios, com entrada em funcionamento por meio de chaves compensadoras;
- No momento em que a demanda do Sistema Adutor for inferior a um determinado valor de vazão de referência, o nível d'água começará a se elevar até atingir um nível máximo que acionará o desligamento dos conjuntos motor-bomba (CMB);
- Será registrada a vazão na saída de cada EB, por intermédio de medidores eletromagnéticos com transmissão dos dados para o painel de controle da URAC dessa EB;
- Também deverão ser instalados transmissores de pressão eletrônicos nas tubulações de recalque;
- Caso um dos Reservatórios acione os motores através do sinal emitido pelo medidor de nível, e os CMB estejam desligados, o Conjunto responsável pelo recalque deverá funcionar somente até ser atingido um nível mínimo operacional no poço de sucção, que estará sendo monitorado com um medidor de nível ultrassônico.

Em conforme com as condições acima explicitadas, cada EB pode ser resumida na Tabela 10.

Tabela 10. Quadro resumo das EB.

CONEXÕES	Adutora: DN150mm
ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA	Subestação abaixadora aérea de 45 kVA
CMBs	02 (dois) conjuntos motor-bomba de 40 CV/380 V, sendo 01 (um) reserva.
SISTEMA DE PARTIDA/PARADA DOS CMBs	Conta com 01 (um) QCM com partida compensadora.
OPERAÇÃO	A estação funciona 24h por dia.

INSTRUMENTAÇÃO	<p>Instrumentação Existente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 01 (uma) válvula controladora de bomba, sustentadora e retenção DN 100; <p>Instrumentação a ser instalada:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Chaves fim-de-curso (aberta e fechada) da válvula de controle da bomba e retenção hidráulica; • Medidor de grandezas elétricas (QCM); • Transmissor de pressão no recalque; • Medidor de vazão eletromagnético de inserção; • Medidor de nível ultrassônico (Poço de Sucção);
----------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

4.2.5.2 RESERVATÓRIOS

Em cada um dos reservatórios será instalado um medidor de nível, além de um medidor de vazão na sua tubulação de chegada. Desta forma a configuração operacional a ser implantada nos mesmos deverá possuir os seguintes equipamentos:

- Medidor de vazão eletromagnético registrando a vazão que será encaminhada para o Reservatório;
- Medidor de nível registrando a lâmina d'água no reservatório e comandando o acionamento dos CMB das EB anteriores, em função do nível máximo ou mínimo que ocorra no reservatório. Os dados do status dessas situações serão todos encaminhados via cabo de dados para a URA do reservatório.

Em conforme com as condições acima explicitadas, os reservatórios podem ser resumidos na Tabela 11.

Tabela 11. Resumo dos reservatórios.

CONEXÕES	Entrada: DN100mm
ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA	Não possui.
OPERAÇÃO	Nível baixo aciona a EB 07.
INSTRUMENTAÇÃO	<p>Instrumentação existente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Válvula controladora de vazão e redutora de pressão; • Válvula controladora de nível máximo. <p>Instrumentação a ser instalada:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Medidor de nível ultrassônico; • Medidor de vazão eletromagnético de inserção.

4.2.6 REQUISITOS OPERACIONAIS PARA AUTOMAÇÃO DO SISTEMA ADUTOR

Os requisitos e diretrizes operacionais definidas nessa seção estabelecem as facilidades operacionais para supervisionar, comandar e controlar o processo de captação e adução. Tais requisitos são descritos para cada uma das estações que fazem parte do escopo do Sistema Adutor de Patos/Assunção.

4.2.6.1 DIRETRIZES OPERACIONAIS GERAIS

Para o SSC nessa especificação, o controle operacional do sistema produtor de água será executado através da Unidade de Controle Central (UCC), que deverá ser instalada em Patos na R01. Essa unidade será responsável pela operação em tempo real (supervisão, comando e controle) e pelo registro e análise diários da operação.

Cada unidade operacional constante do escopo deste projeto terá automatização local, bem como responderão a comandos vindouros da UCC/Patos. Essas operações automatizadas serão realizadas em função de níveis, pressões, vazões e restrições operativas de segurança operacional dos equipamentos. Adicionalmente, serão transferidos para a UCC os parâmetros hidráulicos e elétricos, dados discretos de alarmes de níveis, vazões e pressões operacionais, sinalização de atuação da proteção e comandos elétricos. A transferência de dados entre as unidades será feita através de enlaces de rádio.

Todas as informações coletadas contribuirão para a macro-operação integrada do Sistema, que no modo automático, ficará a cargo da UCC. Assim, em operação normal, e na ausência de contingências, os algoritmos implementados em seu software deverão controlar o sistema de forma automática, ou seja, sem a necessidade de intervenção humana. Além das informações coletadas automaticamente pelo SSC, essa macro-operação também deve levar em consideração informações fornecidas pelos operadores da UCC. Por outro lado, o sistema deverá permitir que os operadores inibam integralmente essa macro-operação automática e passem a operar o sistema manualmente e remotamente através de telas específicas da interface do software da UCC, se assim o desejarem.

No caso de falha da UCC, o sistema deve permitir que os equipamentos do processo das unidades operacionais sejam operados manualmente. Na instalação das URAC/URA deverão ser preservados os recursos locais atuais de supervisão e

comando, se existentes, os quais poderão vir a ser utilizados como backup dos sistemas automáticos.

4.2.6.2 MODOS DE OPERAÇÃO

Os conjuntos moto-bombas (CMB), as válvulas e os atuadores das unidades terão os seguintes modos de operação:

- Nível primário (seleção através da chave no QC - Quadro de Comando):
 - Manual;
 - Automático;
 - Manutenção.
- Nível secundário (seleção através da UCC):
 - Manual Remoto; ou
 - Automático Remoto.

Nos painéis dos respectivos quadros de comando do CMB, válvulas e atuadores deve haver uma chave que determine o modo de operação primário: Manual, Automático (UCC) ou Manutenção.

No modo “**Manual**”, os controles dos CMB, válvulas e atuadores serão executados pelo operador da unidade operacional, exclusivamente através dos dispositivos acionadores localizados nos respectivos quadros de comando (por exemplo: através de botoeiras), restando desabilitados quaisquer acionamentos que não sejam provenientes de sua ação direta sobre estes painéis de comando. Deve-se destacar que, neste modo de operação, nenhum comando deve ser executado através da UCC.

Selecionando-se a chave do quadro de comando para a posição “**Automático**”, todas as ações de controle serão realizadas pelos softwares da UCC e da URAC.

Na UCC, o operador deve ter a opção de dois modos de operação, agora a nível secundário: **Manual - Remoto** ou **Automático - Remoto**.

No modo “**Manual - Remoto**”, os controles dos CMB, válvulas e atuadores serão executados pelo operador da UCC, restando desabilitados quaisquer acionamentos que não sejam provenientes de sua ação direta sobre o mesmo.

No modo “**Automático - Remoto**”, os CMB, válvulas e atuadores serão controlados automaticamente através dos softwares da URAC (local) e UCC (remoto), em função de parametrizações e de variáveis (hidráulicas, elétricas, etc.) do processo,

visando uma distribuição de água eficiente. Como dito anteriormente, o software da UCC realizará as atividades de macro-operação. Por outro lado, caberá ao software da URAC realizar o gerenciamento das partidas, paradas, fechamentos, aberturas, modulações dos CMB, válvulas e atuadores, verificando parâmetros elétricos e hidráulicos, efetuando os rodízios e manobras de acionamento. Deve-se destacar que o acionamento direto do CMB, válvulas e atuadores, realizado por um operador local, será desabilitado neste modo de operação.

Além dos quatro modos de operação explanados acima, um quinto modo deve ser provido: o modo “**Manutenção**”. Neste último, os CMB, válvulas e atuadores deverão ignorar quaisquer comandos de acionamento, locais ou remotos, automáticos ou manuais, de maneira a prover segurança aos técnicos quando da execução de intervenções de manutenção elétrica ou mecânica. Para isso, uma botoeira de “**Manutenção**” com tranca integrada deve ser provida em cada um dos quadros de comando de CMB, válvulas e atuadores. Nos casos dos QCM, caso essa botoeira já exista, ela não deve ser fornecida.

Na UCC deverá haver a sinalização visual no software aplicativo alertando o modo selecionado em cada unidade operacional. Localmente essa sinalização deve estar indicada na IHM.

4.2.6.3 REQUISITOS E DIRETRIZES OPERACIONAIS PARA A AUTOMAÇÃO DAS ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DE ÁGUA TRATADA – EB 07, 08, 09 E 10

A automação de cada Estação Elevatória de Água Tratada (EB 07, 08, 09 e 10) deverá atender aos requisitos operacionais descritos. Alarmes, medições, estados e comandos serão tratados pelo CLP da URAC local e por ele transmitidos para a UCC (Patos).

O nível no poço de sucção da estação elevatória será obtido através de medidor de nível ultrassônico, enquanto a vazão e a pressão de recalque serão obtidas por meio de medidor de vazão eletromagnético de inserção e medidor de pressão, respectivamente. Os dados de medição serão transmitidos para o CLP local através de cabo de dados.

O SSC deverá atuar sobre os conjuntos motores-bombas dessa unidade que estiverem em modo automático e não estiverem com defeito; entretanto, as premissas de segurança devem ser atendidas por lógicas programadas no CLP local.

4.2.6.4 REQUISITOS OPERACIONAIS PARA A AUTOMAÇÃO DOS RESERVATÓRIOS

A automação de cada reservatório deverá atender aos requisitos operacionais descritos nesta especificação. Alarmes, medições, estados e comandos serão tratados pelo CLP da URA local e por ele transmitidos para a UCC.

O nível em cada reservatório será obtido através de medidor de nível ultrassônico. Os dados de medição serão transmitidos para o CLP local através de cabo de dados.

As premissas de segurança devem ser atendidas por lógicas programadas no CLP local.

Os reservatórios do Sistema Adutor Patos/Assunção não possuem fornecimento de energia elétrica por parte da rede elétrica externa. Por esse motivo, deverá ser solicitado à concessionária local o fornecimento de energia elétrica (categoria monofásica e tensão 220 V).

4.2.7 REQUISITOS TÉCNICOS PARA AUTOMAÇÃO DO SISTEMA ADUTOR

Nessa seção são apresentados os requisitos e as diretrizes técnicas que devem ser seguidos de modo que o SSC a ser fornecido com base nesta especificação atenda às necessidades da CAGEPA no que se refere ao controle operacional do sistema adutor Patos/Assunção. Estes requisitos abrangem todos os sistemas que compõem o SSC, tanto no tocante aos equipamentos, quanto aos softwares a serem desenvolvidos.

Devem ser utilizadas no SSC soluções tecnológicas que independam de características de hardware, software e protocolos proprietários.

O SSC utilizará rádios-modems e linhas físicas como meios de transmissão de dados, respeitando a filosofia da arquitetura de comunicação constante nesta especificação. Caso, durante a fase de projeto executivo, se verifique a necessidade de se utilizar outra tecnologia de comunicação, esta determinação será revista.

O SSC deverá possibilitar a integração futura com outros sistemas de informação da CAGEPA. Dessa forma, o software deverá ser projetado e desenvolvido de modo a possibilitar a transferência de dados e interação entre aplicativos dos sistemas de automação de processo e gestão.

A automação de funções críticas exigirá um nível de disponibilidade que permita que a automação se ajuste para manter o seu funcionamento com a falha de equipamentos. O SSC deverá prover alto grau de confiabilidade, disponibilidade e tolerância a faltas.

A plataforma computacional da UCC será baseada em servidores e estações de trabalho (workstations) com microcomputadores padrão IBM-PC, com performance compatível com as funções a serem desempenhadas na mesma. Uma rede local padrão ethernet utilizando protocolo TCP/IP interligará os computadores locais.

O software da UCC deverá ser suportado por uma arquitetura de hardware distribuída e ser baseado nos conceitos de sistemas abertos, quais sejam: portabilidade, modularidade, interconectividade, escalabilidade e interoperabilidade.

É requerido que o software padrão proposto disponha do mais alto grau de aderência às funções especificadas, de modo a serem minimizados esforços de desenvolvimento ou adequação às necessidades operativas da CAGEPA.

As estações da UCC deverão utilizar o sistema operacional Windows. Qualquer item desta especificação que restrinja a utilização desse sistema operacional poderá ser adequado após consulta à CAGEPA.

O SSC deverá contar com recursos técnicos que impeçam o acesso não autorizado, incluindo controle de acesso, validação de usuários na rede, antivírus, proteção de dados e outros recursos que o protejam do “vandalismo virtual”.

Os softwares aplicativos a serem desenvolvidos para a UCC devem contemplar a operação automática da mesma, independentemente da necessidade da aquisição de equipamentos e dispositivos que não constam nesta especificação. Adicionalmente, para o software da UCC, deverá também prover aplicativos dedicados à geração de relatórios, em períodos pré-definidos ou a pedido do operador, a partir dos parâmetros disponíveis nas suas bases de dados, com a finalidade de possibilitar o gerenciamento do processo industrial pelas áreas técnicas da CAGEPA.

O software das estações do SSC deverá implementar funções que permitam a monitoração das diversas variáveis do processo de abastecimento de água e faça a comparação dessas variáveis com limites operacionais pré-definidos.

As URAC e URA deverão ser equipamentos inteligentes, estruturadas utilizando tecnologia tradicional como os controladores lógicos programáveis (CLP). O porte da unidade operacional e as funções a serem desempenhadas pela URAC deverão ditar o dimensionamento e a estrutura tecnológica da mesma. As URAC e URA deverão poder

se comunicar com dispositivos eletrônicos inteligentes (IED) utilizando protocolos digitais através de interfaces Ethernet. O protocolo de comunicação entre as URAC/URA e a UCC deverá ser não-proprietário e consolidado no mercado.

4.2.8 FUNÇÕES A SEREM IMPLEMENTADAS NA UNIDADE CENTRAL DE CONTROLE (UCC) – PATOS

Nessa seção serão descritas as funções de controle a serem implementadas na UCC.

4.2.8.1 FUNÇÕES DE AQUISIÇÃO DE DADOS, SUPERVISÃO E CONTROLE:

- Aquisição e processamento de dados;
- Tratamento dos dados analógicos coletados pelos equipamentos de aquisição de dados, transformando-os para unidades de engenharia e verificando a violação de limites operacionais;
- Tratamento e registro dos dados digitais coletados pelos equipamentos de aquisição de dados;
- Registro cronológico de eventos;
- Processamento e registro de eventos do processo e dos equipamentos do SSC;
- Processamento e registros de ações dos operadores;
- Cálculos a partir de variáveis envolvidas no processo;
- Registro de tendência de até 4 (quatro) grandezas simultâneas;
- Registro de eventos do sistema informático;
- Gerenciamento de alarmes;
- Armazenamento de dados em tempo real;
- Arquivo histórico de dados;
- Telecontrole do sistema hidráulico;
- Supervisão do processo e do estado dos equipamentos;
- Acionamentos de telecomandos, de telecontroles para ajustes de set points e de automatismos;
- Telecomando para acionamento de equipamentos;

- Estatística de falhas de comunicação;
- Configuração e manutenção de base de dados, telas, relatórios e cálculos;
- Configuração remota da base de dados dos CLPs;
- Formatação e emissão de relatórios periódicos, sob demanda e ativados por eventos;
- Transmissão de dados e troca de mensagens entre sistemas de informação.

4.2.9 FUNÇÕES A SEREM IMPLEMENTADAS NAS ESTAÇÕES EB 07,08, 09 E 10

O SSC deverá atuar sobre os CMB e as válvulas das estações que estiverem em modo “Automático” e não estiverem com defeito. As ações críticas de controle e as premissas de segurança devem ser atendidas localmente através do programa do CLP local, embora a macro-operação dos subsistemas seja realizada na UCC. A automação deverá suprir as funções e atender aos seguintes requisitos mínimos:

4.2.9.1 FUNÇÕES DE CONTROLE DOS CMB

- Partida e parada dos CMB em função do nível da água dos Reservatórios de todas as cidades que fazem parte do sistema adutor Patos/Assunção. A operação será realizada durante 24 horas por dia. No início da operação, a sequência da entrada dos motores-bombas será programável pelo operador. Isso também se dará no reinício, após o modo de operação automático ter sido desligado, e novamente ligado;
- Parada sequencial dos CMB e/ou bloqueio da partida dos mesmos caso o nível da água no poço de sucção atinja o valor mínimo de operação;
- Parada sequencial dos motores-bombas e/ou bloqueio da partida dos mesmos, caso o nível da água dos reservatórios de destino atinjam o valor máximo operacional;
- Parada sequencial dos motores-bombas e/ou bloqueio da partida dos mesmos, caso a pressão de recalque na adutora atinja o valor máximo operacional;

- Bloqueio da partida dos motores-bombas durante o intervalo de tempo mínimo exigido entre partidas sucessivas de um mesmo motor-bomba;
- Partida de motor-bomba em substituição ao outro motor-bomba desligado por defeito, de acordo com o critério descrito no primeiro tópico para o retorno do modo automático;
- Telecomando dos CMB proveniente da UCC.

4.2.9.2 FUNÇÕES DE SUPERVISÃO

- Supervisão do nível d'água no poço de sucção;
- Supervisão da vazão de saída da estação, obtida através de medidores de vazão eletromagnéticos de inserção;
- Supervisão de pressão de recalque da estação, obtida através de medidores de pressão;
- Estado dos CMB da estação (em repouso ou em funcionamento);
- Parâmetros elétricos de tensão, corrente, potências ativa, reativa e aparente, energia ativa e frequência na alimentação dos CMB em operação, obtidos através de multimedidores de parâmetros elétricos;
- Sinalizações de falha na válvula controladora de bomba;
- Sinalização de posição dos disjuntores gerais dos Centros de Comando de Motores (CCM);
- Sinalização de posição de operação dos CMB: manual, automático e manutenção.

4.2.9.3 ALARMES

- Nível anormal no poço de sucção (abaixo ou acima dos níveis mínimo ou máximo operacional, respectivamente);
- Nível anormal nos reservatórios de destino (abaixo ou acima dos níveis mínimo ou máximo operacional, respectivamente);
- Pressão anormal da água na tubulação de recalque (abaixo ou acima dos valores mínimo ou máximo operacional, respectivamente);
- Vazão anormal nas linhas de saída da estação (abaixo ou acima dos valores mínimo ou máximo operacional, respectivamente);

- Porta de painel aberta nos CCM;
- Modo de operação alterado para manual;
- Modo de operação alterado para manutenção;
- Sinalização de atuação de proteção;
- Partida de CMB bloqueada (intertravamento);
- Falha da operação de válvula controladora de bomba;
- Falhas na instrumentação (medidores de vazão, pressão e nível).

4.2.10 FUNÇÕES A SEREM IMPLEMENTADAS NOS RESERVATÓRIOS

4.2.10.1 FUNÇÕES DE SUPERVISÃO

- Supervisão do nível d'água no reservatório;
- Supervisão da vazão de chegada do reservatório;
- Estado das válvulas do reservatório (fechada ou aberta).

4.2.10.2 ALARMES

- Nível anormal no reservatório (abaixo ou acima dos níveis mínimo ou máximo operacional, respectivamente);
- Vazão anormal na linha de chegada do reservatório (abaixo ou acima dos valores mínimo ou máximo operacional, respectivamente);
- Falhas na instrumentação (medidores de vazão e nível);
- Falha de comunicação no SSC.

4.2.11 ARQUITETURA DE COMUNICAÇÃO

O SSC deverá ser suportado por um sistema de telecomunicações baseado em rádios modems, que constituirão as redes de comunicação nas unidades operacionais. Cada unidade operacional terá pelo menos um rádio modem Ethernet. Esse rádio será o elemento responsável pela comunicação das URAC/URA com a UCC.

O projeto do Sistema de Transmissão de Dados é fornecido por uma topologia baseada em dados preliminares obtidos através de software de simulação. Durante a execução desse Projeto, essa topologia deverá ser objeto de análise em decorrência de informações mais precisas de testes de campo e da tecnologia dos equipamentos ofertados.

Em resumo, pode-se adiantar que a topologia geral do sistema de comunicação é composta por enlaces de comunicação divididos da seguinte forma:

- 1 Enlace dedicado entre o RQUIXABA e a R01;
- 1 Enlace dedicado entre a EB07 e a R01;
- 1 Enlace dedicado entre o RCAFÉ e a R01;
- 1 Sub-rede em topologia estrela, denominada Estação Base RCAFÉ, formada por:
 - RCAFÉ: Estação Mestre;
 - RCACIMBA: Estação Escrava;
 - RPASSAGEM: Estação Escrava;
 - EB08: Estação Escrava.
- 1 Sub-rede em topologia estrela, Estação Base EB09, formada por:
 - EB09: Estação Mestre;
 - RASSUNÇÃO: Estação Escrava;
 - RSALGADO: Estação Escrava;
 - RAREIA: Estação Escrava;
 - EB10: Estação Escrava.
- 1 Enlace entre as duas Estações Mestre: RCAFÉ e EB09.

A sub-rede Estação Base EB09 se conecta à sub-rede Estação Base RCAFÉ através de um enlace que liga EB09 a RCAFÉ, neste sentido. A unidade RCAFÉ é então conectada à unidade R01 através de outro enlace. Pela proximidade, as unidades RQUIXABA e EB07 se conectam à unidade R01 através de enlaces diretos, sem necessidade de passar por nenhuma das duas sub-redes.

A Figura 11 representa a visão geral do sistema de controle do SSC.

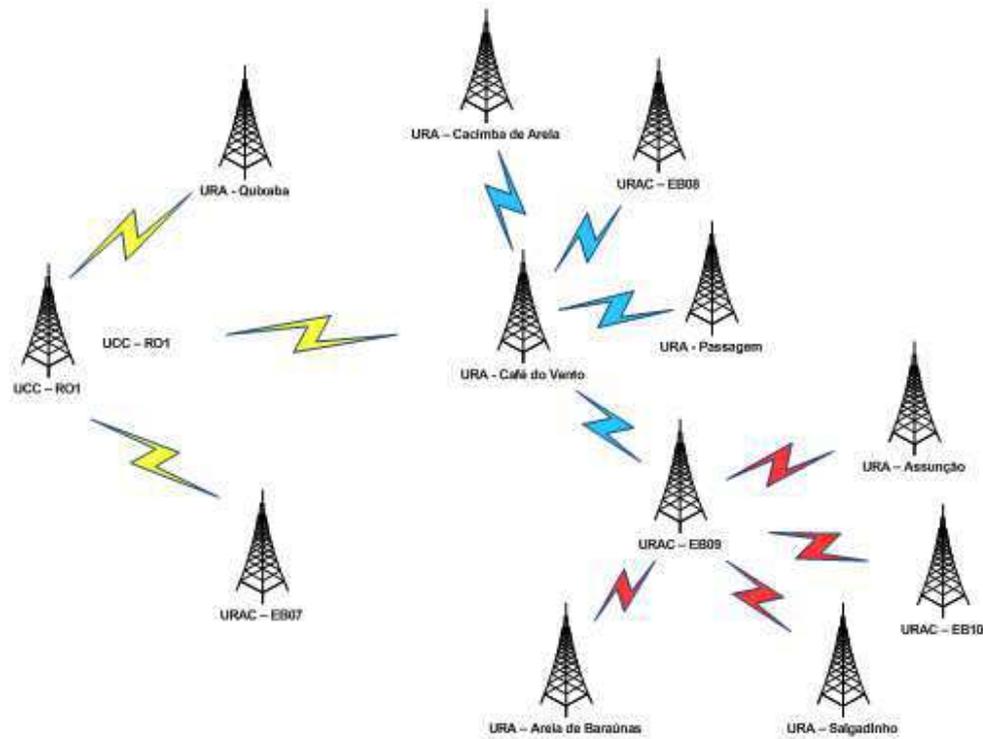


Figura 11. Visão geral do sistema de comunicação do SSC.

4.2.12 ARQUITETURA DO SISTEMA DE SUPERVISÃO E CONTROLE

O SSC adotará uma arquitetura com uma única UCC, localizada em Patos na unidade R01, que se comunicará com as URAC e URA descritas nesta especificação. A UCC será interligada ao servidor do SSC por rede Ethernet.

4.2.12.1 ARQUITETURA GERAL DO SISTEMA

O sistema será composto por uma UCC, quatro URAC e sete URA interligadas da seguinte forma:

- A UCC será interligada via rede Ethernet no SSC. Por sua vez, será interligada com as URAC/URA através de rádios operando na faixa de 400 MHz;
- O CLP local de cada unidade deverá se comunicar com o rádio via rede Ethernet usando protocolo de comunicação ModBus TCP.

4.2.12.2 ARQUITETURA DA UCC

A arquitetura da UCC, apresentada na Figura 12, utiliza uma topologia de rede que possui dois servidores, nos quais serão instalados o sistema SCADA (composto por: software SCADA servidor OPC, base de dados de tempo real e base de dados temporária). Essas duas máquinas deverão operar em uma configuração redundante com a máquina reserva assumindo as funções da máquina principal, no caso de falha desta última, automaticamente e sem interrupção de qualquer função do sistema.

Todos os equipamentos da UCC com alimentação primária alternada (CA) deverão estar ligados a uma fonte de alimentação interrupta (UPS) para que, em caso de suspensão do fornecimento de energia elétrica, o sistema se mantenha funcionando de forma autônoma. A UPS deverá possibilitar uma autonomia de no mínimo 03 (três) horas.

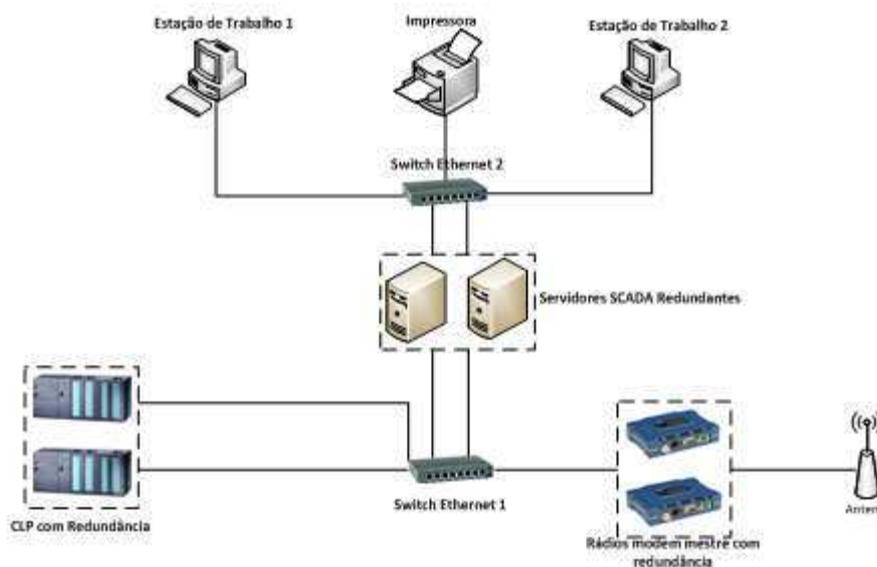


Figura 12. Arquitetura da Unidade Central de Controle (UCC).

O sistema contará inicialmente com 02 (dois) CLP, 02 (duas) estações de operação/trabalho. Todas estas estações serão alocadas no site da UCC. Para a interface interna, serão utilizados 02 (dois) switches ethernet e 02 (dois) rádios modem mestre. Os switches estarão fisicamente conectados com servidores SCADA, com as estações de trabalho e com uma impressora de rede.

Os dois CLP da UCC deverão operar de forma redundante, sendo que, o primeiro será o CLP principal e funcionará normalmente, já o segundo será o CLP redundante e funcionará no modo standby. Ocorrendo alguma falha no CLP principal, o

CLP redundante, após um instante de tempo programável, deverá assumir as funções do CLP principal sem que ocorram perdas de informação durante a comutação. A redundância será estabelecida e gerenciada pelo software do servidor.

O rádio mestre deverá, também, possuir topologia redundante. Em caso de falha no rádio principal, o rádio redundante deverá automaticamente operar no lugar do principal, sem que ocorram perdas de informação durante a transição.

Os equipamentos de rádio redundantes deverão ser instalados em um único gabinete. O gabinete deverá realizar a transição entre os equipamentos de forma automática (em caso de falha em um dos rádios) ou manualmente (operação realizada pelo operador). O gabinete, por sua vez, deverá ser abrigado em um mini rack de parede.

Por fim, a UCC deverá possuir uma antena de rádio para recepção e transmissão de dados.

4.2.12.3 ARQUITETURA DA URAC-MESTRA

Visto que a URAC da EB09 funcionará como uma estação base dentro do sistema de comunicação, então a arquitetura das URAC foram divididas em duas: arquitetura da URAC-MESTRA e URAC-ESCRAVA, onde a URAC-MESTRA corresponde apenas a URAC localizada na EB09, enquanto que a URAC-ESCRAVA corresponde a cada uma das demais URAC existentes no SSC.

A URAC-MESTRA localizada na EB09 funcionará como a estação base dentro do sistema de comunicação via rádio, portanto ela deve possuir arquitetura diferenciada das demais.

A arquitetura da URAC-MESTRA, apresentada na Figura 13, utiliza uma topologia de rede que possui, além dos equipamentos de instrumentação local, 01 (um) CLP, uma IHM, 01 (um) switch ethernet e 02 (dois) rádios modem mestre. A antena para recepção e transmissão de dados, também, faz parte da arquitetura dessa unidade.

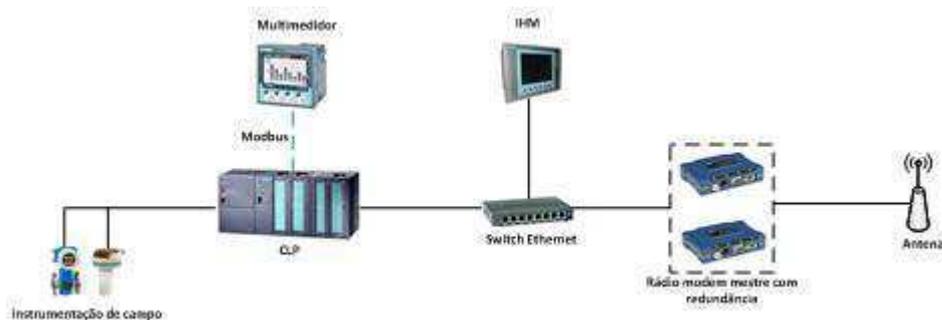


Figura 13. Arquitetura da URAC-MESTRA.

O rádio mestre deverá possuir topologia redundante. Em caso de falha no rádio principal, o rádio redundante deverá automaticamente operar no lugar do principal, sem que ocorram perdas de informação durante a transição.

Os equipamentos de rádio redundantes deverão ser instalados em um único gabinete. O gabinete deverá realizar a transição entre os equipamentos de forma automática (em caso de falha em um dos rádios) ou manualmente (operação realizada pelo operador). O gabinete, por sua vez, deverá ser abrigado em um mini rack de parede.

4.2.12.4 ARQUITETURA DA URAC-ESCRAVA

A URAC-ESCRAVA localizada em cada uma das Estações Elevatórias de Água Tratada (exceto a EB09) possui arquitetura mais simples quando comparada com a URAC-MESTRA.

A arquitetura da URAC-ESCRAVA, apresentada na Figura 14, utiliza uma topologia de rede que possui, além dos equipamentos de instrumentação local, 01 (um) CLP, uma IHM, 01 (um) switch ethernet e 01 (um) rádio modem remoto. A antena para recepção e transmissão de dados, também, faz parte da arquitetura dessa unidade.

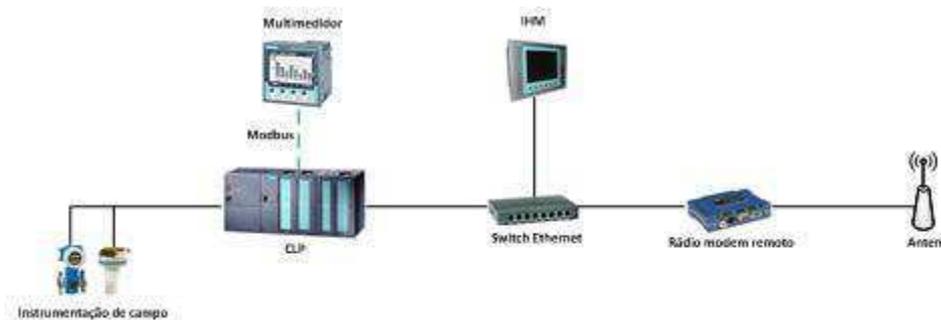


Figura 14. Arquitetura da URAC-ESCRAVA.

Como pode ser observado na Figura 14, nessa unidade, o equipamento de rádio não possui redundância e é instalado no mesmo painel que contém o CLP.

4.2.12.5 ARQUITETURA DA URA-MESTRA

Visto que a URA do reservatório de Café do Vento funcionará como uma estação base dentro do sistema de comunicação, então a arquitetura das URAs foram divididas em duas: arquitetura da URA-MESTRA e URA-ESCRAVA, onde a URA-MESTRA corresponde apenas a URA localizada no reservatório de Café do Vento, enquanto que a URA-ESCRAVA corresponde a cada uma das demais URAs existentes no SSC.

A URA do reservatório de Café de Vento funcionará como a estação base dentro do sistema de comunicação via rádio, portanto ela deve possuir arquitetura diferenciada das demais.

A arquitetura da URA-MESTRA, apresentada na Figura 15, utiliza uma topologia de rede que possui, além dos equipamentos de instrumentação local, 01 (um) CLP, 01 (um) switch ethernet e 02 (dois) rádios modem mestre. A antena para recepção e transmissão de dados, também, faz parte da arquitetura dessa unidade.

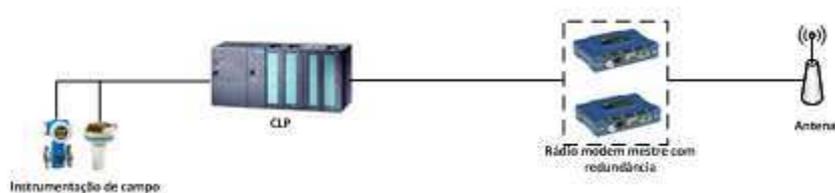


Figura 15. Arquitetura da URAC-MESTRA.

O rádio modem mestre deverá possuir topologia redundante. Em caso de falha no rádio principal, o rádio redundante deverá automaticamente operar no lugar do principal, sem que ocorram perdas de informação durante a transição.

Os equipamentos de rádio redundantes deverão ser instalados em um único gabinete. O gabinete deverá realizar a transição entre os equipamentos de forma automática (em caso de falha em um dos rádios) ou manualmente (operação realizada pelo operador). O gabinete, por sua vez, deverá ser abrigado em um mini rack de parede.

4.2.12.6 ARQUITETURA DA URA-ESCRAVA

A URA-ESCRAVA localizada em cada um dos Reservatórios (exceto o reservatório de Café do Vento) possui arquitetura mais simples quando comparada com a URA-MESTRA.

A arquitetura da URA-ESCRAVA, apresentada na Figura 16, utiliza uma topologia de rede que possui, além dos equipamentos de instrumentação local, 01 (um) CLP, 01 (um) switch ethernet e 01 (um) rádio modem remoto. A antena para recepção e transmissão de dados, também, faz parte da arquitetura dessa unidade.

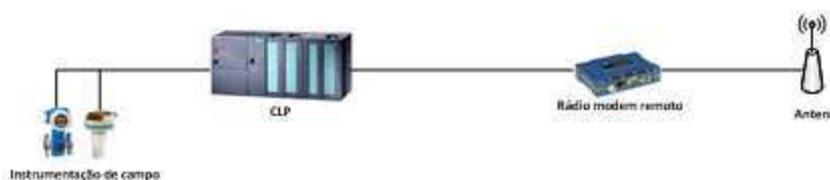


Figura 16. Arquitetura da URA-ESCRAVA.

Como pode ser observado na Figura 16, nessa unidade, o equipamento de rádio não possui redundância e é instalado no mesmo painel que contem o CLP.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste relatório foram descritas as atividades realizadas durante o estagio integrado na em Empresa Viridis Engenharia.

No projeto de consultoria em eficiência energética para o SEBRAE ficou evidente a necessidade da mudança da estrutura tarifária convencional para a verde, permitindo uma economia significativa na fatura de energia elétrica. Porém, ao optar pela estrutura horo sazonal verde, é importante destacar que há uma preocupação constante com o controle do consumo de energia em horário de ponta. Recomendando-se que seja mantido o mínimo de carga operando durante o período de ponta.

Utilizando-se de uma tecnologia moderna, pretendeu-se através do projeto de automação obter um grau de automação que possibilite entre outros benefícios, um uso eficaz dos recursos e atividades envolvidos na operação, a segurança do sistema adutor, redução de paralisações, diminuição nas perdas do processo, prolongação da vida útil dos equipamentos e das instalações, e ainda, fornecer informações úteis para programação adequada da operação, manutenção preventiva e corretiva das partes integrantes do sistema adutor de Patos/Assunção.

O estagio proporcionou uma oportunidade de colocar em prática vários conceitos estudados durante o período de graduação do curso. Apesar das dificuldades encontradas ao longo do estágio, todas as atividades solicitadas foram realizadas com sucesso.

BIBLIOGRAFIA

ABNT. (1985). NBR 5382 - Verificação da Iluminância de Interiores - Método de Ensaio. Associação Brasileira de Normas Técnicas.

ABNT. (1992). NBR 5413 - Iluminância de Interiores. Associação Brasileira de Normas Técnicas.

ABNT. (1991). NBR 5461: Iluminação - Terminologia. Associação Brasileira de Normas Técnicas.

BAHIA, S. R. (1998). *Eficiência Energética nos Sistemas de Saneamento*. Rio de Janeiro: IBAM, POCEL/ELETROBRAS.

Creder, H. (2013). *Instalações Elétricas*. LTC.

Energisa. (2010). *NDU - 001: Fornecimento de energia Elétrica em Tensão Secundária*. Energisa.

Filho, J. M. (2010). *Instalações Elétricas Industriais*. LTC.

GELLER, H. (1994). *O uso eficiente da eletricidade: Uma estratégia de desenvolvimento para o Brasil*. Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Eficiência Energética.

Lugli, A. B., & Santos, M. M. (2013). *Redes Sem Fio Para Automação Industrial*. Érica Editora.

PROCEL. (2011). *Manual de Tarificação da Energia Elétrica*. Rio de Janeiro: PROCEL.

TSUTIYA, M. T. (2001). *Redução do custo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água*. São Paulo: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental - ABES.

GLOSSÁRIO

Consumo de Energia Elétrica: Quantidade de energia elétrica consumida em um intervalo de tempo, expresso em quilowatt-hora (kWh) ou em pacotes de 1000 unidades (MWh).

Demanda: Média das potências elétricas ativas ou reativas, solicitadas ao sistema elétrico pela parcela da carga instalada em operação na unidade consumidora, durante um intervalo de tempo especificado.

Demanda Contratada: Demanda de potência ativa a ser obrigatoriamente e continuamente disponibilizada pela concessionária, no ponto de entrega, conforme valor e período de vigência no contrato de fornecimento e que deverá ser integralmente paga, seja ou não utilizada durante o período de faturamento, expressa em quilowatts (kW).

Demanda de Ultrapassagem: Parcela da demanda medida que excede o valor da demanda contratada, expressa em quilowatts (kW).

Fatura de Energia Elétrica: Nota fiscal que apresenta a quantia total que deve ser paga pela prestação do serviço público de energia elétrica, referente a um período especificado, discriminando as parcelas correspondentes.

Horário de Ponta: É o período de 3 (três) horas consecutivas exceto sábados, domingos e feriados nacionais, definido pela concessionária, em função das características de seu sistema elétrico. Em algumas modalidades tarifárias, nesse horário a demanda e o consumo de energia elétrica têm preços mais elevados. Onde para o Nordeste o horário de ponta é das 17:30h às 20:30h e o fora de ponta é das 20:31h às 17:29h do dia seguinte.

Horário Fora de Ponta: Corresponde às demais 21 horas do dia, que não sejam às referentes ao horário de ponta.

Período Seco: Período compreendido pelos meses de maio a novembro (sete meses). É, geralmente, um período com poucas chuvas. Em algumas modalidades, as tarifas deste período apresentam valores mais elevados.

Período Úmido: Período compreendido pelos meses de dezembro a abril (cinco meses). É, geralmente, o período com mais chuvas.

Tarifa: Preço da unidade de energia elétrica (R\$/kWh) e/ou da demanda de potência ativa (R\$/kW).

Energia Reativa Excedente: Tarifa cobrada quando o fator de potência da instalação for menor que 0,92.

