

UNIVERSIDADE ESTÁCIO DE SÁ

Curso Politécnico
Trabalho de Conclusão de Curso

TECNÓLOGO EM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

**AUTOMAÇÃO DO PROCESSO DE
CAPTAÇÃO DA ÁGUA DE CHUVA**

Autores:

Anna Carolina Moura Gouveia Cavalcante
Geraldo Cândido da Silva Junior
Giovanni de Carvalho Menezes
Rodrigo Diniz Dias
Wallace de Paula da Silva

Orientador:

Washington Bonfim

RIO DE JANEIRO

2008

Anna Carolina Moura Gouveia Cavalcante
Geraldo Cândido da Silva Junior
Giovanni de Carvalho Menezes
Rodrigo Diniz Dias
Wallace de Paula da Silva

AUTOMAÇÃO DO PROCESSO DE CAPTAÇÃO DA ÁGUA DE CHUVA

Monografia apresentada ao Curso Politécnico em
Automação Industrial da Universidade Estácio de
Sá, como requisito parcial para obtenção do grau
de Tecnólogo em Automação Industrial

Orientador: Prof. Washington Bonfim

Rio de Janeiro

2008

Anna Carolina Moura Gouveia Cavalcante
Geraldo Cândido da Silva Junior
Giovanni de Carvalho Menezes
Rodrigo Diniz Dias
Wallace de Paula da Silva

AUTOMAÇÃO DO PROCESSO DE CAPTAÇÃO DA ÁGUA DE CHUVA

Monografia apresentada ao Curso Politécnico em
Automação Industrial da Universidade Estácio de
Sá, como requisito parcial para obtenção do grau
de Tecnólogo em Automação Industrial

Aprovado em:

BANCA EXAMINADORA

Prof. xxxxxxxx
Universidade Estácio de Sá

Prof. William Roger
Universidade Estácio de Sá

Prof. xxxxxxxx
Universidade Federal Fluminense

Aos nossos pais, cônjuges e amigos pelo apoio e incentivo em nossa caminhada acadêmica.
Aos nossos filhos, que nos tiveram como pais ausentes, para terem ao seu lado um estudante
dedicado.

AGRADECIMENTOS

À Deus pelas imensuráveis bênçãos que nos concedeu.

Ao Prof. Washington Bonfim pela orientação recebida.

Ao Prof. Manoel pela dedicação e paciência em nos re-ensinar matemática

Ao Prof. Odair da Silva Xavier pelo brilhante senso de conhecimento e dedicação ao aluno.

"O que sabemos é uma gota.
O que ignoramos é um oceano".

Isaac Newton

RESUMO

A utilização racional dos recursos hídricos é certamente a forma mais adequada para se combater o progressivo aumento da escassez mundial de água. Porém a utilização de técnicas que possam minimizar este impacto é de fundamental importância para o combate a esta escassez. Este trabalho está fundamentado em automatizar um sistema de captação de água de chuva em uma empresa brasileira.

A partir de uma planta de escoamento de água de chuva já instalada, são feitas análises de alternativas no processo e nas operações unitárias visando à captação da água, sua automação e acumulação. Os impactos ambientais mais significativos dessas alternativas também são abordados. A avaliação econômica é realizada através da composição de dados reais compilados em literatura referente a indústrias e fornecedores de tecnologia de produtos em automação com atuação no Brasil.

Palavras-chaves: recursos hídricos, captação de água de chuva, automação.

ABSTRACT

The rational use of the water resources is certainly the most adequate way to fight the gradual increase of the world-wide water scarcity. However the use of techniques that can minimize this impact is of fundamental to the combat this scarcity. This work is the based of the automation of the rain water capitation system in a Brazilian company.

With a mechanical rain water draining plant already, shall be made analyses of alternatives in the process and the unique operations having aimed at the capitation of the water, its automation and accumulation. More significant the ambient impacts of these alternatives also are boarded. The economic evaluation is carried through of the data composition compiled in referring literature the industries and suppliers of technology of products by automation with performance in Brazil.

Word-keys: water resources, rain water capitation, automation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 Cronograma de Trabalho.....	19
Figura 2 Caixas de “Pré-decantação” e suas derivações	29
Figura 3 Caixa Pré-decantadora e seu acesso para a limpeza.....	29
Figura 4 Tanque Decantador	30
Figura 5 Tanques de armazenamento principal.....	30
Figura 6 Localização da Bomba Hidráulica	31
Figura 7 Transmissor de Nível	32
Figura 8 Amostra da Detecção	33
Figura 9 Dimensões do Transmissor de Nível	33
Figura 10 Válvula Solenóide 3 vias.....	34
Figura 11 Fluxostato.....	35
Figura 12 Válvula Esfera.....	35
Figura 13 Transmissor Indicador de Pressão.....	36
Figura 14 Compressor de Ar	37
Figura 15 Válvula ON/OFF.....	37
Figura 16 Controlador Lógico Programável.....	39
Figura 17 Fluxograma do Processo Completo	40

Figura 18 Primeira Etapa de Captação e Manejo da Água de Chuva	41
Figura 19 Tanques de Decantação.....	42
Figura 20 Os Tanques de Armazenamento Inferiores	42
Figura 21 A Bomba Hidráulica	43
Figura 22 Os Reservatórios Superiores	44
Figura 23 A Lógica do Processo	45
Figura 24 Operação da Solenóide.....	46
Figura 25 A Alimentação Pneumática.....	47
Figura 26 Esquema elétrico de acionamento do motor do compressor.....	48
Figura 27 A Tela do Sistema Supervisório.....	49
Figura 28 Informação de Nível nos Tanques.....	50
Figura 29 Painel de Pane do Sistema.....	52
Figura 30 Custo de Cobrança do Uso de Água Potável – Fonte: Cedae-RJ.....	54
Figura 31 Utilização do Recurso	56
Figura 32 Custo Comparativo	56
Figura 33 Aplicação no Investimento.....	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Característica do Transmissor de Nível.....	32
Tabela 2	Características da Válvula Solenóide	34
Tabela 3	Características do Fluxostato.....	35
Tabela 4	Características da Válvula Esfera	35
Tabela 5	Características do Transmissor Indicador de Pressão.....	36
Tabela 6	Tabela de Custo dos Materiais.....	53

LISTA DE SIGLAS

ABCMAC	Associação Brasileira de Captação e Manejo de Água de Chuva
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA	Agência Nacional de Águas
CEDAE	Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro
CIRRA	Centro Internacional de Referência em Reuso de Água.
ETA	Estações de Tratamento de Água
FEEMA	Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente
FIEO	Fundação Instituto de Ensino para Osasco
IRPAA	Instituto Regional da Pequena Agropecuária Apropriada
ISA	Instrument Society of América
OMS	Organização Mundial de Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
CLP	Controlador Lógico Programável
PVC	Poli Cloreto de Vinila
PSI	Pound Force per Square Inch ou Libra por Polegada Quadrada
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SEMADS	Secretaria do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
SERLA	Superintendência Estadual de Rios e Lagos
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
SNGRH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídrico
SNMA	Sistema Nacional de Meio Ambiente
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
USEPA U. S.	Environmental Protection Agency

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
2. OBJETIVO DO ESTUDO	15
2.1. Objetivo Geral	15
2.2. Referencial Teórico	15
3. DELIMITAÇÃO DO ESTUDO	16
4. METODOLOGIA	17
5. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	18
6. CRONOGRAMA	19
7. O RICO PRODUTO	19
7.1. O Valor da Água.....	19
7.2. A Racionalização da Água	21
7.3. De Volta ao Passado	22
8. A CAPTAÇÃO DA ÁGUA DE CHUVA	23
8.1. Vantagens da Captação da Água de Chuva.....	23
8.1.1. Vantagens Ecológicas	23
8.1.2. Vantagens Qualitativas	23
8.2. O Processo de Captação	24
8.2.1. Área de Captação.....	25
8.2.2. Calhas e Tubulações	25
8.2.3. Sistemas de Lavagem do Telhado	25
8.2.4. Tanques de Armazenamento	26
8.2.5. Tubulação de Entrega	26
9. A EMPRESA, O ESTUDO E SUAS APLICAÇÕES	27
9.1. Mudar para Vencer – A Natureza Agradece	27
10. A ESTRUTURA PRÉ-EXISTENTE.....	28

10.1. Planta de Captação.....	28
11. AUTOMAÇÃO	32
11.1. Os Instrumentos utilizados	32
11.1.1. Transmissor de Nível	32
11.1.2. Válvula Solenóide de 3 vias.....	34
11.1.3. Transmissor de Fluxo.....	34
11.1.4. Válvula Esfera.....	35
11.1.5. Transmissor de Pressão.....	35
11.1.6. Sistema de Ar Comprimido	36
11.1.7. Válvula Pneumática operada por solenóide – ON/OFF.....	37
11.1.8. Contator Magnético TRIPOLAR 60A X 220V	38
11.1.9. CLP – Controlador Lógico Programável	38
11.2. O Fluxograma do Processo.....	39
12. O SISTEMA SUPERVISÓRIO.....	49
13. CUSTO DOS MATERIAIS	52
14. O RESULTADO OBTIDO E SUAS COMPARAÇÕES.....	54
15. ANEXOS.....	57
16. CONCLUSÃO.....	58
17. BIBLIOGRAFIA	59

1. INTRODUÇÃO

De acordo com a Prof^a. Dra. Léa Elisa Silingowski Calil - Advogada, Dra. em Filosofia do Direito e Professora de Direito do Trabalho no Centro Universitário FIEO - Fundação Instituto de Ensino para Osasco, não se conhece adequadamente o impacto ambiental provocado pelo uso indiscriminado da água doce, decorrente da falta de informação por parte do governo do que acontece com nossos recursos hídricos, sejam pequenas cidades ou grandes centros urbanos, como também não se conhece a valoração de pequenas atitudes que pode trazer à tona o uso adequado da água, que por sua vez, produzirá transformações agora e no futuro.

2. OBJETIVO DO ESTUDO

2.1. Objetivo Geral

Esse estudo tem como objetivo principal automatizar um sistema de captação de água de chuva, verificando as condições e os contextos que favorecem a obtenção de resultados positivos dos investimentos, como sugestões de instrumentos para um melhor aproveitamento deste investimento. Toma-se como base para seu desenvolvimento a assertiva de que o uso de água doce por meios normais aumenta o custo de uma empresa e diminui os recursos naturais. O retorno do capital é consideravelmente positivo, por se utilizar um recurso infinito, como é a água da chuva.

2.2. Referencial Teórico

O referencial teórico trabalhado insere-se nas áreas industriais, por se tratar da larga utilização do recurso hídrico. O estudo empírico refere-se a uma grande empresa de refrigerante localizada em Jacarepaguá, na cidade do Rio de Janeiro. Para a consecução de resultados de uma transformação

positiva do processo de automação de um é necessário que se identifiquem as seguintes condições:

(a) legislação de regulação do uso da água de chuva como item de reaproveitamento, promovendo o estímulo às grandes empresas, a redução de tributos – vide o site <http://www.sindinstalacao.com.br/sindi.asp?area=33>, onde cita o PROJETO DE LEI Nº 131; (b) forte atuação do setor público como articulador e promotor de ações, inclusive buscando a participação de parceiros privados; (c) articulação institucional entre os diversos órgãos e agências de planejamento urbano e ambiental no sentido de uma atuação harmônica para otimizar os investimentos; (d) o mais importante: perceber que há a viabilidade técnica de transformação de um sistema mecânico para autômato.

3. DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

O estudo está baseado no levantamento dos principais problemas no tocante ao uso de água doce e sua escassez futura. A avaliação da aplicabilidade é limitada a um estudo de caso hipotético em uma grande empresa de produção de refrigerante, referenciando dados reais da instalação de escoamento de água pluvial mais toda a sua automatização.

Este documento não visa enumerar e analisar criticamente todos os possíveis arranjos de processos que possibilitem a utilização de água da chuva, nem descrever minuciosamente os sistemas e tratamentos existentes, e sim, ilustrar através de exemplo com dados reais à necessidade do uso da água de chuva para minorar o impacto sócio-ambiental e a implementação de um processo de automação para minorar as falhas e controlar as ações.

4. METODOLOGIA

O estudo foi desenvolvido através do levantamento baseado em pesquisa bibliográfica, consulta a empresas fornecedoras de tecnologia na área de automação, do uso da água doce, da consulta e informações em uma empresa de refrigerante. A proposta de trabalho, em função da natureza das questões contextualizadas, pode ser classificada como aplicada na medida em que objetiva apresentar conhecimentos de aplicação prática específicos em automação. Caracteriza-se, também, como uma pesquisa exploratória uma vez que não visa verificar teorias e sim a buscar alternativas para solução de problemas ainda pouco discutidos no cenário nacional, em nível empresarial.

Para as informações sobre as tecnologias de captação de água de chuva, empregou-se a bibliografia disponível complementada com relatórios gerados de aplicações práticas na internet e publicações de empresas prestadoras de serviços e fornecedoras de tecnologia. A legislação e normas relacionadas à análise do trabalho foram as publicadas pelo Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e pelo Sistema Nacional de Meio Ambiente.

Fora dado como base de partida a consulta a uma grande empresa de refrigerante que se localiza no Rio de Janeiro, em Jacarepaguá, onde já está implantada toda a infra-estrutura de captação de água, com suas calhas, pré-caixas decantadoras, reservatórios e bombas manuais. Foram retiradas várias fotos do local e consultados funcionários para que fosse informado a real utilização da água captada. Deste modo faltando apenas a implementação de automação para dar eficácia e ganho na produtividade, sem a necessidade da inúmeras mãos-de-obra capacitada para operar o sistema.

5. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

A contextualização para motivação da proposta do trabalho e a organização dos tópicos considerados importantes para o seu desenvolvimento são apresentadas do capítulo 1 ao 6.

No capítulo 7, faz-se uma apresentação do uso da água e seu valor, a racionalização deste produto e novos recursos em captação de água de chuva, suas vantagens, instrumentos e materiais utilizados. Em virtude da indústria estudada já conter a instalação inicial, são feitas algumas abordagens panorâmicas dos métodos não automatizados considerados convencionais.

No capítulo 8, é feita a descrição do sistema existente na “empresa exemplo” para avaliação das oportunidades de melhorias que podem ser implementadas.

O capítulo 9 demonstra que, a mudança de mentalidade de uma grande empresa em tomar ações que menos prejudiquem o meio ambiente, é um ato muito importante para a conquista no mercado. Para avaliação dos aspectos e impactos, no capítulo 10, é feita uma análise da planta pré-existente da captação da água de chuva.

A automação é totalmente abordada, inclusive em detalhes, no capítulo 11 e 12, onde é descrito os instrumentos, o fluxograma e o sistema Supervisório.

Todo o custo do projeto de implementação da automação é descrita no capítulo 13 e seus resultados no capítulo 14.

O capítulo 15 trata da conclusão e sugestões desta dissertação e as referências bibliográficas, no capítulo 16, encerram o trabalho.

Nota-se que é muito pouca água doce se comparada à quantidade de água salgada. Para se ter uma idéia melhor de como é essa proporção, imagine que uma garrafa de dois litros cheia represente toda a água salgada do mundo e um conta-gotas, a água doce.

Também é pouca água em relação ao número de habitantes do planeta Terra. O Brasil é um país privilegiado, pois possui 13,7% da água doce do planeta.

Apesar de o Brasil possuir este percentual das reservas hídricas potáveis do planeta, vários centros urbanos convivem com a falta d'água, que se torna mais evidente nesta época do ano, ao final do período de estiagem. É natural que seja assim, pois a distribuição da água não é uniforme.

Em regiões metropolitanas, por exemplo, por se localizar próxima às nascentes dos rios que formam as bacias, e não em trechos mais baixos, onde as águas são mais caudalosas, já tem de início, disponibilidade mais baixa. São apenas 200 mil litros por habitante por ano, quando a ONU, Organização das Nações Unidas, recomenda dois milhões de litros anuais por pessoa. Mais cedo ou mais tarde, será necessário buscar novas fontes, presumivelmente mais afastadas do local de consumo.

Isso exigirá, evidentemente, obras que terão impacto sobre as finanças da região bem como sobre o meio ambiente. Esta situação reforça a necessidade de combater os índices de desperdício, considerado em suas várias modalidades. O problema começa nas empresas de fornecimento de água, que perdem de 15% a 20% em vazamentos em sua própria rede. Outros 20% se perdem em ligações clandestinas (faturamento).

Da água tratada que chega ao consumidor, talvez 70% sejam mal utilizados, em vazamentos internos, banhos demorados e equipamentos esbanjadores. O uso irracional não é

exclusividade dos consumidores domésticos, mas também de outras empresas de água e saneamento e, principalmente, da agricultura, que consome 70% da água potável do país.

FONTE: Carlos Arthur Ortenblad - Economista e administrador de empresa, Rio de Janeiro/RJ

Quando passamos dez anos no mar, uma das nossas maiores preocupações era ficar sem água. Sempre economizamos, tomando banho e lavando louça com água do mar. Para evitar doenças, tínhamos o maior cuidado com a procedência da água, a fervíamos para beber, ou consumíamos água mineral. (...) Em alguns lugares comprávamos a água caríssima e em outros havia restrições de abastecimento. Sempre que possível, recolhíamos água da chuva e aprendemos a verdadeira importância de preservá-la. (HELOÍSA SCHÜRMAN, "EM BUSCA DO SONHO", Ed.Record, p.244.)

7.2.A Racionalização da Água

O investimento das empresas em ações para economia de água pode ter, em média, um retorno no período de três meses. Em princípio, qualquer edifício (comercial ou residencial) pode implantar um programa de uso racional da água. Algumas medidas educativas, que alterem velhos hábitos, já bastam para reduzir o valor da conta de água no final de cada mês.

:

“Em edifícios comerciais, o grande vilão do consumo é a bacia sanitária, que responde por 50% a 80% do consumo. Assim, é possível cortar 40% dos gastos, com a simples regulagem da válvula de descarga ou a troca das bacias sanitárias por outras de menor consumo”. (Engenheiro Carlos Lemos Costa, diretor da H2C, empresa especializada em Uso Racional da Água)

Estas ações são de grande importância para a manutenção de nossas reservas, baixando o custo operacional de empresas e casas residenciais. Porém não dão idéia de conforto no que diz respeito às necessidades reais de uso de água doce, pois o uso de um pouco mais de água, seja ela prioritária ou emergencial, conduzirá em um gasto excessivo.

Desta forma é que existem outros recursos que poderão ser utilizados agora e no futuro, para evitar o impacto ambiental.

7.3. De Volta ao Passado

Durante séculos, em diversos locais ao redor do planeta, as pessoas utilizaram a coleta e armazenamento de águas pluviais para uso doméstico, irrigação, criação de animais e outras finalidades. Antes do desenvolvimento de grandes sistemas centralizados de fornecimento de água, a água da chuva era coletada através de uma infinidade de superfícies - mais comumente telhados - e armazenada em tanques no próprio local de utilização. Com o advento dos grandes sistemas centralizados de tratamento e distribuição de água, e equipamentos para perfuração de poços mais baratos e eficientes, os sistemas para coleta de água da chuva foram esquecidos, embora ofereçam uma fonte de água pura e confiável.

Um renovado interesse na coleta de água da chuva está surgindo principalmente pelo aumento dos custos econômicos e ambientais do fornecimento de água centralizado ou da perfuração de poços; por questões relativas à saúde, com respeito às fontes de água utilizadas e tratamento de águas poluídas ou a inovada percepção da relação custo/benefício associada à confiabilidade da água da chuva.

8. A CAPTAÇÃO DA ÁGUA DE CHUVA

8.1. Vantagens da Captação da Água de Chuva

8.1.1. Vantagens Ecológicas

Coletar a chuva que cai em uma edificação, para utilizá-la, é um conceito simples. A chuva coletada é independente de qualquer sistema centralizado e desta forma promove a auto-suficiência, contribuindo para incentivar uma maior valorização por este precioso e essencial recurso. Não significa apenas conservação dos recursos hídricos, significa também conservação de energia, já que o montante necessário para operar um sistema de água centralizado construído para tratar e bombear água através de uma vasta rede não é utilizado.

A coleta de água da chuva também contribui para minimizar a erosão local e enchentes causadas pelo escoamento superficial em superfícies impermeabilizadas como pátios e telhados, pois parte desta água coletada é armazenada.

8.1.2. Vantagens Qualitativas

Uma vantagem considerável da água da chuva sobre outras fontes de água é que este produto é uma das fontes mais puras de água disponível. De fato, a qualidade da água da chuva é um grande incentivo para as pessoas escolhê-la como sua fonte de água principal. A qualidade da água da chuva geralmente excede a qualidade das águas subterrâneas ou superficiais: ela não entra em contato com o solo que pode ser fonte de diversos poluentes que freqüentemente são despejados nas águas superficiais e que podem contaminar o lençol

freático. A qualidade da água da chuva pode ser influenciada pelo local onde ela cai, pois emissões atmosféricas industriais localizadas podem afetar sua pureza.

Uma vez que a chuva entra em contato com o telhado ou outra superfície de coleta, muitas impurezas como poeira, fezes de pássaros, bactérias e outros contaminantes podem ser levados para dentro do sistema de armazenamento. Os principais critérios para análise de água potável são relativos à bactérias como salmonela, e-coli e legionela, e a contaminantes físicos como pesticidas, chumbo e arsênico. A água da chuva é livre da maioria destes danos.

No entanto, procedimentos comuns para descartar a água dos primeiros minutos de chuva, de modo a lavar a superfície coletora e limpar a atmosfera carregada de poeira, sempre são adotados como medida de precaução.

FONTE: Eco-Sistema – Sistemas ecológicos e Permacultura

8.2. O Processo de Captação

Para automatizar o processo, se faz necessário entender todas as etapas e cada função que exerce no processo. O sistema de captação de água da chuva é composto por cinco componentes básicos:

- Área de captação / telhado, a superfície onde a chuva cai;
- Calhas e tubulações, o canal de transporte entre a superfície de coleta e o tanque de armazenamento;
- Telas /peneiras e sistemas de lavagem do telhado, o sistema que remove contaminante e poeira;
- Cisternas ou tanques de armazenamento, onde a chuva coletada é armazenada;
- Tubulações, o sistema de entrega da água da chuva tratada até o ponto de uso, seja por gravidade ou através de bombas.

8.2.1. Área de Captação

A área de captação é a superfície onde a chuva que será coletada irá cair. Enquanto este projeto focaliza os telhados como áreas de captação; grotas, estradas e canais de infiltração também podem ser utilizados como superfícies de captação, coletando e dirigindo a chuva para um açude ou outro tipo de local de armazenamento. Para a utilização industrial, os telhados das edificações são as principais áreas de captação.

8.2.2. Calhas e Tubulações

Estes são os componentes que recolhem a chuva da área de captação do telhado e a transportam até o tanque de armazenamento. Formas, tamanhos e materiais convencionais são facilmente encontrados, e adaptam-se perfeitamente ao sistema. Assim como as superfícies de captação, é importante se assegurar de que estes condutores sejam livres de chumbo ou qualquer outro tratamento que possa contaminar a água. Em nosso estudo, isto não é muito relevante por se tratar de água para uso comum em processos, lavagem, uso asséptico e não para beber.

8.2.3. Sistemas de Lavagem do Telhado

A lavagem do telhado, ou a eliminação da água dos primeiros minutos de chuva é uma questão particular quando a chuva coletada será usada para consumo humano, pois esta eliminação das primeiras águas lava a maior parte da poeira e outros contaminantes como fezes de aves que se acumularam no telhado e nas calhas durante o período seco.

8.2.4. Tanques de Armazenamento

Além do telhado, os tanques são o maior investimento em um sistema de captação de água da chuva. Para maximizar a eficiência do sistema, devemos tomar decisões à respeito do melhor posicionamento do tanque, de sua capacidade e da seleção do melhor material. O design de um sistema com dois tanques oferece certa flexibilidade. Na maioria dos casos, um tanque adicional representa um custo adicional além do aumento da capacidade de armazenamento. Isto por que dois tanques menores, digamos de 6.000 litros cada um, são geralmente mais caros do que um único tanque com 12.000 litros de capacidade. O principal benefício de um sistema multi-tanques é que continua operacional se um dos reservatórios for fechado para manutenção. Independente do modelo de tanque escolhido, inspeções regulares e manutenção apropriada, são relevantes para assegurar a confiabilidade e eficiência do sistema. Lembre-se que a água é pesada. Um tanque de 2000 litros irá pesar mais de duas toneladas, então uma fundação apropriada é essencial.

No caso da empresa que estudamos, quatro tanques de 45 (quarenta e cinco mil) litros cada, estão sobrepostos em caixas de areia, posicionando-os de maneira confortável, evitando a pressão nos apoios.

8.2.5. Tubulação de Entrega

Se a água captada ter que ser enviada para um nível superior, teremos que utilizar bombas. O fluxo por gravidade somente funciona se o tanque estiver acima do nível da tomada. Ao final teremos a preocupação e identificar a tubulação pela qual passa a água captada para

evitar transtornos, no caso de ligarmos uma rede de água captada em um sistema de água potável (neste caso, quando se aplica o tratamento em água potável para o consumo final), o que não será aplicável em nosso projeto.

9. A EMPRESA, O ESTUDO E SUAS APLICAÇÕES

9.1. Mudar para Vencer – A Natureza Agradece

Como fora dito anteriormente, em nossos estudos, tomou-se como ponto de partida toda a infra-estrutura, já pronta, de uma grande empresa de refrigerante situada na cidade do Rio de Janeiro. Como se trata de um refrigerante bem vendido em todo o mundo, pode-se dizer que a preocupação pelo meio ambiente, pelos produtos naturais e pela conscientização ecológica seria uma tônica aplicável para sua propagação positiva nos meios de comunicação e até pelos seus próprios consumidores. Porém é fato que qualquer produto e empresa atinge seu ápice de vendas e faturamento e por se tratar de um produto que não é “totalmente” saudável, fez com que a empresa tomasse medidas para atingir outros tipos de clientes e consumidores, talvez mais exigentes no tocante ao cuidado à saúde, bem estar e amor à ecologia.

Aliado a união de outras empresas de venda de sucos e derivados de soja e outros produtos naturais, a empresa partiu para uma iniciativa de “*saúde e bem estar*”.

No dia mundial da água – 22 de março de 2007 a empresa citada emitiu uma nota através de sua assessoria de imprensa, onde cita que o seu sistema utiliza 2,10 litros de água para cada litro de bebida, abaixo da média internacional da indústria, reduzindo o consumo de água em 5%, gerando uma economia de água em 2007 seria suficiente para abastecer 37,5 mil famílias de quatro pessoas durante um mês.

Alinhado à tendência mundial na busca pela economia de recursos naturais por indivíduos e instituições, o sistema desta empresa abraçou a nova política mundial da empresa, baseada nos três “R’s”: **R**eduzir a água usada na produção de bebidas; **R**eciclar essa água; e **R**eabastecer as comunidades e a natureza. Além disso, deu prosseguimento ao “Programa Água Limpa”, adotado também pelos seus 17 fabricantes.

Os índices apresentados pela empresa resultaram de iniciativas e investimentos realizados por ela e pelos 17 grupos fabricantes com o objetivo de otimizar a utilização da água, um insumo básico do setor. Os fabricantes concentraram seus esforços na reutilização da água em diversas etapas da linha de produção, tendo como ferramenta principal as ETA’s, ou, Estações de Tratamento de Água. A associação de diversas medidas para economia de água garante integridade absoluta do produto, continuidade de fornecimento e redução de custos de fabricação.

Algumas fábricas apresentam consumo na faixa de 1,4 litros para cada litro de bebida. Para esses, reduzir ainda mais o consumo de água representa um grande desafio a ser vencido. A forma de economia que resta está na captação, deixando de usar água do fornecimento público e partindo para a captação própria, incluindo água da chuva. O sistema já funciona com sucesso desde meados de 2005, onde a água de chuva é utilizada para alimentação das torres de refrigeração (ar condicionado), porém sem a devida automação e controle, o que tornaria o sistema muito mais eficaz.

10. A ESTRUTURA PRÉ-EXISTENTE

10.1. *Planta de Captação*

Em nosso estudo, grande parte da fábrica, os telhados já possuem instalados em suas colunas, grandes calhas de captação de água de chuva, onde é posteriormente lançada em uma

primeira caixa, que chamaremos de pré-decantação. Esta pré-decantação separará as folhas, gravetos, pedras, papel, plásticos, da água que será transferida para outro grande reservatório.



Figura 2 Caixas de “Pré-decantação” e suas derivações



Figura 3 Caixa Pré-decantadora e seu acesso para a limpeza

Posteriormente esta água é desviada para o tanque decantador, onde a poeira e menores detritos são separados, dando passagem somente a água limpa. Este tanque, em número de 2 (dois), está localizado no nível da fábrica.



Figura 4 Tanque Decantador



Figura 5 Tanques de armazenamento principal

Toda a água da chuva que é recolhida, segue seu curso, principal, até quatro grandes reservatórios de fibra de vidro, com a capacidade de 45.000 (quarenta e cinco mil) litros de água cada um, totalizando 180.000 (centro e oitenta mil) litros de água armazenada.

Para um melhor aproveitamento, toda esta água condicionada nos tanques será transportada para os reservatórios superiores através de bombeamento. O fato é que hoje, este

processo é feito manualmente, onde um operador abre a válvula manual localizada na base dos tanques principais, e liga uma botoeira dando a partida de uma bomba hidráulica, fazendo com que a água seja lançada para cima. Quando a bóia do reservatório superior atinge o limite máximo, o operador verifica, visualmente, que a água está sendo lançada pelo expurgo e então é desligada a bomba. Todo o processo é manual.



Figura 6 Localização da Bomba Hidráulica

11. AUTOMAÇÃO

A parte existente da planta na empresa que é estudada é de suma importância para a aplicação da planta de automação para a captação de água de chuva, pois foi montada com uma preocupação muito grande em utilizar os materiais corretos, evitando assim, o re-trabalho, faltando somente a automação do sistema, que veremos a seguir.

11.1. Os Instrumentos utilizados

Para um melhor aproveitamento da tecnologia que será aplicada em nosso projeto, foram consultadas várias empresas no mercado, através de telefonemas, e-mails e consulta à internet, chegando-se a conclusão que em termos de funcionalidade, custo-benefício e aplicabilidade.

11.1.1. Transmissor de Nível

Para a utilização de transmissores de níveis a empresa que iremos abordar em nosso estudo será a Contech®.

Tabela 1 Característica do Transmissor de Nível

Característica
Medição sem entrar em contato com o líquido
Saída transmissora de nível com 4 a 20mA
Range de 0,1 a 5 metros
Compensação automática de temperatura
LCD indicadora em polegadas ou centímetros
Fácil calibração para todos os "SET-POINTS"
Corpo em PP e transdutor e PVDF.



Figura 7 Transmissor de Nível



Figura 8 Amostra da Detecção

Uma onda de som ultrassônica é pulsada em dois tempos por segundo da base do transdutor. A onda sonora reflete contra o fluido do processo e retorna ao transdutor. O microprocessador baseado em medidas eletrônicas converte a velocidade de propagação do transdutor

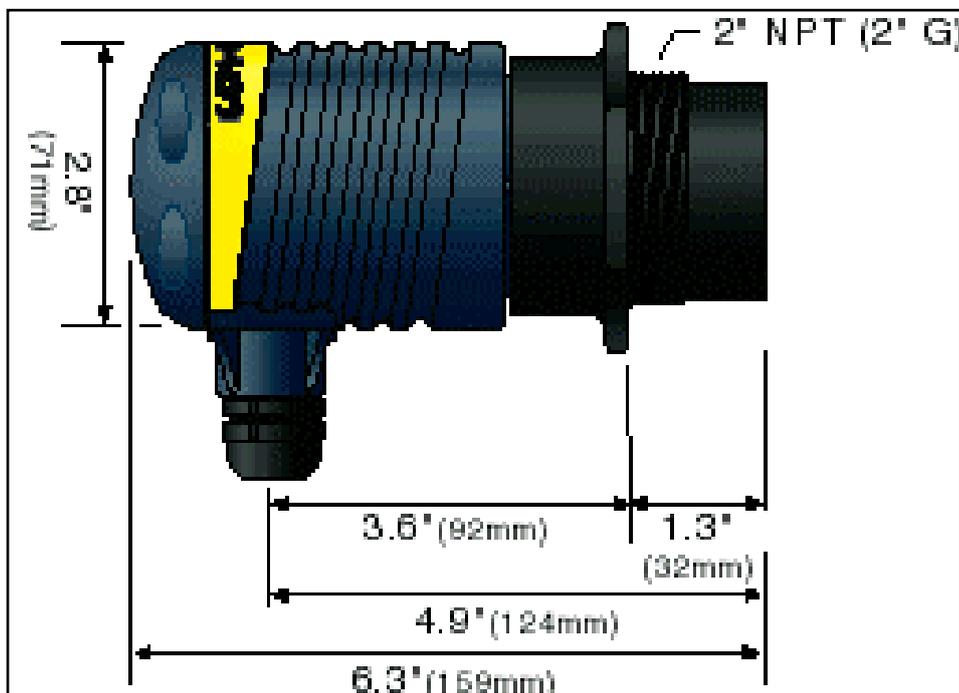


Figura 9 Dimensões do Transmissor de Nível

11.1.2. Válvula Solenóide de 3 vias

O sistema irá utilizar-se de duas válvulas solenóide, eletromecânica, que atuará como objeto principal na abertura e fechamento das válvulas principais nos dois reservatórios superiores. Buscou-se uma empresa que oferece o melhor preço em detrimento à um produto de ótima qualidade. A empresa consultada foi a Norgren®

Tabela 2 Características da Válvula Solenóide

Características
Fluidos líquidos e gases neutros ou agressivos
Operada por solenóide
Direção do fluxo Opcional
Taxa de vazão de 340 l/min
Conexão: G1/4, 1/4 NPT ou interface NAMUR
Orifício: DN 5
Pressão de operação: 0 ... 10 bar
Temperatura: Fluido: -25 °C... +80 °C
Temperatura: Água até +95 °C -40 °C ... +60 °C
Corpo: aço inox 1.4404/316, latão, alumínio anodizado duro



Figura 10 Válvula Solenóide 3 vias

11.1.3. Transmissor de Fluxo

Como o sistema é composto de parte manual e parte automática, será colocado um transmissor de fluxo após a coleta da água de chuva por meio das calhas, filtros e decantadores para ser verificado se existe a falta de passagem de fluido devido a uma possível obstrução por folhas, papel ou outro objeto qualquer. Este tipo de análise não pode ser feita automaticamente por ser muito custosa e não vem ao caso. A empresa Metroval® será a responsável por fornecer este instrumento.

Tabela 3 Características do Fluxostato

Características
Relojoaria hermética e selada e orientável 360°
Turbina Balanceada hidrodinamicamente
Alta Capacidade de sobrecarga
Ajuste de Calibração simétrico
Pintura Epóxi-poliéster proteção contra corrosão
Fácil calibração para todos os “ <i>SET-POINTS</i> ”
Imune a campos magnéticos



Figura 11 Fluxostato

11.1.4. Válvula Esfera

As válvulas esferas são pequenas e robustas para serem utilizadas entre os tanques inferiores para a manutenção preventiva de cada um. Também serão colocadas para drenar cada reservatório.

Tabela 4 Características da Válvula Esfera

Características
Montagem lateral (<i>side entry</i>) simétrica
Folga mínima entre corpo e tampa
Esfera e haste em peça única
Sedes de PTFE grafitado ou Stellite
Classes de pressão: ANSI 150 e 300



Figura 12 Válvula Esfera

11.1.5. Transmissor de Pressão

O Transmissor de Pressão Diferencial Série DM-2000, distribuído pela Hygro-Therm®, mede a pressão do ar e de gases compatíveis, enviando um sinal de saída padrão de 4 a 20 mA. O invólucro do DM-2000 foi especialmente projetado para ser montado no furo do mesmo diâmetro de um Manômetro comum.

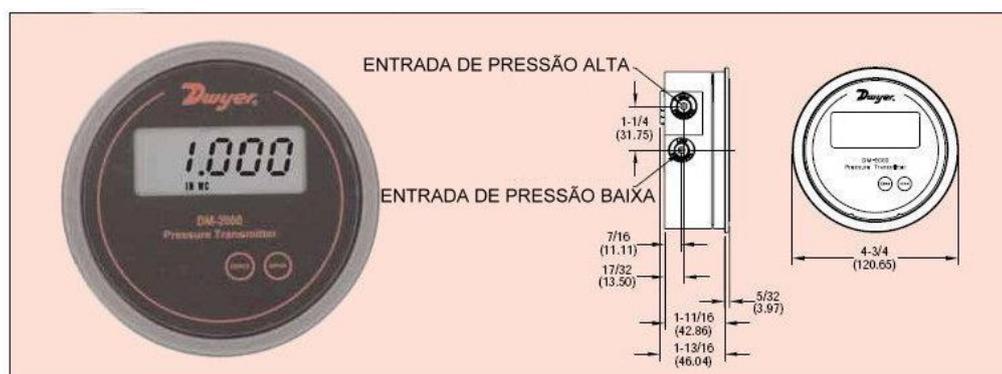


Figura 13 Transmissor Indicador de Pressão

Tabela 5 Características do Transmissor Indicador de Pressão

Características
Classe de Exatidão: $\pm 1\%$ fundo da escala, a $21,11^{\circ}\text{C}$ (70°F).
Estabilidade: $\pm 1\%$ fundo da escala/ano.
Limites de Temperatura: $-6,67$ a $48,9^{\circ}\text{C}$ (20 a 120°F).
Limites de Pressão: $0,69$ bar (10 psig).
Efeitos Térmicos: $\pm 0,099$ fundo da escala/ $^{\circ}\text{C}$ ($0,055$ fundo da escala/ $^{\circ}\text{F}$).
Alimentação: $10-35$ VCC (2 fios).
Sinal de Saída: 40 a 20 mA.
Ajustes de Zero e Span: Teclado Digital (push-button)
Resistência de Malha: 0 a 1250 ohms CC no máximo.
Consumo de Corrente: 38 mA no máximo.
Conexões Elétricas: Bloco terminal em parafuso.
Mostrador Digital: $3,5$ dígitos LCD com $0,7''$ de altura ($17,78\text{mm}$).
Conexões ao Processo: Tubulação com diâmetro de $1/8''$.
Montagem: Vertical.
Peso: 136 g ($4,8$ oz).

11.1.6. Sistema de Ar Comprimido

Produção rentável de ar comprimido com tratamento e armazenamento de ar ocupando o mínimo de espaço: A nova série Aircenter da KAESER KOMPRESSOREN® possui a mais avançada tecnologia e oferece grandes vantagens e excepcional desempenho.

Um secador por refrigeração integrado assegura uma secagem de ar confiável e é termicamente isolado para prevenir uma exposição do compressor ao calor. A qualidade do ar também pode ser ajustada de maneira exata para aplicações específicas, com o uso de filtros opcionais. Utilizaremos o compressor menor porém com uma eficácia muito maior por ter a tecnologia de ponta



Figura 14 Compressor de Ar

11.1.7. Válvula Pneumática operada por solenóide – ON/OFF

A abertura e fechamento da válvula é controlada por um solenóide que transforma o sinal eléctrico num comando pneumático. Esta válvula é normalmente fechada para receber o ar comprimido e abrir seu corpo, retornando por ação de mola. O comando eléctrico pode ser conjugado c/ outras funções. O controlo da válvula é realizado por solenóide N.C. de 3 vias de 12 VDC e 12, 24, 48, 110, 220 VAC. O corpo da válvula possui as características da válvula básica.



Figura 15 Válvula ON/OFF

11.1.8. Contator Magnético TRIPOLAR 60A X 220V

Contator é um dispositivo eletromagnético que liga e desliga o circuito do motor. Serão 2 (dois) destes utilizados no sistema, onde um deles será usado para ligar e desligar o motor do compressor e outro para o motor da bomba hidráulica. É constituído de uma bobina que quando alimenta cria um campo magnético no núcleo fixo que por sua vez atrai o núcleo móvel que fecha o circuito. Cessando alimentação da bobina, desaparece o campo magnético, provocando o retorno do núcleo através de molas

11.1.9. CLP – Controlador Lógico Programável

O CLP que será utilizado é o MPC4004 da empresa Atos Automação Industrial®. Este CLP é de uma família de controladores programáveis com estrutura modular, que permite, através de seus diversos módulos, fonte de alimentação, módulos de processamento, módulos de entradas e saídas (digitais e analógicas), entre outros, compor um produto sob medida para aplicações diversas. Com apenas dois módulos (fonte de alimentação e CPU com 8 entradas e 8 saídas digitais integradas), uma pequena aplicação pode ser atendida, contando ainda com todo o conjunto de instruções e recursos de programação on-line de uma composição de maior porte. Foi optado em adquirir este modelo de CLP por possibilitar atingir até 496 entradas e saídas digitais ou 120 entradas / saídas analógicas com o uso de até 15 módulos de expansão de entradas e saídas digitais ou analógicas além da fonte de alimentação e da unidade de processamento.



Figura 16 Controlador Lógico Programável

11.2. *O Fluxograma do Processo*

Para facilitar o entendimento do texto deste trabalho, todo e qualquer instrumento estará de acordo com a norma S.5.1 - *Intrumentation Symbols and Identification – da Instrument Society of América (ISA)*, onde regula que cada instrumento ou função programada é identificado por um conjunto de letras que a classifica funcionalmente.

O Fluxograma mostra todas as etapas do processo de uso da água de chuva, desde a sua captação, limpeza, acúmulo inferior em grandes tanques até o envio para as caixas d'água superiores para que seja utilizado da melhor maneira possível. Na fig. 17, podemos observar que as etapas estão claramente separadas por área, de acordo com sua característica do processo.

No estudo, toda a planta de processo que não exige automatização, e que já está construída, também aparece no processo para que se possa ter uma visão completa do esquema com as suas variáveis.

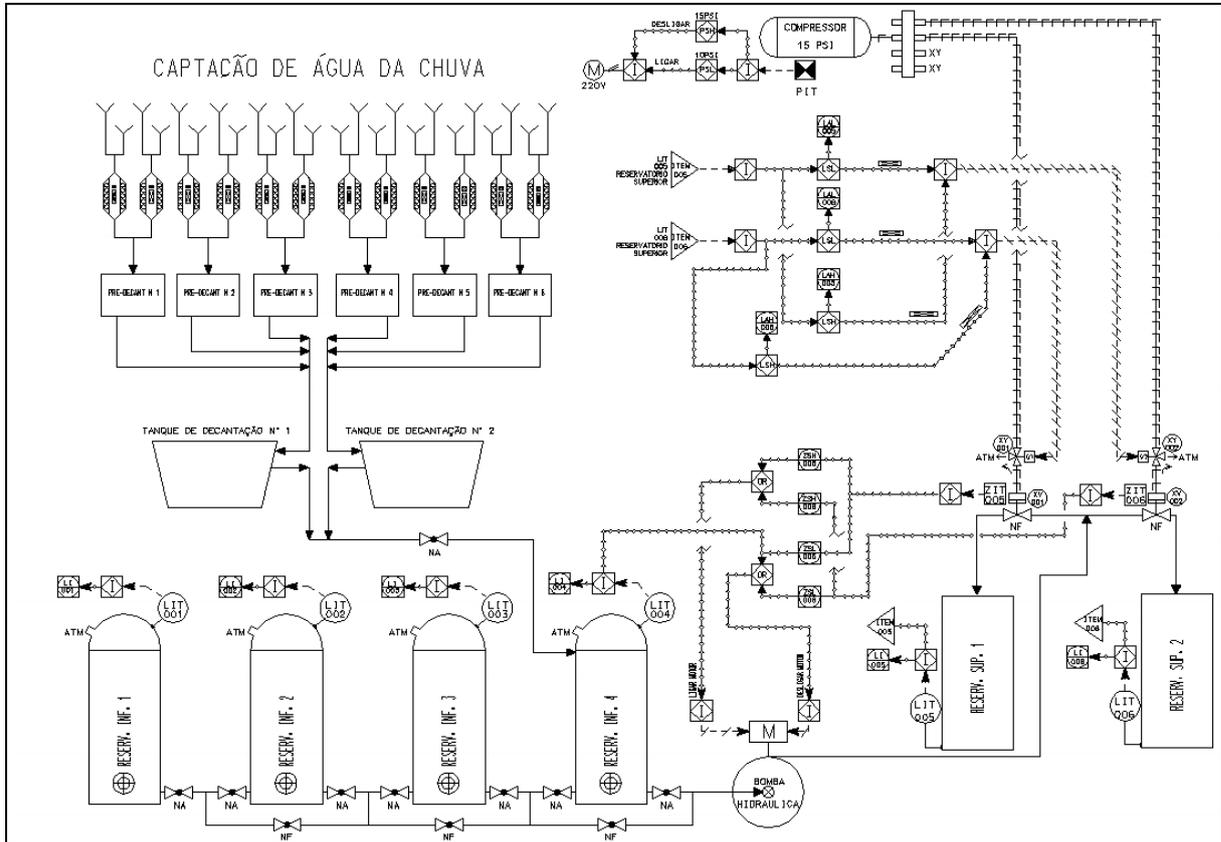


Figura 17 Fluxograma do Processo Completo

O Fluxograma mostra todas as etapas do processo de uso da água de chuva, desde a sua captação, limpeza, acúmulo inferior em grandes tanques até o envio para as caixas d'água superiores para que seja utilizado da melhor maneira possível. Na fig. 17, podemos observar que as etapas estão claramente separadas por área, de acordo com sua característica do processo.

No estudo, toda a planta de processo que não exige automatização, e que já está construída, também aparece no processo para que se possa ter uma visão completa do esquema com as suas variáveis.

Cada etapa do processo é importante para que o mesmo se torne eficaz. A inserção da automação será a parte mais importante, pois é nela que teremos o controle e monitoramento das variáveis deste processo.

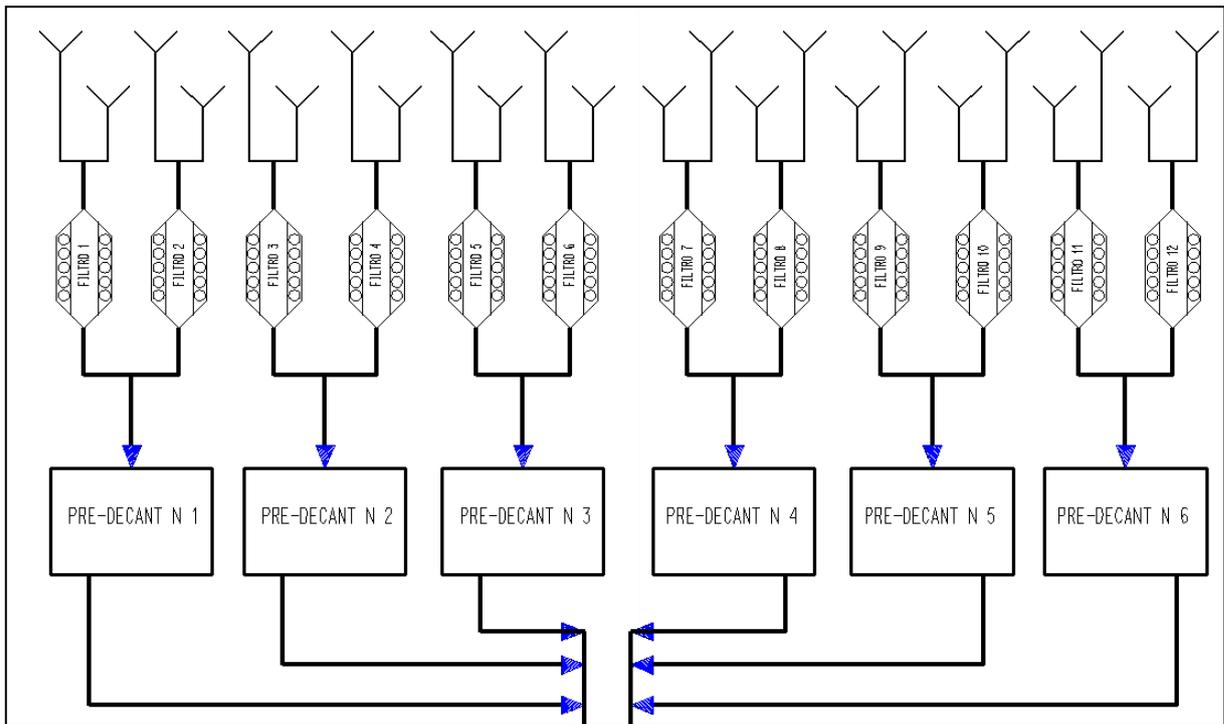


Figura 18 Primeira Etapa de Captação e Manejo da Água de Chuva

A fig. 18 mostra de forma esquemática como a água da chuva é captada hoje na empresa. Podemos observar que na parte da figura onde existe um “Y”, a água é captada pelos telhados, daí por diante é transferida para os filtros, através de tubulações em PVC (Poli Cloreto de Vinila), e por fim, nesta primeira etapa, a água é decantada em pequenos tanques que são posicionados no alto da estrutura das coberturas. Estes pequenos tanques estão espalhados estrategicamente para recolher de vários pontos de coleta, a água da chuva.

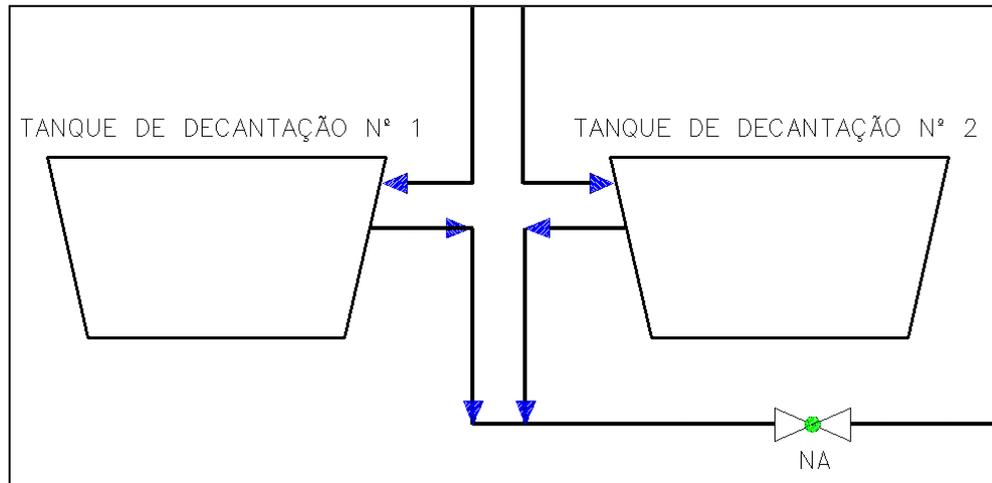


Figura 19 Tanques de Decantação

Os grandes tanques de decantação que estão no nível da empresa têm um papel de evitar que as pequenas impurezas, tais como poeira e a terra fina, sejam transferidas para os reservatórios de acumulo de água. Existem dois instrumentos que estão à jusante deste tanque, que são uma válvula manual e um fluxostato. A válvula esfera, que durante o processo permanece normalmente aberta (NA), é utilizada em caso de reparo na linha ou mesmo parada programada para limpeza dos tanques.

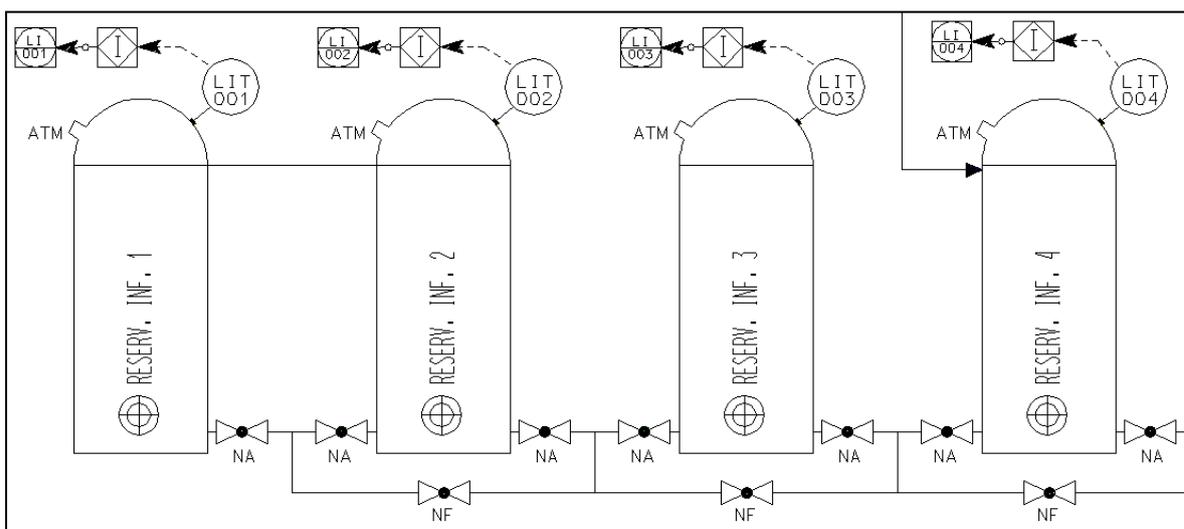


Figura 20 Os Tanques de Armazenamento Inferiores

Após toda a filtragem da água da chuva através dos sistemas de decantação superiores e inferiores, toda a água será armazenada em quatro grandes tanques de fibra de vidro que estão dispostos em série, interligados por uma passagem, a fim de manter a integridade de nível de água igual em todos os tanques, que é de quarenta e cinco mil litros de água.

Cada tanque possui um transmissor-indicador de nível (LIT) colocado na parte superior do tanque, para mensurar a quantidade de água de cada tanque, pois desta forma podemos monitorar se há vazamentos ou mesmo se existem entupimentos na passagem de um tanque para o outro. Ver fig. 20

Para que seja feita a manutenção preventiva de cada tanque, será necessária a instalação de válvulas esfera, uma delas na união dos tanques para que este seja fechada a passagem de água e outra válvula para que seja desviada o curso desta água, para que seja feita a manutenção do tanque em questão.

Todos os sinais elétricos que serão enviados pelos transmissores serão analisados pelo Controlador Lógico Programável (CLP), tomando assim as ações necessárias.

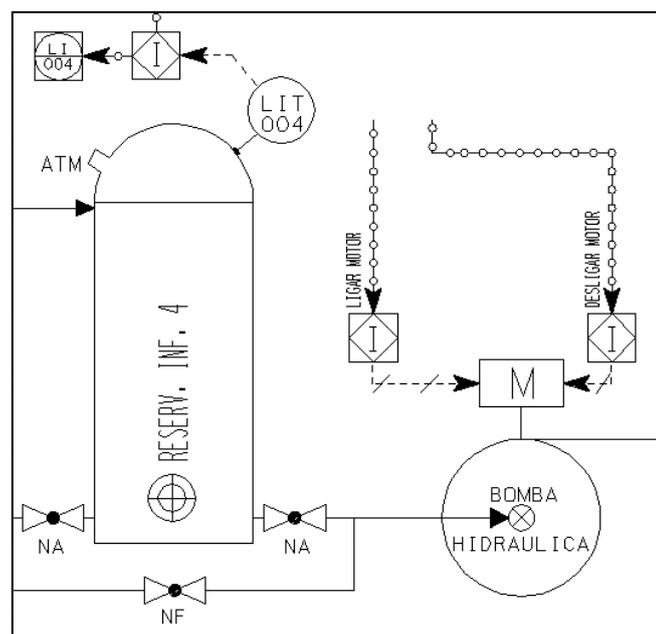


Figura 21 A Bomba Hidráulica

Na Figura 21, podemos observar que logo após o tanque de armazenamento número quatro, toda a água, de acordo com a necessidade, será transportada para os reservatórios superiores, levando-se em consideração toda a lógica do processo programada no CLP.

Esta programação levará em conta a informação fornecida pelos instrumentos que estão nos reservatórios, que são os transmissores de nível. De acordo com a informação, a lógica irá ligar ou desligar o motor da bomba hidráulica.

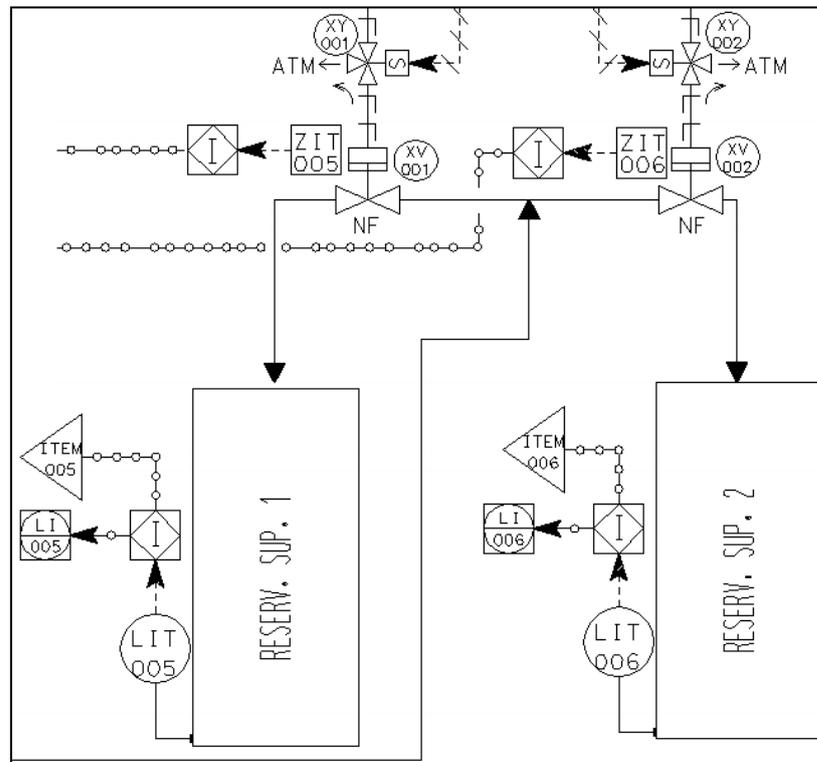


Figura 22 Os Reservatórios Superiores

Os reservatórios superiores receberão toda a água que estará nos tanques inferiores, aguardando a informação por parte dos transmissores de nível que, em caso de nível baixo, enviará um sinal ao CLP para que seja aberta a válvula ON-OFF. Neste caso, o posicionador ZIT, informará ao CLP que a válvula está aberta, ligando o motor da bomba hidráulica. Quando o nível atingir o valor máximo para que as caixas d'água fiquem completamente

cheias, o transmissor de nível envia um sinal para fechar a válvula da respectiva caixa e desligar o motor da bomba hidráulica, em virtude da informação do posicionador ZIT. Quando o sistema enche as duas caixas, somente desligará a bomba hidráulica quando não mais receber sinalização para tal, isto é, quando o último transmissor de nível atingir o seu valor máximo.

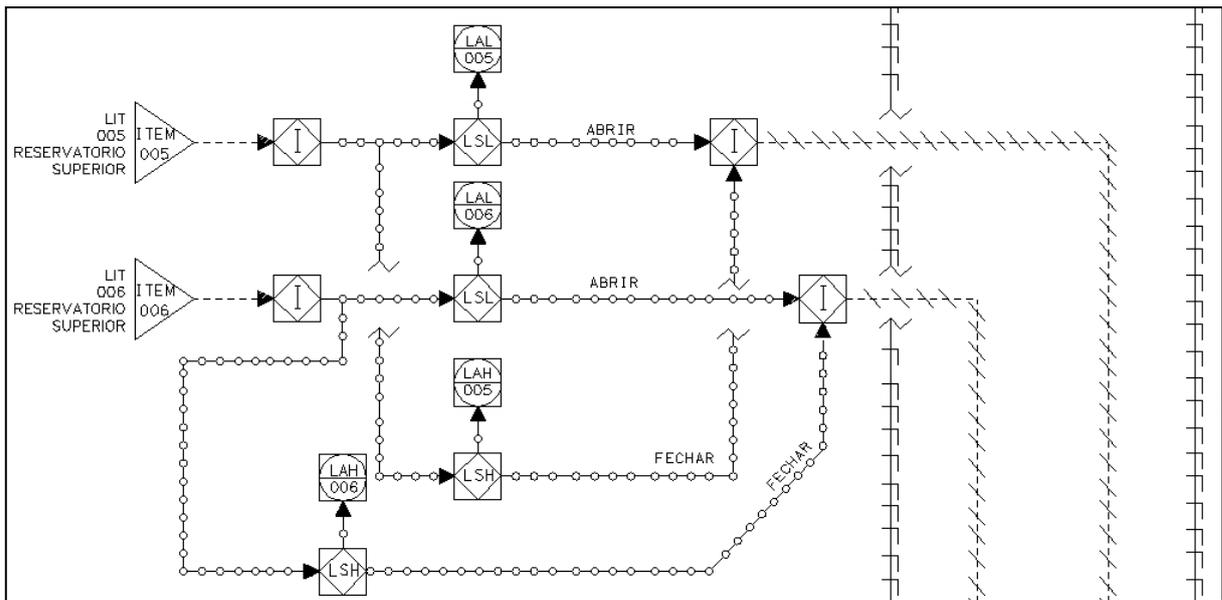


Figura 23 A Lógica do Processo

Na fig. 23, é mostrada a lógica do processo de automação do sistema de captação de água de chuva. Nas linhas que possuem a característica de pequenos círculos trafegam os sinais digitais, sendo estes enviados pelos transmissores ou CLP. A linha onde existem barras inclinadas é por onde trafegará os sinais elétricos que irão operar as válvulas solenóides. As linhas onde possuem pequenos “L’s”, é por onde trafega o sinal pneumático, responsável pela abertura e fechamento das válvulas ON-OFF

Os elementos finais são as válvulas ON-OFF que irão abrir ou fechar de acordo com as ordens dadas a partir do CLP.

Estas válvulas são pneumáticas e somente abrem com um sinal elétrico que é enviado para as válvulas solenóides que permitem ou não a passagem para as válvulas ON-OFF.

O CLP será programado para receber os sinais dos transmissores de nível e de fluxo para operar as válvulas solenóides e também enviar sinais de alarme visual ou sonoro para um computador supervisor.

De acordo com o sinal, existe um evento. Exemplificaremos com base no evento da válvula 001. Se o evento for nível baixo no reservatório superior "LSL", o CLP recebe um sinal "ITEM 001" do transmissor de nível "LIT-005", codifica-o, envia um alarme visual, "LAL-001", para o sistema supervisor e um sinal elétrico para a válvula solenóide, "XY-001", abrindo-a permitindo a passagem do ar comprimido para abrir a válvula, "XV-001". O posicionador "ZIT-005" envia um sinal de abertura de válvula ao CLP, desta forma por configuração, o sistema envia outro sinal elétrico para uma contatora ligando o motor da bomba hidráulica. Toda a água que estiver nos tanques inferiores será bombeada para os reservatórios superiores.

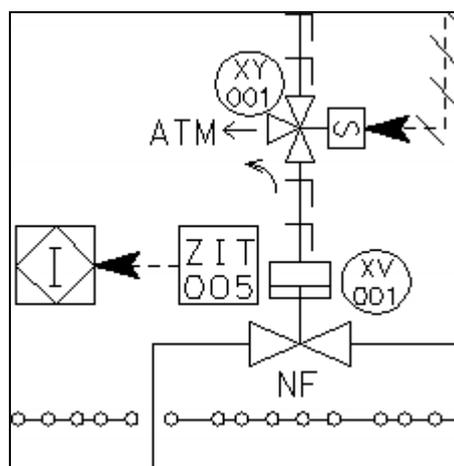


Figura 24 Operação da Solenóide

O CLP somente permitirá que a válvula se abra e a bomba ligue, se o transmissor de nível que está localizado no reservatório inferior nº 4 acusar nível suficiente, pois desta forma evitará que a bomba hidráulica opere no seco, podendo danificá-la.

Após os níveis de água dos reservatórios superiores atingirem o valor ideal, o CLP receberá do transmissor de nível o valor de nível alto "LSH". Neste momento, é enviado um sinal de alarme visual, "LAH-001", para o sistema supervisor, para fechar a válvula solenóide e desligar a bomba hidráulica.

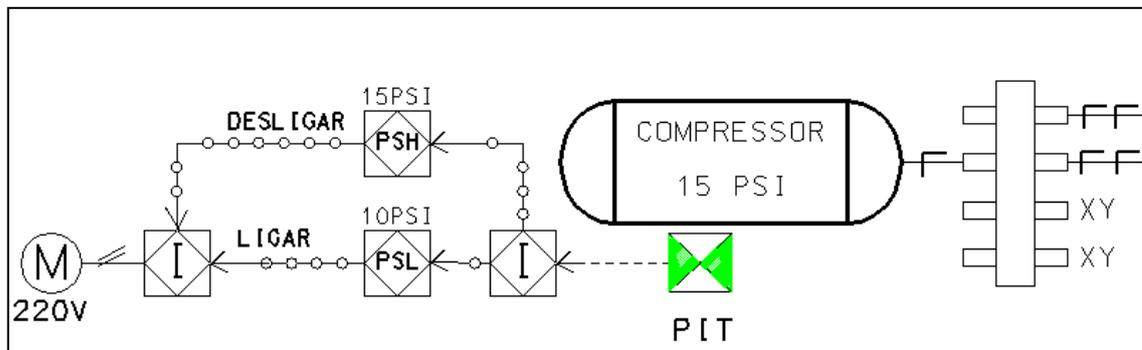


Figura 25 A Alimentação Pneumática

Para que as válvulas solenóides operem, há a necessidade de termos um sistema de controle pneumático. Será instalado junto ao compressor, um módulo de controle de pressão em PSI (*Pound Force per Square Inch* ou Libra por Polegada Quadrada) – unidade de medida de pressão.

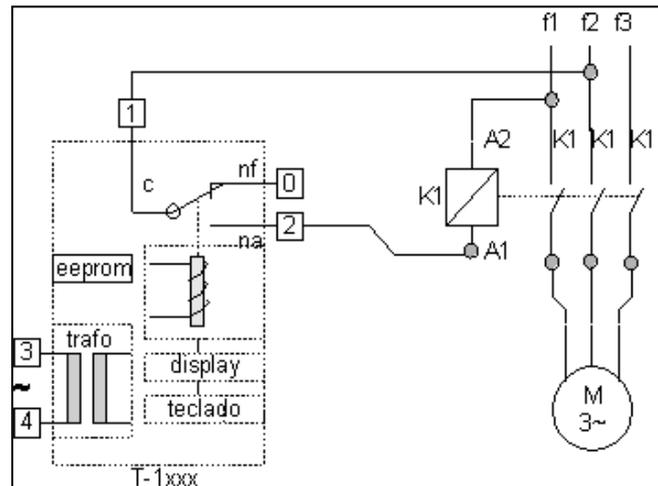


Figura 26 Esquema elétrico de acionamento do motor do compressor

Este módulo recebe do transmissor de pressão PIT a informação da pressão do tanque. Caso esta pressão esteja menor que 10 PSI, o CLP ao receber este dado, envia um sinal para que o motor do compressor passe a funcionar; atingindo a marca de 15 PSI, o CLP envia o sinal de desligar para o motor.

Este módulo garante a integridade da pressão no sistema e evita maiores problemas, por falta ou excesso de pressão na linha. Todos os dados também serão imputados no CLP, para que este tenha o controle automático. Haverá também um alarme visual no sistema supervisorio para o total acompanhamento no sistema.

12. O SISTEMA SUPERVISÓRIO

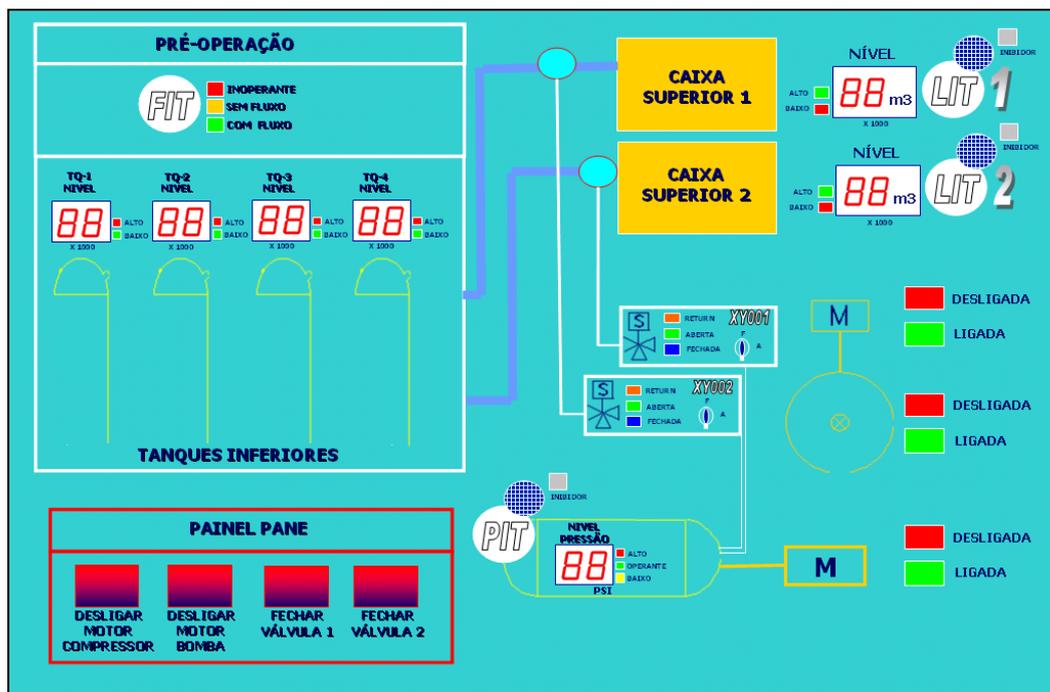


Figura 27 A Tela do Sistema Supervisório

O sistema supervisório é gerado a partir de um programa, tal como Elipse[®] ou LAquis[®], onde é feita de forma totalmente customizada pelo cliente, uma tela, ou melhor, uma interface gráfica, que irá mostrar todos os instrumentos e processos envolvidos na automação.

O programa escolhido será o Elipse[®]. No programa, serão incluídos todas as variáveis, instrumentos, desenhos dos equipamentos e todas as instruções que servirão de base para que o sistema tenha a real situação de operação do processo.

Na interface gráfica criada (Fig. 27), mostra primeiramente o item FIT (Fluxostato) e três lâmpadas que indicarão a inoperância, falta ou presença de fluxo na tubulação em que o instrumento está instalado. A Inoperância deste equipamento será detectada através da falta de retorno de um sinal elétrico que já estará programado no CLP. Os demais sinais serão enviados pelo instrumento para o CLP.

Logo após temos o desenho dos quatro tanques inferiores com os seus transmissores de nível e duas lâmpadas indicativas: uma informará que o nível do tanque está crítico e outra informará que o nível está normal.

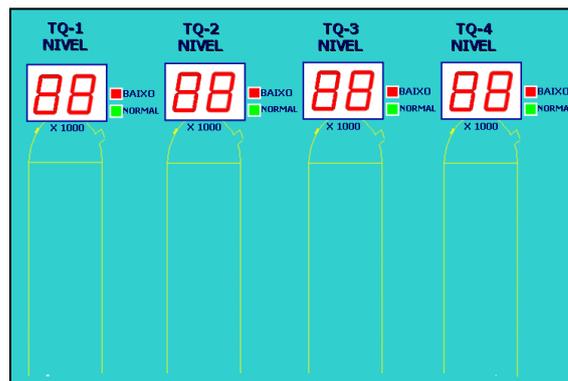


Figura 28 Informação de Nível nos Tanques

Quando o Fluxostato localizado antes dos tanques acusar fluxo de água pela tubulação, os transmissores de nível enviarão a informação ao CLP. Quando a coluna de água começar a preencher os tanques, é informado ao CLP o nível no momento da medição através de pulsos elétricos de 4 à 20 ma. Esta medição só poderá ser eficaz, se anteriormente o transmissor for calibrado para operar na faixa do tanque que será de dois mil à quarenta e cinco mil litros de água

Se em algum momento, nos reservatórios superiores for detectado nível baixo de água, o transmissor lá instalado, irá informar ao CLP a necessidade de abastecer os reservatórios. Porém será necessário respeitar as regras de programação do CLP, para evitar o desperdício, ou até mesmo a quebra de algum equipamento.

Será demonstrada a seguir uma simulação de como seria o funcionamento do sistema em caso de detecção de níveis de água em ambos os reservatórios: nos tanques inferiores ou nos reservatórios superiores. Será enumerada cada ação dos instrumentos ou do CLP, levando-se em consideração todos os supostos eventos.

1. TRANSMISSOR DE NÍVEL informa nível baixo no reservatório superior;
2. CLP – Recebe a informação e processa;
3. CLP – Recebe do TRANSMISSOR DE PRESSÃO da linha de pressão de ar, a informação de pressão do tanque de ar comprimido. Se a pressão estiver em torno de 13 a 15 PSI, o CLP envia um sinal elétrico para a VÁLVULA SOLENÓIDE abrir;
4. Ao abrir eletricamente a VÁLVULA SOLENÓIDE, permite a passagem do ar comprimido na linha, fazendo com que a VÁLVULA ON-OFF abra;
5. VÁLVULA ON-OFF aberta, o TRANSMISSOR DE POSIÇÃO informa ao CLP que a válvula está aberta;
6. CLP recebe sinal do TRANSMISSOR DE POSIÇÃO da VÁLVULA ON-OFF, que está aberta e, neste caso, envia um sinal para ligar o MOTOR da BOMBA HIDRÁULICA;
7. CLP checa os níveis de ambos os reservatório: superiores e inferiores;
8. Se o nível do reservatório superior estiver alto ou se o nível do reservatório inferior estiver baixo, o CLP processa a informação, solicita que o MOTOR da BOMBA HIDRÁULICA desligue e que a VÁLVULA SOLENÓIDE seja desligada, fazendo com que a VÁLVULA ON-OFF retorne em seu estado normalmente fechada, através da força impulsadora da mola;



Figura 29 Painel de Pane do Sistema

Em caso de problemas em um dos instrumentos ou equipamentos, existirá um painel de pane, que quando acionado, cortará a energia que alimenta o sistema em questão.

13. CUSTO DOS MATERIAIS

Será levado em consideração todo o material e instrumentos que serão instalados para atender a proposta de automação da captação de água de chuva. As empresas de mão-de-obra especializada somente fornecem dados baseados em informações reais de potenciais clientes, aliada a visitação do local de instalação para que seja fornecido o orçamento.

De acordo com informações fornecidas via telefone, somente uma empresa, a Unidata Automação[®], nos forneceu o que seria o custo de instalação deste projeto, que ficaria em torno de R\$ 35.000,00 (trinta e cinco mil reais), levando-se em consideração o pagamento de mão-de-obra especializada, ajudantes, técnicos e todo o material para a instalação dos equipamentos.

Tabela 6 Tabela de Custo dos Materiais

INSTRUMENTO	MODELO	EMPRESA	QUANT	PREÇO UNIT	TOTAL
Transmissor de Pressão	DM-2000	Hygro-Therm	1	R\$ 500,00	R\$ 500,00
Chave de Nível		Contech	6	R\$ 900,00	R\$ 5400,00
Compressor	Aircenter	Kaeser	1	R\$ 1200,00	R\$ 1200,00
Válvula Solenóide 3 vias		Norgren	2	R\$ 700,00	R\$ 700,00
Válvula ON-OFF		Metroval	2	R\$ 2200,00	R\$ 4400,00
Válvula manual Esfera		Metroval	11	R\$ 350,00	R\$ 3850,00
Controlador Lógico Programável	MPC4004	Atos	1	R\$ 3773,00	R\$ 3773,00
Computador		Dell	1	R\$ 1500,00	R\$ 1500,00
Contator	3TF 4722	Siemens	2	R\$ 2800,00	R\$ 5600,00

O custo dos materiais será de R\$ 24.523,00, somando se ao valor da mão-de-obra, o valor total do investimento ficará em R\$ 59.523,00.

Somente a empresa Auto Control[®] se dispôs a enviar uma proposta de venda de equipamento. Ver ANEXO A – Proposta de venda de equipamentos de Automação e Controle (CLP)

14. O RESULTADO OBTIDO E SUAS COMPARAÇÕES

Com toda esta implementação, o sistema de captação de água de chuva será muito mais eficiente, oferecendo um retorno ao cliente de forma satisfatória. De acordo com dados fornecidos pelas Concessionárias de Água potável, existe uma cobrança pela água conforme figura abaixo.

TARIFA 3				
ÁREA A COM COBRANÇA DE ESGOTO				
CATEGORIA	FAIXA	MULTIPLICADOR	TARIFA	VALOR
DOMICILIAR (*)	0-15	1,00	1,604566	24,06
	16-30	2,20	3,530045	77,01
	31-45	3,00	4,813698	149,21
	46-60	6,00	9,627396	293,62
	>-60	8,00	12,836528	421,98
COMERCIAL	0-20	3,40	5,455524	109,11
	21-30	5,99	9,611350	205,22
	>-30	6,40	10,269222	410,60
INDUSTRIAL	0-20	5,20	8,343743	166,87
	21-30	5,46	8,760930	254,47
	>-30	6,39	10,253177	459,53
PÚBLICA	0-15	1,32	2,118027	31,77
	>-15	2,92	4,685333	242,60
CONSIDERAÇÕES				
NOTA: Os valores das contas se referem aos limites superiores das faixas sendo, nas faixas em aberto (MAIOR), equivalentes aos seguintes consumos:				
RESIDENCIAL:	70M ³ /MÊS			
COMERCIAL:	50M ³ /MÊS			
INDUSTRIAL:	50M ³ /MÊS			
PÚBLICA:	60M ³ /MÊS			

Figura 30 Custo de Cobrança do Uso de Água Potável – Fonte: Cedae-RJ

Com base em estudos de gasto de água por pessoa, levando-se em consideração que a empresa possui mais de 300 funcionários em rotatividade de 24 horas e que a água potável também é utilizada para outros fins como: lavagens de pátios, carros, espelho d'água, processo, uso de restaurante, uso de chuveiros, banheiros e bebedouros, etc., podemos afirmar que, por operário o consumo de água por dia é em torno de 10 litros de água. Em um mês de

consumo, considerando que nem todos os funcionários estarão presentes, atribuindo-se o número de 250 funcionários dia x 10 litros = 2500 litros por dia x 30 dias = 75.000 (setenta e cinco mil) litros de água por mês. Este valor equivale a 75 m^3 de água e de acordo com a fig. 30, a faixa Industrial >30 , é de R\$ 459,00 por metro cúbico, isto é: $75 * 459 = \text{R\$ } 34.425,00$ (Trinta e quatro mil, quatrocentos e vinte e cinco reais) de cobrança da conta mensal.

Atribuindo o consumo de água tão somente para se beber e o restante utilizar-se de água da chuva, o consumo médio de um homem gira em torno de 2 a 3 litros de água por dia. Se multiplicarmos as 250 pessoas por 3, teremos 750 litros por dia. Em um mês teremos: $750 * 30 = 22500$, isto é, dentro da faixa de $21 > 30 \text{ m}^3$ de água, pagando-se apenas R\$ 254,47 por metro cúbico, pagando-se o valor de: $22,5 * 254,47 = \text{R\$ } 5.725$ (Cinco mil setecentos e vinte e cinco reais)

Desta forma existe um ganho em torno de R\$ 28.000,00 por mês, somando mais de sessenta mil reais em dois meses e meio, onde todo o investimento feito para automatizar o sistema de captação de água de chuva, no valor de R\$ 59.523,00, teria um retorno de 2 a 3 meses.

Todo o cálculo foi baseado em uma precipitação de 1500 mm de chuvas anuais, de acordo com fontes do Sistema de Meteorologia do Estado do Rio de Janeiro, o que seria suficiente para suprir a necessidade mensal de água para uso comum, levando em conta toda a área de captação, que gira em torno de 3000 m^2 .

Calculamos a quantidade de água em litros que foi acumulada, multiplicando-se a área de captação pela quantidade de precipitação anual. Então: $1500 * 3000 = 4.500.000$ (quatro milhões e quinhentos mil litros de água).

Este estudo de custos foi aplicado para que tenhamos um cenário comparativo de como o valor dado à aplicação da automação poderá ter seu retorno. Porém o sistema na empresa estudo já é aplicado e já se tem custos reduzidos no tocante ao uso de água potável.

Na fig. 31, é mostrado o quanto se utiliza de cada recurso hídrico. Como na empresa, a

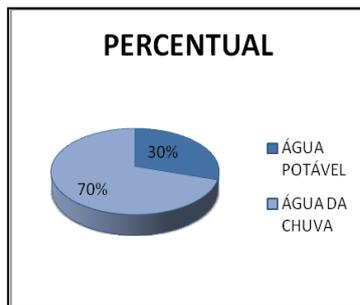


Figura 31 Utilização do Recurso

faixa de utilização de gasto de toda a água consumida por um homem, gira em torno de 10 litros e, desta quantidade somente 3 litros se bebe, chega-se a conclusão que 70% da água consumida pode ser de água da chuva.

A fig. 32 compara os valores gastos sem a água da chuva e os valores incluindo-se este sistema. Comparativamente, com a utilização do sistema de captação de água de chuva, somente teremos 12% do custo, em relação ao que se gastaria utilizando-se a água potável.

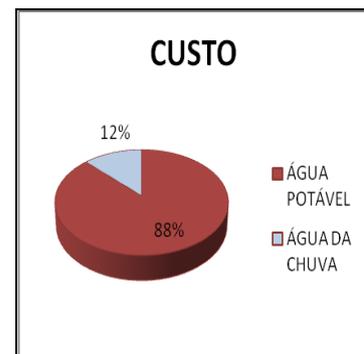


Figura 32 Custo Comparativo

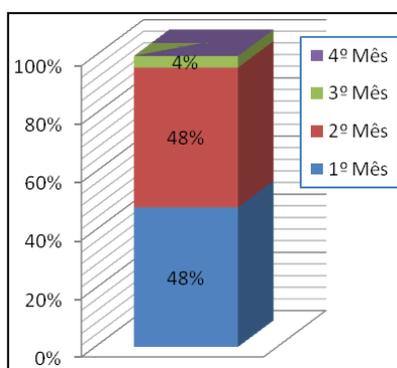


Figura 33 Aplicação no Investimento

Enfim a fig. 33, demonstra que se aplicarmos o valor resultante da economia em se utilizar o sistema de captação automatizada, em parcelas para serem aplicadas ao pagamento desta implementação, em 3 meses teríamos todo o retorno do investimento.

15. ANEXOS

ANEXO A – Proposta de venda de equipamentos de Automação e Controle (CLP)

Auto//Control		Automação e Controle Industrial Ltda			
					
					
Página 1 de 1		Data: 04/06/2008			
Cliente:	Projemar	Proposta:	P – 0373/08		
Contato:	Giovanni	Dept:	Compras		
Telefone:	(21) 3451-2304	Cel.:	(21) 9242-8412		
e-mail:	Giovanni.menezes@projemar.com				
Referência:	Cotação via e-mail				
It	Qtd.	Código	Descrição	P.Unit (R\$)	Total (R\$)
01	01	4004.62G	Módulo 4004 de expansão com 08EA (config. por jump 0-10Vcc ou 0-20mA)		1.272,78
02	01	4004.06T	CPU XA 64K RAM, Bateria de Lítio, relógio e calendário, 2 serias (RS232 e RS485), saída para IHM paralela, 8ED PNP e 8SD PNP (2A máx), uma entrada para encoder 3KHz bidirecional, permite troca-quente e programação on-line		1.892,80
03	01	4004.40	Módulo fonte chaveada 90 a 240 Vca para alimentação de todos os módulos (via barramento 4004), possui saída auxiliar de 24Vcc 500mA		407,25
04	01	4004.24	Bastidor 4 passos		191,59
05	01	FR4004.0U	Frontal plástico de fechamento da série MPC4004		8,66
Preço Total da Proposta					3.773,08
Condições Gerais					
Prazo de Entrega:	15 dias				
Confirmação do Pedido	Deverá ser feita por escrito (fax ou carta) aos cuidados de AutoControl Automação e Controle Industrial Ltda.				
IPI:	Inclusos nos materiais				
ICMS:	Empresa de Pequeno porte. Não concede crédito de ICMS. Empresa Inscrita no Regime Simplificado (SIMPLES) CNPJ: 06.185.535/0001-60				
Local de Entrega:	FOB – Rio de Janeiro – RJ				
Condições de Pagamento:	28 dias, mediante consulta cadastral				
Proposta Válida até:	10 dias a partir da emissão				
Atenciosamente,					
Graziela Oliveira Departamento Comercial					
Estrada de Jacarepaguá, 7655 / sala 1107 – Freguesia / Jacarepaguá – Rio de Janeiro – RJ – CEP 22753-900 Tel: (0xx21) 2456-2222 – Telefax: (0xx21) 2456-1860 E-mail: autocontrol@autocontrolnet.com.br - site: www.autocontrolnet.com.br					

16. CONCLUSÃO

Frente às mudanças climáticas, a captação de água de chuva deve assumir maior relevância nas estratégias de governo voltadas para amenizar os efeitos das secas ou das inundações, devendo ser parte integrante nas discussões das comissões federais e estaduais responsáveis pelas ações a serem tomadas no futuro.

O sistema de captação, filtragem e armazenamento de água de chuva, utilizando-se da automação, se torna ambientalmente correto, eficiente e confiável, pois desta forma teremos uma nova maneira de economizar água e dinheiro, além de enfrentar problemas trazidos pela urbanização, como o risco de desabastecimento, racionamento, amenizando os efeitos dos alagamentos e inundações devido à impermeabilização do solo.

Verifica-se que os valores gastos para a implementação é largamente reposto em 2 a 3 meses, em relação ao caso estudado. Desta forma é um passo importante para a auto-suficiência em abastecimento de água para uso comum de uma grande empresa, não dependendo única e exclusivamente das empresas e abastecimento de água potável.

A Automação Industrial está sendo utilizada em várias camadas da sociedade e em vários níveis de empreendimento, seja residencial, comercial ou industrial. No projeto foi mostrado que se pode ampliar a qualidade de um serviço básico, utilizando-se da automação.

Conclui-se que aproveitar a água de chuva é unir os benefícios ecológicos aos econômicos e utilizar-se da automação para auxiliar esta união é inteligente e eficaz.

17. BIBLIOGRAFIA

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas, Norma para Apresentação de Trabalhos Acadêmicos – Informação e Documentação – (NBR 14724) - Rio de Janeiro – 7 páginas – Agosto 2002.

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas, Informação e documentação - Referências - Elaboração – (NBR 6023) - Rio de Janeiro – 24 páginas – Agosto 2002.

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas, Instalação Predial de Água Fria – (NBR 5626) - Rio de Janeiro – Setembro 1998.

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas, Sistemas Prediais de Água Fria – (NBR 5648) - Rio de Janeiro – Janeiro 1999.

PROJETO PARA UM HABITAT SAUDÁVEL, Ecossistemas Design Ecológico2004, disponível em <http://ecossistemas.net>, acessado em maio/08

PRÊMIO BANCO DO BRASIL DE TECNOLOGIA SOCIAL (filme). Ecocentro.org, 2007. 4min. – Endereço: <http://www.youtube.com/watch?v=1vQVhy4fA34> – acessado em Maio/08

MÉTODOS DE ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA - FEEMA. Rio de Janeiro: DICOMT, 1979. 3 v. (Cadernos FEEMA. Serie didática, 14/79).

RELATÓRIO SOBRE 13ª CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE SISTEMAS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NA AUSTRÁLIA, João Gnadlinger, ABCMAC / IRPAA, 30-08-2007, endereço: <http://www.abcmac.org.br>, acessado em abril/08

FOLHA DE SÃO PAULO, Folha Opinião, 14 de Outubro de 2003, p. A2.

EM BUSCA DO SONHO VINTE ANOS DE AVENTURAS DA FAMÍLIA SCHURMANN-Schurmann, Heloisa ISBN:8501076619

SELBORNE, LORD A Ética do Uso da Água Doce: um levantamento. - Brasília: UNESCO, 2002. 80p.

LISTA DE INSTRUMENTOS E MATERIAIS DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL, endereço: <http://www.contech.com.br>, acessado em maio/08

LISTA DE INSTRUMENTOS E MATERIAIS DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL, endereço: <http://www.norgren.com.br>, acessado em maio/08

LISTA DE INSTRUMENTOS E MATERIAIS DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL, endereço: <http://www.atos.com.br>, acessado em maio/08

O SISTEMA DE CAPTAÇÃO, FILTRAGEM E ARMAZENAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA - Soluções Residenciais Individuais e Coletivas, endereço: <http://www.ecocasa.com.br>, acessado em maio/08

UM PLANETA EM BUSCA DE ÁGUA POTÁVEL - (24.03.2008) Fonte: www.estadao.com.br, retirado do endereço: <http://www.uniagua.org.br>, acessado em maio/08

PRODUÇÃO LIMPA - Escola Politécnica da USP - CIRRA - Centro Internacional de Referência em Reuso de Água - 28/6/2006, endereço: <http://www.usp.br/cirra>, acessado em maio/08

MUDANÇAS CLIMÁTICAS: UMA ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR – Fórum Permanente da Unicamp - Data: 03/junho/2008 - Organização: COCEN/CGU/CORI - Informações: http://www.cori.unicamp.br/foruns/energia/foruns_energia.php, acessado em maio/08