

UNIVERSIDADE FEEVALE

FABRÍCIO GUILHERMO KOCH

ESTUDO TÉCNICO DO APROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA EM UMA
INDÚSTRIA METALÚRGICA B

Novo Hamburgo
2010

FABRÍCIO GUILHERMO KOCH

ESTUDO TÉCNICO DO APROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA EM UMA
INDÚSTRIA METALÚRGICA B

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial à
obtenção do grau de Bacharel em Curso de
Engenharia Industrial Mecânica pela
Universidade Feevale.

Professor (a) Orientador (a): Dr^a. Angela Beatrice Dewes Moura.

Novo Hamburgo

2010

FABRÍCIO GUILHERMO KOCH

Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia – Habilitação Engenharia Industrial Mecânica, com título **ESTUDO TÉCNICO DO APROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA EM UMA INDÚSTRIA METALÚRGICA B**, submetido ao corpo docente da Universidade Feevale, como requisito necessário para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Industrial Mecânica.

Aprovado por:

Prof. Dr^a. Angela Beatrice Dewes Moura
Professora Orientadora

Prof. Me. Ramon Fernando Hans
Professor (Examinador)

Prof. Me. Edinéia Terezinha da Rosa Gonçalves
Professora (Examinadora)

Eng. Nara Nilvania de Ávila
Examinadora

Novo Hamburgo, julho 2010.

AGRADECIMENTOS

À Deus e aos meus pais, Matias e Marcia, e irmã Karen, por me proporcionarem esta oportunidade e de sempre acreditarem em meu potencial.

Agradeço minha noiva Raquel pelo auxílio, apoio e de sempre estar ao meu lado nas horas difíceis.

Aos professores pelos conhecimentos e experiências ensinadas ao longo do curso, e em especial a professora Angela Beatrice Dewes Moura pela orientação para que este projeto de conclusão fosse concluído.

RESUMO

Atualmente nosso planeta vem sofrendo com um grave problema, que é a escassez da água de boa qualidade, devido a isso, há uma discussão mundial sobre novas formas de armazenamento e aproveitamento da água da chuva. O presente trabalho tem como objetivo a avaliação da viabilidade técnica e elaboração de um estudo técnico do aproveitamento de águas pluviais no setor produtivo de uma empresa metalúrgica B, fabricante de componentes para calçados e que faz uso intensivo de água, cerca de 90% do total utilizado. Também foram apresentados os custos de instalação. Para a elaboração deste trabalho foram realizadas pesquisas bibliográficas sobre os conceitos de aproveitamento da água da chuva, reservatórios, tubulações e bombas. Foram levantados dados históricos de precipitações no município de Campo Bom, onde a empresa está localizada. Em seguida foram verificadas as áreas cobertas apropriadas para a captação da água pluvial na unidade industrial e as possibilidades de canalização até um reservatório, bem como as possibilidades de utilização e quantidades de água necessárias. Em uma etapa seguinte, foram feitos os dimensionamentos necessários para a instalação do reservatório e deslocamento da água até o setor produtivo, e os levantamentos dos custos envolvidos. Conclui-se o trabalho, com análise dos resultados e posteriormente uma visão geral sobre implantação do projeto.

Palavras-chave: Aproveitamento. Água da chuva. Reservatórios. Bombas. Indústria.

ABSTRACT

Currently our planet has been suffering with a serious problem, which is the shortage of water with a good quality, therefore there is a global discussion about new ways of storage and use of rainwater. The present study aims to evaluate the technical feasibility and development of a technical study for the use of rainwater in a production sector of a metallurgical company, manufacturer of footwear components, which has an intensive use of water, around 90% of the total used quantity. Installation costs were also presented. For the preparation of this study bibliographic searches were carried out on the concepts of use of rainwater, reservoirs, pipes and pumps. Rainfall historical data were collected in the county of Campo Bom, where the company is located. Then suitable covered areas were checked in order to collect rainwater in the company, as well the possibilities of channeling it up to a reservoir and the possibilities and quantities of necessary water. The following step was to devise the necessary dimensioning for the reservoir installation and water displacement to the plant, as well as costs estimatings . The study is concluded with the analysis of the results and afterwards with an overview about the implementation of the project.

Keywords: Use. Rainwater. Reservoirs. Pumps. Industry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Emprego das tubulações industriais	25
Figura 2 - Classificação dos principais tipos de bomba.....	28
Figura 3 - Bomba centrífuga radial.....	29
Figura 4 - Almas temperadas.	32
Figura 5 - Tubo para salto.	33
Figura 6 - Biqueiras de aço.	33
Figura 7 - Processo produtivo de almas de aço e tubos para salto.....	35
Figura 8 - Processo produtivo de biqueiras de aço.	36
Figura 9 – Reservatório de água potável.	37
Figura 10 – Localização do poço artesiano.....	38
Figura 11 - Localização das saídas de água.....	38
Figura 12 - Canaletas de distribuição.....	39
Figura 13 - Painel de controle bomba submersa com contador de horas.	40
Figura 14 - Setor de fornos atual.....	41
Figura 15 - Forno em construção	42
Figura 16 - <i>Layout</i> atual	42
Figura 17 - Registros de entrada e saída das lavadoras.....	43
Figura 18 - Futuro setor de fornos.....	44
Figura 19 - <i>Layout</i> previsto.....	45
Figura 20 - Foto aérea da empresa.....	46
Figura 21 - Canaletas de escoamento.	46
Figura 22 - Representação do telhado.....	50
Figura 23 - Localização do reservatório externo.	53
Figura 24 - Localização reservatório interno.	54
Figura 25 - Sistema de bombeamento	56

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Tabela para seleção de bomba da empresa Bombas Beto..... 58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Consumo atual das lavadoras.....	41
Tabela 2 - Consumo futuro das lavadoras	44
Tabela 3 - Índice pluviométrico, em milímetros, dos últimos 10 anos	49
Tabela 4 - Tabela Coeficiente de Runoff.....	50
Tabela 5 - Tabela de custos totais	59
Tabela 6 – Tabela de custos de operação das bombas.....	60

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
1.1 Aproveitamento industrial da água pluvial	15
1.2 RESERVATÓRIO DE ÁGUAS PLUVIAIS	17
1.2.1 Formas de armazenamento	18
1.2.2 Sistemas de captação de água	19
1.2.3 Sistema de filtragem	19
1.3 TUBULAÇÕES INDUSTRIAIS	24
1.3.1 Tubulações para água doce	26
1.4 BOMBAS OU MÁQUINAS GERATRIZES	27
1.4.1 Classificação das bombas	27
1.4.2 Bombas centrífugas	28
2 METODOLOGIA	30
3 EMPRESA B	32
3.1 PROCESSO PRODUTIVO	34
3.2 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E CONSUMO	37
3.3 INSTALAÇÃO	45
4 PROPOSTA	48
4.1 Volume de captação	48
4.2 Dimensionamento do reservatório	51
4.2.1 Construção dos reservatórios	52
4.3 Dimensionamento da bomba	55
4.3.1 Altura manométrica ou carga (H)	56
4.3.2 Potência solicitada pela bomba (Pb)	57
4.4 CUSTOS TOTAIS PREVISTOS	59

ANÁLISE DOS RESULTADOS	61
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	63
REFERÊNCIAS	65
ANEXOS.....	68

INTRODUÇÃO

A cada ano que passa as pessoas tornam-se mais preocupadas com a questão ambiental, principalmente no que tange a água, e as campanhas de combate ao desperdício de água abordam quase que exclusivamente a questão da economia. Sabe-se também, que o problema não está relacionado somente à redução do consumo de água tratada, há que se fazer uma gestão completa do ciclo das águas que envolva, desde o reuso até a preservação dos mananciais.

Em sua grande parte, o planeta Terra é constituído por água (70% de sua superfície é coberta por esse líquido essencial à vida), evidenciando que ela é um dos recursos mais abundantes do planeta. Apesar disso, é preciso que se faça uma ressalva, de toda água existente apenas uma pequena parcela, referente à água doce, pode ser usada para o consumo humano, após adequação de suas características, físicas, químicas e biológicas, tornando-a potável. Logo, há uma redução drástica no total de água disponível e esta quantidade também tem sofrido redução, tornando-se imprópria para o consumo humano, em função da degradação decorrente do desrespeito ao ciclo natural da água, provocado pelo crescimento econômico e populacional. Isso mostra a influência do crescimento populacional, da dinâmica da produção e da distribuição que acabam por acelerar a degradação ambiental. No caso da água, a degradação é em boa parte decorrente do mau uso, cujos custos terminam por serem absorvidos e se refletem na escassez e na poluição, entre outros (BARROS, AMIM, 2010)

O primeiro argumento para a defesa da importância da água é em torno da sua participação na distribuição sobre a superfície da Terra, onde, 97,5% representam a água do mar, que é inapropriada para a ingestão humana por ser muito salgada. Os 2,5% restantes representam a quantidade de água doce no mundo, sendo apenas 0,3% desse percentual renovável através do ciclo hidrológico (FERNANDES, NETO, MATTOS, 2010).

Muitos estudos tem se preocupado, de forma geral, em melhor gerir os recursos hídricos, a fim de otimizar seu uso, visando evitar o gasto inescrupuloso deste bem vital para toda a espécie. Um dos meios de racionalizar o uso da água é através do aproveitamento da água de chuva, que pode servir para a irrigação, para o abastecimento humano e industrial, e ainda reduz os riscos de enchentes em regiões que possuem solos altamente impermeabilizados. (FERNANDES, NETO, MATTOS, 2010).

A captação de água da chuva, não é uma invenção nova, é uma prática muito difundida em países como a Austrália e a Alemanha, permitindo a captação de água de boa qualidade, de maneira simples e efetiva, em termos da relação custo-benefício. No Brasil, no nordeste semi-árido, nas ilhas como Fernando de Noronha e em todos os locais onde não existe rede de abastecimento ou esta ainda não supre a demanda integralmente, usou-se e continua-se usando a água da chuva. A água de chuva, assim como a energia solar, está disponível na maioria das regiões brasileira, sua retenção e seu aproveitamento concorrem para reduzir problemas ocasionados pela seca (RICHTER, AZEVEDO NETO, 2000).

O aproveitamento da água da chuva é além de possível, desejável, sendo integrado ao abastecimento da água potável, no sentido de substituí-la sempre que possível, e com isto se dá uma importante contribuição para a retenção das águas pluviais.

Vantagens do aproveitamento da água da chuva:

- Reduz o consumo de água potável e do custo de fornecimento da mesma;
- Evita o consumo da água potável em locais onde não são necessários;
- Contribui com o meio ambiente no sentido ecológico, não desperdiçando um recurso natural;
- Contribui para conter as enchentes, consumindo parte da água que teria que ser drenada até os rios e lagoas.

O uso sustentável da água depende fundamentalmente da adaptação dos seres humanos ao ciclo da água. O homem necessita desenvolver novos

conhecimentos, habilidades, procedimentos enfim, adequar sua cultura a fim de que possa administrar o uso da água de forma integrada e abrangente, mantendo, portanto a qualidade e a quantidade de água.

Segundo dados da ANA (2007), o Brasil utiliza, em média, 61% da água no setor agrícola, 18% no setor industrial e 21% no consumo humano. O uso da água de qualidade pelos homens é, principalmente, dentro de casa, para escovar os dentes, tomar banho, na cozinha, entre outros.

É necessário ainda considerar os custos envolvidos. No Brasil de uma forma geral, paga-se, atualmente, somente o tratamento e a distribuição da água, embora o artigo primeiro da Lei das Águas (9.433/97) declare que "a água é um bem de domínio público; é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico". Não obstante, ela prevê a cobrança da água consumida e apresenta, em seu artigo 19, os objetivos desta: "I - reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor; II - incentivar a racionalização do uso da água; III - obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos".

Observando isso, o sistema de aproveitamento da água de chuva ganha ainda mais importância, pois é capaz de armazenar grandes volumes de água destinados para esse consumo doméstico, bem como para utilização na indústria e na agricultura.

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A captação das águas pluviais para aproveitamento em usos não potáveis pode ser realizada por empreendimentos: residenciais, comerciais, industriais e rurais.

Este capítulo propõe-se a apresentar os principais conceitos que envolvem o projeto de avaliação do aproveitamento da água da chuva em uma indústria metalúrgica. Nele, serão relacionadas e estruturadas, as informações com base em bibliografias, artigos e dados coletados na internet.

1.1 APROVEITAMENTO INDUSTRIAL DA ÁGUA PLUVIAL

O consumo mundial de água cresceu mais de seis vezes na última década, o que significa um aumento maior que o dobro do crescimento da população, e continua a crescer rapidamente com a elevação de consumo dos setores agrícola, industrial e residencial. No mundo as fontes hídricas são abundantes, contudo, elas são freqüentemente mal distribuídas na superfície do planeta. Em algumas áreas, os consumos são tão elevados em comparação com a oferta, que a disponibilidade superficial de água está sendo reduzida e os recursos subterrâneos rapidamente esgotados. Tal situação tem causado sérios problemas para o desenvolvimento de várias regiões, restringindo o atendimento às necessidades humanas e degradando ecossistemas aquáticos. Levantamentos realizados pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) das Nações Unidas indicam que um terço da população mundial vive em regiões de moderado a alto stress hídrico, ou seja, com um nível de consumo superior a 20% da sua disponibilidade de água. As estatísticas da OMM demonstram que, nos próximos 30 anos, a situação global das reservas hídricas tende consideravelmente a piorar, caso não ocorram ações para melhoria da gestão da oferta e demanda de água. Nesse mesmo cenário, é previsto uma elevação

para dois terços dos habitantes do planeta vivendo em áreas de moderado a alto stress hídrico (WMO, 1997).

Como a demanda pela água continua a aumentar, a utilização das águas pluviais e o seu reuso vem se tornando um componente importante no planejamento, desenvolvimento e utilização dos recursos hídricos, tanto em regiões áridas, como em regiões úmidas. A utilização das águas servidas para propósitos de uso não potável, como na indústria, representa um potencial a ser explorado em substituição à utilização de água tratada e potável. Por meio do planejamento integrado dos recursos de águas naturais e águas servidas, este aproveitamento pode propiciar suficiente flexibilidade para o atendimento das demandas de curto prazo, assim como, assegurar o aumento da garantia no suprimento de longo prazo. O reuso de água para diversos fins, incluindo o da indústria, surge então como alternativa para aumentar a oferta de água, garantindo economia do recurso e racionalização do uso desse bem. Diversos países já utilizam essa tecnologia e possuem regulamentação específica na temática. Porém o Brasil ainda está em fase embrionária na efetivação e regulamentação da técnica, com grande potencial de crescimento (BEEKMAN, 1996).

Segundo o Grupo Técnico de Reuso de Água (2002), as modalidades ou tipos de reuso considerados prioritários são os seguintes:

- agrícola;
- urbano para fins não potáveis;
- industrial;
- recreação;
- recarga de aquíferos;
- aquíicultura.

Essas modalidades de reuso não são consideradas exclusivas, podendo mais de uma delas ser empregada simultaneamente em um mesmo município ou região.

As atividades industriais no Brasil respondem por aproximadamente 20% do consumo de água, sendo que, pelo menos 10% são extraídas diretamente de corpos da água e mais da metade é tratada de forma

inadequada ou não recebe nenhuma forma de tratamento. A sustentabilidade da produção industrial tem no aproveitamento da água da chuva, no reuso e na reciclagem na indústria, ferramentas de gestão fundamentais para a sua garantia. A prática de reuso industrial pode abranger a produção de água para caldeiras, a utilização em sistemas de resfriamento, e em lavadores de gases bem como a utilização como água de processos (CIRRA, 2002).

Segundo o autor, há prática de uso de águas pluviais e reuso da água no setor industrial, mas ainda é associada a iniciativas isoladas, a maioria das quais dentro do setor privado. O menor custo, confiabilidade tecnológica e suprimento garantido são alguns dos atrativos para a reutilização da água. A água com esta qualidade é permitida nos principais processos industriais, tais como, produtos de carvão, petróleo, produção primária de metal, curtumes, indústrias têxteis, química e de papel celulose (SILVA, ET AL, 2003).

Algumas empresas brasileiras já adotam o aproveitamento de águas pluviais de maneira que minimize os gastos com o consumo de água canalizada e com isso assumir uma posição de destaque frente a políticas ambientais e sociais (CARLON, 2005).

De acordo com Carlon, 2005, uma empresa multinacional chilena, produtora de painéis de madeira, instalou-se no Brasil e investiu cerca de R\$1,3 milhões de reais em um projeto que visa o aproveitamento de água da chuva em processos como geração de vapor, diluição de resinas, e limpeza de madeiras usadas no processo de produção. Com a implantação deste sistema a empresa procura reduzir de forma considerável a captação nos três poços artesanais utilizados, tendo como objetivo a manutenção de somente um poço artesiano para suprir o consumo humano.

1.2 RESERVATÓRIO DE ÁGUAS PLUVIAIS

Cisterna é um reservatório de águas pluviais e para dimensioná-la é necessário coletar alguns dados, como os descritos abaixo (VIANA, LOPES, 2000).

- Identificação do índice pluviométrico da cidade em questão;
- Definir onde será a área de coleta;
- Calcular o volume de água coletado por cada mês do ano;
- Identificar qual será o volume aproveitado.

A coleta da água da chuva através dos telhados é uma das formas mais simples para o aproveitamento da água pluvial. Esta água que cai sobre os telhados, escoam por condutores verticais e horizontais (calhas), que levam a água ao reservatório que pode ser construído a partir de diferentes materiais como alvenaria de tijolo, aço, polietileno ou concreto armado (CANHOLI, 2005).

1.2.1 Formas de armazenamento

Existem várias formas de armazenamento das águas das chuvas. A primeira entre elas são os açudes e lagoas que não mantêm o volume de água devido a infiltração e evaporação. Essa forma de armazenamento não mantém a potabilidade da água devido ao risco de introdução de matéria orgânica e poeiras. Em segundo lugar estão os reservatórios, as caixas da água e containers com paredes impermeabilizadas e cobertas. A vantagem dessas formas de armazenagem é a eliminação da infiltração e evaporação e a manutenção da potabilidade da água, podendo armazenar água tratada e própria para o consumo humano (MASCARO, 1991).

Os reservatórios (cisternas) são benfeitorias usadas nas regiões secas ou em regiões onde o regime hídrico proporciona períodos de seca. Servem para captar e armazenar as águas da chuva que escorrem de telhados ou de áreas que podem ser usadas para captação. A melhor forma de armazenamento da água de chuva é, como no caso da água potável, os reservatórios subterrâneos. Sem luz e calor, retarda-se a ação das bactérias. Os reservatórios são formados por um conjunto de estruturas composta pelo sistema de captação, sistema de filtragem e um reservatório de armazenamento (VIANA, LOPES 2000).

O sistema do reservatório é constituído dos seguintes componentes: Sistema de captação da água da chuva, pré-filtro, filtro e sistema de armazenamento da água.

1.2.2 Sistemas de captação de água

O sistema de captação de água da chuva do telhado constitui-se em um conjunto de calhas instaladas nos telhados para o seu recolhimento. As calhas podem ser confeccionadas em materiais metálicos ou Policloreto de Vinila (PVC). As calhas em PVC possuem maior durabilidade, quando comparados com calhas metálicas, pois não são atacadas pela corrosão. A captação normalmente é feita por um conjunto de calhas e tubos, em geral com diâmetro de 10 cm, que conduzem a água da chuva a um filtro para a limpeza dos materiais grosseiros em suspensão na água. É recomendável que somente a água de chuva captada em telhados e coberturas venha a ser encaminhada para o reservatório, após passagem em um sistema de filtragem. Superfícies lisas são as melhores para a captação (telhas de barro, de cimento etc.). Com um projeto bem elaborado e empregando-se os componentes adequados, um sistema para aproveitamento da água de chuva requer muito pouca manutenção, e a qualidade da água estocada geralmente é considerada boa, embora que esta água não seja considerada potável, ela pode ser empregada para diferentes finalidades requerendo um tratamento mais simples (VIANA, LOPES, 2000).

1.2.3 Sistema de filtragem

A filtração é um processo de separação sólido-líquido, envolvendo fenômenos físicos, químicos e, às vezes biológicos. Visa principalmente à remoção das impurezas contidas na água que são retidas através de um meio poroso. A filtragem da água da chuva é um processo necessário para retirar os

elementos macroscópicos em suspensão, que são arrastados pela água ao passar pela cobertura das edificações (PINTO, 1976).

1.2.3.1 Pré-filtro

Pré-filtro é uma estrutura que pode ser construída em concreto, PVC, fibra de vidro ou alvenaria, possuindo no seu interior uma camada de brita ou cascalho rolado, tendo como função principal a limpeza das partículas em suspensão, folhas e pedaços de galhos de árvores presentes no escoamento da água da chuva dos telhados. A instalação do pré-filtro é indispensável para uma pré-limpeza, pois ele retém as impurezas contidas na água, sendo necessária a realização da manutenção periódica para a limpeza do pré-filtro (VIANA, LOPES, 2000).

1.2.3.2 Filtro

O filtro pode ser denominado de filtro lento, quando a água que atravessa o leito filtrante tem velocidade baixa. Quando essa velocidade é alta, é denominado de filtro rápido. Um filtro rápido consiste de uma camada de areia grossa ou uma camada de um meio mais poroso colocado sobre a camada de areia, o que permite a filtração a taxas mais elevadas. Também é possível o uso de telas metálicas combinadas em duas ou mais camadas com porosidades diferentes. O material granular usado em filtros de água deve apresentar grãos com tamanho e variações de tamanho dentro de determinados padrões. A determinação dos tamanhos dos grãos (análise granulométrica) é feita pela passagem de uma amostra seca e representativa do material granular, através de uma série de peneiras com abertura padronizadas pela Associação Brasileira de Normas Técnica (ABNT). Esse procedimento é importante para o dimensionamento correto do filtro. A taxa de filtração a ser adotada deve ser cuidadosamente fixada pelo projetista, levando

em consideração a taxa de consumo de água na propriedade, o volume da precipitação, as características do meio filtrante e a carga hidráulica. A ABNT, para projetos de filtros de água, estabeleceu limites para a taxa de filtração sendo de 180 m³/dia para filtros de camada simples e de 360 m³/dia para filtros de camada dupla. Geralmente, o filtro de areia simples tem área inferior a 40 m². Os filtros de areia geralmente são de seção quadrada ou retangular, podendo ser usadas seções circulares. As camadas no filtro dividem-se em camada filtrante e camada suporte. Em filtros de duas camadas recomenda-se o uso de pedrisco e areia, sendo que o pedrisco pode ser preparado entre as peneiras número 8 e 28 (2,4 a 0,6 mm) e a areia entre as peneiras 14 e 42 (1,2 a 0,35 mm), (VIANA, LOPES 2000).

Como no uso previsto neste projeto não há necessidade de que a água seja potável, não serão utilizados filtros no projeto.

1.2.3.3 Dimensionamento e materiais de construção de reservatórios

O dimensionamento do volume do reservatório de água e dos materiais a serem utilizados na sua construção, recomenda-se que sejam realizados por profissionais habilitados. Os materiais a serem usados na construção dos reservatórios devem ser de acordo com sua disponibilidade no mercado e considerado as diferentes alternativas econômicas existentes (VIANA, LOPES, 2000).

1.2.3.3.1 Dimensionamento de um reservatório

A estimativa da capacidade de armazenamento de um reservatório é calculada em função da demanda ou consumo de água na propriedade, do volume de precipitação médio na região, da área dos telhados e áreas de captação e da duração do período de estiagem. No dimensionamento do volume do reservatório, deve-se incrementar a vazão diária (litros/dia) da fonte

de água existente na propriedade. Portanto, é necessário conhecer a quantidade máxima, mínima e o total de chuva ocorrida na região (mm de chuva) e o período de estiagem (dias) da região. Estes dados podem ser obtidos nas estações meteorológicas existentes na região ou nas entidades, estaduais, federais e municipais (VIANA, LOPES, 2000).

As quantidades precipitadas são variáveis no decorrer do tempo e por isso costuma-se definir a intensidade instantânea (i) como sendo dada pela relação $i = d_h / dt$, onde d_h é o acréscimo de altura pluviométrica no decorrer do intervalo de tempo dt . Na prática interessa conhecer a intensidade média (i_m) de uma precipitação num intervalo de tempo finito, que vai de t_0 a $(t_0 + \Delta t)$. O tempo decorrido entre t_0 e $(t_0 + \Delta t)$ é a duração que se está considerando, que pode ser parte ou total do episódio pluvial (VIANA, LOPES, 2000).

Quando se estudam as precipitações, costuma-se colher os dados em pluviômetros, os dados obtidos são mais precisos e fornecem os gráficos de intensidade de chuva acumulada ao longo de um intervalo de tempo de duração da precipitação. Os centros de climatologia determinaram isoietas de precipitação, que são curvas determinadas de precipitação, registradas para diferentes meses do ano, em diferentes regiões. Nos projetos de reservatórios é importante o conhecimento da probabilidade de certa intensidade de chuva, de uma dada duração ser maior ou igual a X , sendo X a intensidade de chuva necessária para satisfazer as necessidades de demanda na propriedade. Também é importante o conhecimento do período de retorno ou recorrência de uma determinada intensidade de chuva (VIANA, LOPES, 2000).

A área de captação de chuva necessária para atender a demanda na propriedade, considerando somente o volume de água da chuva, é calculada da seguinte maneira (VIANA, LOPES, 2000):

$$A_c = V_d \div (P_{rec} \times E_{fic}) \quad (1)$$

Sendo,

A_c = área de captação (ex. área do telhado) (m^2);

V_d = volume de demanda de água da propriedade por dia (m^3 /dia);

P_{rec} = Intensidade da precipitação (m) diária;

E_{fic} = coeficiente de eficiência do sistema (0,7).

Obs: Uma chuva de intensidade de 1 mm, sobre uma área de em 1 m² produz 1 litro de água; chuva de 10 mm = 10 litros/m²; 1 litro = 1 dm³ = 0,001 m³.

O volume do reservatório (V_c) é calculado usando-se a seguinte equação:

$$V_c = \{V_d \times N_{dia} - (Q_{font} \times N_{dia})\} + V_{evap} \quad (2)$$

Onde,

V_c = Volume do reservatório (m³);

N_{dia} = Número médio de dias sem chuva no período de estiagem e/ou número de dias considerando um período de segurança em função da demanda no local (mínimo 15 dias);

Q_{font} = Vazão de água da fonte existente na propriedade (m³/dia).

V_{evap} = Volume de água evaporada do reservatório no período considerado (m³);

Obs: Havendo dificuldade de determinar o volume de água evaporada no reservatório, recomenda-se acrescentar 10% ao volume determinado entre parênteses.

1.2.3.3.5 Materiais usados na construção do reservatório

Existem diferentes modelos de reservatórios para armazenar a água da chuva, modelos quadrados, retangulares, cilíndricos, cônicos, tubos em PVC. O reservatório pode ser constituído com diferentes materiais tais como: lonas de PVC ou Polietileno de Alta Densidade (PEAD), fibra de vidro, alvenaria, ferrocimento ou concreto armado. Sendo que os reservatórios construídos em

fibra de vidro e alvenaria são mais empregados para pequenos volumes. Para maiores volumes são usados PVC, PEAD ou concreto armado como materiais para a construção do reservatório. Este pode ser enterrado ou ao nível do solo, em reservatórios enterrados a temperatura da água é menor, reduzindo o desenvolvimento de microorganismos. Os reservatórios construídos ao nível do solo sofrem a ação dos raios solares havendo uma tendência ao aumento da temperatura da água armazenada. Reservatórios em alvenaria são mais sujeitos a fissuras. Os reservatórios devem ser cobertos para evitar a entrada de impurezas, matéria orgânica, insetos e animais domésticos, que possam contaminar a água (VIANA, LOPES, 2000).

1.3 TUBULAÇÕES INDUSTRIAIS

É chamado de tubulação todo o conjunto de tubos e de seus diversos acessórios. (MATTOS, 2001).

Tubos são condutos fechados, destinados principalmente ao transporte de fluidos, todos são de seção circular, se apresentado como cilindros ocos. A grande maioria dos tubos funciona como condutos forçados, isto é, sem superfície livre, com o fluído tomando toda a área da seção transversal. Fazem exceção apenas as tubulações de esgoto, e às vezes as de água, que trabalham com superfície livre, como canais (TELLES, 2001).

A necessidade da existência das tubulações decorre principalmente do fato de o ponto de geração ou de armazenagem dos fluídos estar, em geral, distante do seu ponto de utilização. Usam-se tubulações para o transporte de todos os materiais capazes de escoar, isto é, todos os fluídos conhecidos, líquidos ou gasosos, assim como materiais pastosos e fluídos sólidos em suspensão, todos em toda a faixa de variação de pressões e temperaturas usuais na indústria: desde vácuo absoluto até cerca de 1000MPa ($\approx 100\text{kg/mm}^2$), e desde próximo do zero absoluto até as temperaturas de metais em fusão (TELLES 2001).

A importância das tubulações na indústria é enorme, pois todas possuem redes de tubulações de maior ou menor importância, e quase todas essas redes são essenciais ao funcionamento da indústria. A importância é ainda maior nas chamadas indústrias de processos¹, nas quais as tubulações são os elementos físicos de ligação entre os equipamentos (vasos de pressão, reatores, tanques, bombas, trocadores de calor, etc), por onde circulam os fluídos de processo e de utilidades. Nestas indústrias o valor das tubulações representa, em média, 20 a 25% do custo total da instalação industrial, a montagem das tubulações atinge, em média, 45 a 50% do custo total da montagem de todos os equipamentos, e o projeto das tubulações vale, em média, 20% do custo total do projeto da indústria. Na prática, chamam-se geralmente tubos (ou vulgarmente de canos) apenas os condutos rígidos. Os condutos flexíveis, embora às vezes chamados de tubos flexíveis, são mais comumente denominados de mangueiras ou mangotes (TELLES, 1997).

Quanto ao fluído conduzido, no caso a água, a

Figura 1 corresponde ao emprego das tubulações industriais (TELLES, 1997):

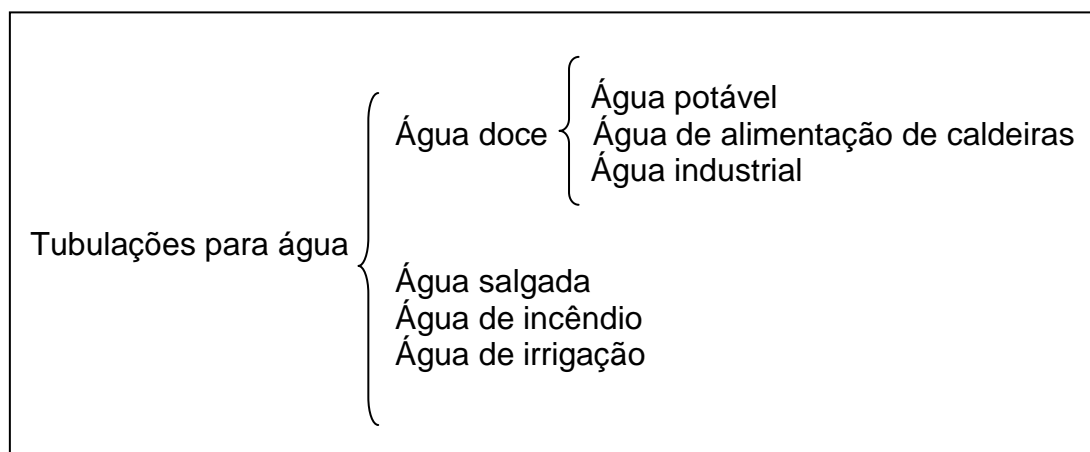


Figura 1- Emprego das tubulações industriais
Fonte: (TELLES, 1997, pág. 3).

¹ Indústria de processo é um nome genérico para designar as indústrias em que materiais fluídos sofrem transformações físicas e/ou químicas, ou as que se dedicam à armazenagem, manuseio ou distribuição de fluídos. Dentre essas indústrias citam-se, por exemplo, a indústria do petróleo, as indústrias químicas e petroquímicas, muitas indústrias alimentares e farmacêuticas, a parte térmica das centrais termoeleétricas, os terminais de armazenagem e de distribuição de produtos de petróleo, bem como as instalações de processamento de petróleo e/ou de gás natural, em terra e no mar. (MATTOS, 1997)

1.3.1 Tubulações para água doce

A água doce limpa, com reação neutra (pH entre 6 a 10), é um fluido de baixa corrosão, para o qual os seguintes materiais podem ser indicados (TELLES, 2001):

a) Tubulações de baixa pressão e temperatura moderada (até 1MPa \approx 10 kg/cm² e até 60°C), não enterradas: - Tubos, até 4" de diâmetro: Aço-carbono galvanizado (ASTM A120), ou ferro maleável galvanizado, com extremidades rosqueadas; para ramais e redes de distribuição de pequeno diâmetro podem ser usados tubos de PVC, também rosqueados.

- Válvulas, até 4" de diâmetro: Carcaça de bronze e mecanismo interno também de bronze, castelo de união, extremidades rosqueadas.

- Tubos, diâmetro de 2", ou maior: Aço-carbono (ASTM A120 ou A134), com margem para corrosão de 1,2mm, extremidades para solda de topo. Para diâmetro de 3", ou maior, podem ser usados tubos de ferro fundido, com extremidade de ponta e bolsa.

- Válvulas, diâmetro de 3", ou maior: Carcaça de ferro fundido e mecanismo interno de bronze, castelo aparafusado, extremidades com flanges de face plana.

- Flanges: Aço-carbono, tipo sobreposto, face plana.

- Conexões de tubulação: Diâmetro até 4": Aço-carbono ou ferro maleável) galvanizado, extremidades rosqueadas; diâmetro de 2", ou maior: aço-carbono (ASTM A234) extremidades para solda de topo.

- Juntas para flanges: Borracha natural ou papelão hidráulico.

b) Tubulações de baixa pressão e temperatura moderada (até 1 MPa e 60°C), enterradas:

- Tubos, até 2" de diâmetro: PVC, com extremidades rosqueadas.

- Tubos, diâmetro de 3", ou de maior diâmetro: Ferro fundido, com extremidades de ponta e bolsa; para diâmetros de 20", ou maiores, podem ser usados tubos de concreto armado.

- Válvula, flanges e juntas (qualquer diâmetro) e acessórios de tubulação (diâmetro até 4"): Como acima, para tubulações não enterradas.

- Conexões de tubulação, diâmetro até 2": PVC, com extremidades rosqueadas; diâmetro de 3" ou maior: ferro fundido, com extremidades de ponta e bolsa.

Também existem tubulações para temperaturas acima de 60° e para altas pressões, mas que não foram definidas, pois não serão utilizados ao longo deste estudo.

1.4 BOMBAS OU MÁQUINAS GERATRIZES

As bombas são máquinas geratrizes que tem como finalidade realizar o deslocamento de um líquido por escoamento. Sendo a bomba uma máquina geratriz, ela transforma o trabalho mecânico que recebe para o seu funcionamento em energia que é comunicada ao líquido sob as formas de energia de pressão e cinética (MACINTYRE, 1997).

1.4.1 Classificação das bombas

As bombas podem ser classificadas pela sua aplicação ou pela forma com que a energia é cedida ao fluido, geralmente existe uma pequena relação entre a aplicação e a característica da bomba que, por sua vez está intimamente ligada à forma de cessão de energia ao fluido.

Na Figura 2, está apresentado um quadro que demonstra a classificação dos principais tipos de bombas pela forma com que é fornecida a energia do fluido que é transportado (MATTOS, FALCO, 1998).

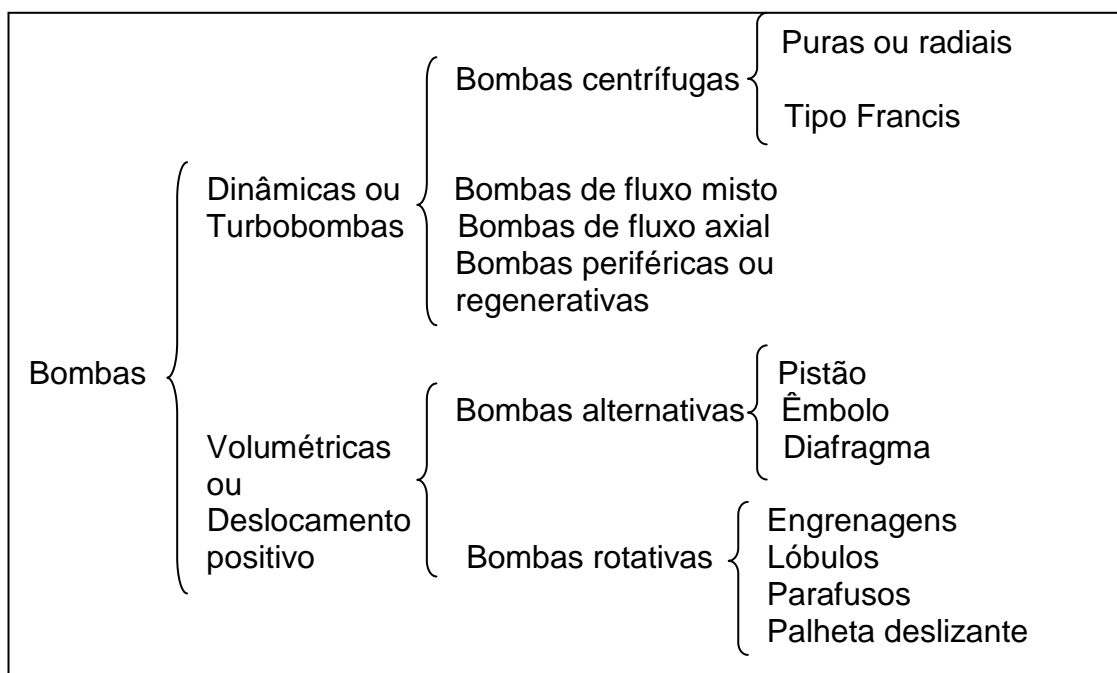


Figura 2 - Classificação dos principais tipos de bomba
 Fonte: (MATTOS, FALCO, 1998, p. 105).

1.4.2 Bombas centrífugas

As turbobombas ou dinâmicas são máquinas nas quais a movimentação do líquido ocorre por forças que se desenvolvem na massa líquida, em virtude da rotação de uma roda (impelidor) com certo número de pás especiais. A diferenciação entre os diversos tipos de turbobombas é feita fundamentalmente em função da forma como a roda cede energia ao fluído e também pela orientação do fluído ao sair do impelidor (MATTOS, FALCO, 1998).

As turbobombas, também chamadas de bombas rotodinâmicas são caracterizadas por possuírem um órgão rotatório dotado de pás, chamados rotor, que exercem força sobre o líquido, esta força é resultado da aceleração que lhe é imposta. Essa aceleração não possui a mesma direção e sentido do movimento do líquido em contato com as pás. A descarga gerada depende da característica de cada bomba, do número de rotações e das características do sistema de encanamento ao qual estiver ligada (MACINTYRE, 1997).

Entre as turbobombas, merecem destaque as bombas centrífugas. Nestas a energia fornecida ao líquido é principalmente do tipo cinética, sendo posteriormente convertida na maioria de sua parte em energia de pressão. A origem da energia cinética pode ser puramente centrífuga ou de arrasto, ou então uma combinação das duas, dependendo da forma do impelidor (MATTOS, FALCO, 1998).

A Figura 3, representa uma bomba centrífuga radial.

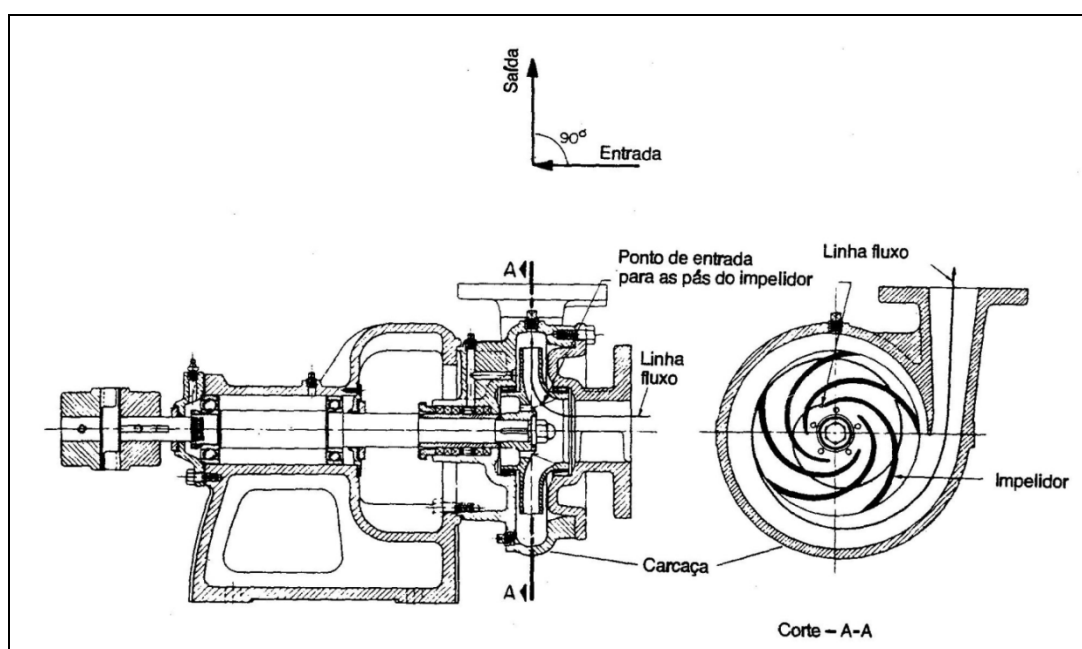


Figura 3 - Bomba centrífuga radial
Fonte: (MATTOS; FALCO, 1998, p. 107).

As bombas centrífugas radiais, também chamadas de centrífugas puras devido a direção de saída do líquido normal ao eixo, qualquer energia cinética é obtida através do desenvolvimento de forças puramente centrífugas na massa líquida, isto se deve à rotação de um impelidor de características especiais. Este tipo de bomba é utilizado quando se deseja fornecer uma carga elevada ao fluído e as vazões são relativamente baixas (MATTOS, FALCO, 1998).

Neste item foi caracterizada somente a bomba centrífuga, pois este tipo é o indicado e utilizado nos sistemas de aproveitamento da água da chuva, e também será utilizado nesta proposta.

2 METODOLOGIA

A metodologia a ser seguida para a execução do estudo envolve o caráter bibliográfico, onde será analisada fonte teórica inserida em livros de compreensão sobre o tema proposto.

[...] a metodologia deve ser definida como um elemento facilitador da produção de conhecimento, uma ferramenta capaz de auxiliar a entender o processo de busca de respostas e o próprio processo de nos posicionarmos, adequadamente, com perguntas pertinentes (PRODANOV; FREITAS, 2009, p. 19).

Segundo Gil (2002), a pesquisa como procedimento racional e sistemático tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos. Há vários tipos de pesquisa, mas todos têm como objetivo o conhecimento e o levantamento de dados. Todavia, todos os tipos de pesquisa utilizados neste projeto foram o bibliográfico e o descritivo. Seja qual for o problema, a pesquisa bibliográfica estabelece uma etapa fundamental no processo de pesquisa, uma vez que ela se torna a base de todo o estudo para o projeto.

Esse tipo de pesquisa pode ser realizado por meio de livros, jornais, revistas, internet, teses, documentários, entre outras fontes. Fachin (2001), afirma que a pesquisa bibliográfica “é a base para as demais pesquisas e, pode-se dizer que é uma constante na vida de quem se propõe a estudar”.

Baseado nas definições apresentadas por Prodanov, Freitas (2009), adaptadas para o presente trabalho, a metodologia adotada abrangeu as seguintes etapas:

- Pesquisa Bibliográfica: onde foram feitos os levantamentos da bibliografia e conhecimentos necessários à elaboração deste trabalho
- Levantamento de Dados:
 - Meteorológicos: índices pluviométricos da região e a média mensal dos últimos 10 anos;

- Empresa: área possível para coleta, usos possíveis e quantidades necessárias por uso.

- Elaboração da Proposta: Análise dos dados coletados, com os cálculos de volume possível para coleta, dimensionamento de tubulações e reservatórios, dimensionamento dos equipamentos (bomba), levantamento de custos e projeto civil.

- Avaliação do Projeto

De acordo com Yin, 2005, após o acadêmico obter a permissão de livre acesso aos registros da empresa, uma das técnicas de coleta de dados que se aplicou no decorrer do estudo foi a busca por registros em arquivos e também de levantamento de dados meteorológicos na cidade onde se localiza a empresa.

Após a coleta dos dados e obtidos os resultados, as informações devem ser analisadas e interpretadas para assim verificar a viabilidade do aproveitamento da água da chuva na empresa B. De acordo com Yin (2005, p. 137), “A análise de dados consiste em examinar, categorizar, classificar em tabelas, testar ou, do contrário, recombina as evidências quantitativas e qualitativas para tratar as proposições iniciais de um estudo”.

Através da definição da metodologia adotada, a empresa B foi caracterizada e em seguida elaborada uma proposta para o aproveitamento da água da chuva.

3 EMPRESA B

A empresa em avaliação foi fundada em 01 de Julho de 1949 para iniciar a fabricação de máquinas para calçados, com intuito de suprir a demanda do mercado. Em 1956 iniciou a produção de almas de arame, componente utilizado no reforço estrutural de palmilhas para calçados. A empresa vinha atuando no mercado e obtendo reconhecimento junto ao cliente através dos produtos. Então, em 1996, começou a produzir uma nova linha de componentes para calçados com tratamento térmico, desenvolvidos de acordo com a necessidade do cliente. Em 2000, a empresa se expandiu para o nicho de calçados de segurança começando a produção de componentes de segurança. No dia 26 de abril de 2007, a empresa obteve a certificação de seu sistema de gestão da qualidade de acordo com a norma ISO 9001:2000, concedida pela certificadora Bureau Veritas (Anexo I).

O portfólio da empresa é composto pelos seguintes itens:

- Almas temperadas (Figura 4): usadas em palmilhas de papelão e também em palmilhas injetadas de PVC;



Figura 4 - Almas temperadas.
Fonte: Dados fornecidos pela empresa.

Tubos (Figura 5): são usados em saltos para calçados femininos;



Figura 5 - Tubo para salto.
Fonte: Dados fornecidos pela empresa.

- Biqueiras de aço (Figura 6): são usadas em sapatos de segurança.



Figura 6 - Biqueiras de aço.
Fonte: Dados fornecidos pela empresa.

A política de qualidade da empresa é expressa pelos seguintes tópicos:

- Fornecer componentes para calçados com alto padrão de qualidade;
- Atender aos requisitos e às necessidades dos clientes, colaboradores e acionistas, assim como da comunidade onde está inserida;
- Melhorar continuamente os processos produtivos e de gestão empresarial, otimizando os recursos disponíveis.

Na empresa, os objetivos da qualidade estão definidos como:

- Qualidade e pontualidade atendendo as necessidades reais dos clientes;
- Busca pela produtividade e resultados positivos;
- Crescimento profissional e pessoal dos colaboradores, melhorando continuamente o processo produtivo.

3.1 PROCESSO PRODUTIVO

O fluxo do processo de produção das almas e tubos está mostrado na Figura 7 e o da produção de biqueiras de aço na Figura 8.

O processo produtivo de almas de aço e tubos para salto (Figura 7) tem início na seleção da matéria prima (fita de aço) de acordo com as dimensões informadas pelo cliente, em seguida o material selecionado é estampado conforme referência solicitada e após levado ao setor de fornos para tratamento térmico. Ao sair do tratamento térmico as peças são lavadas e secas. Nesta condição seguem para o setor de expedição, onde são contadas, embaladas e enviadas aos clientes.

Conforme mostrado na figura 8, o processo produtivo de biqueiras de aço possui os mesmos procedimentos, que os de almas e tubos, até o tratamento térmico, lavagem e secagem. Depois destes a biqueira é encaminhada a uma máquina de granalhamento, para melhora do seu aspecto superficial e retirada de oxidações. Em seguida ela é desengraxada, fosfatizada, e pintada. Daí seguindo, após a secagem, para o setor de expedição, onde é contada e embalada para envio ao cliente.

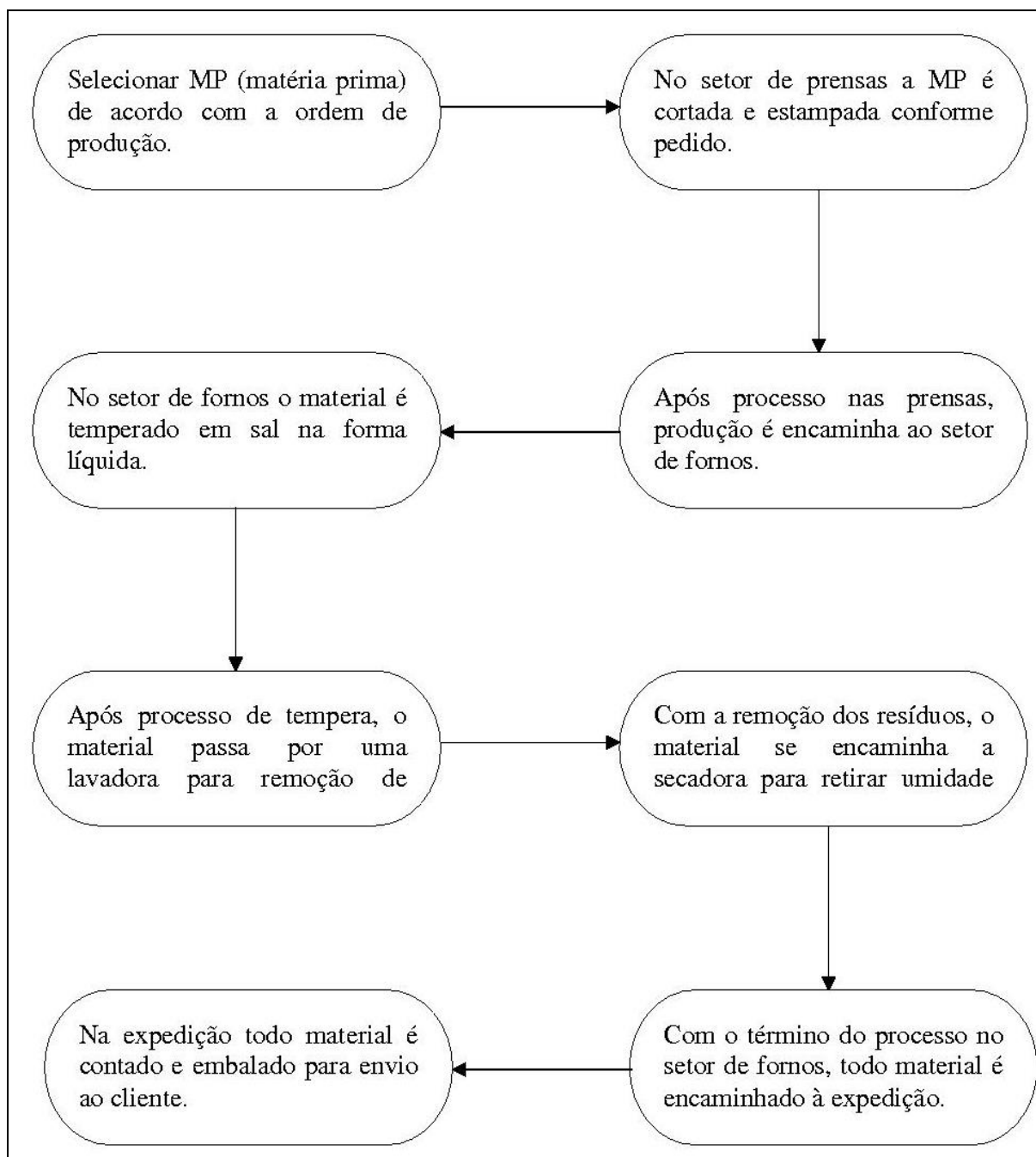


Figura 7 - Processo produtivo de almas de aço e tubos para salto.
Fonte: Dados fornecidos pela empresa.

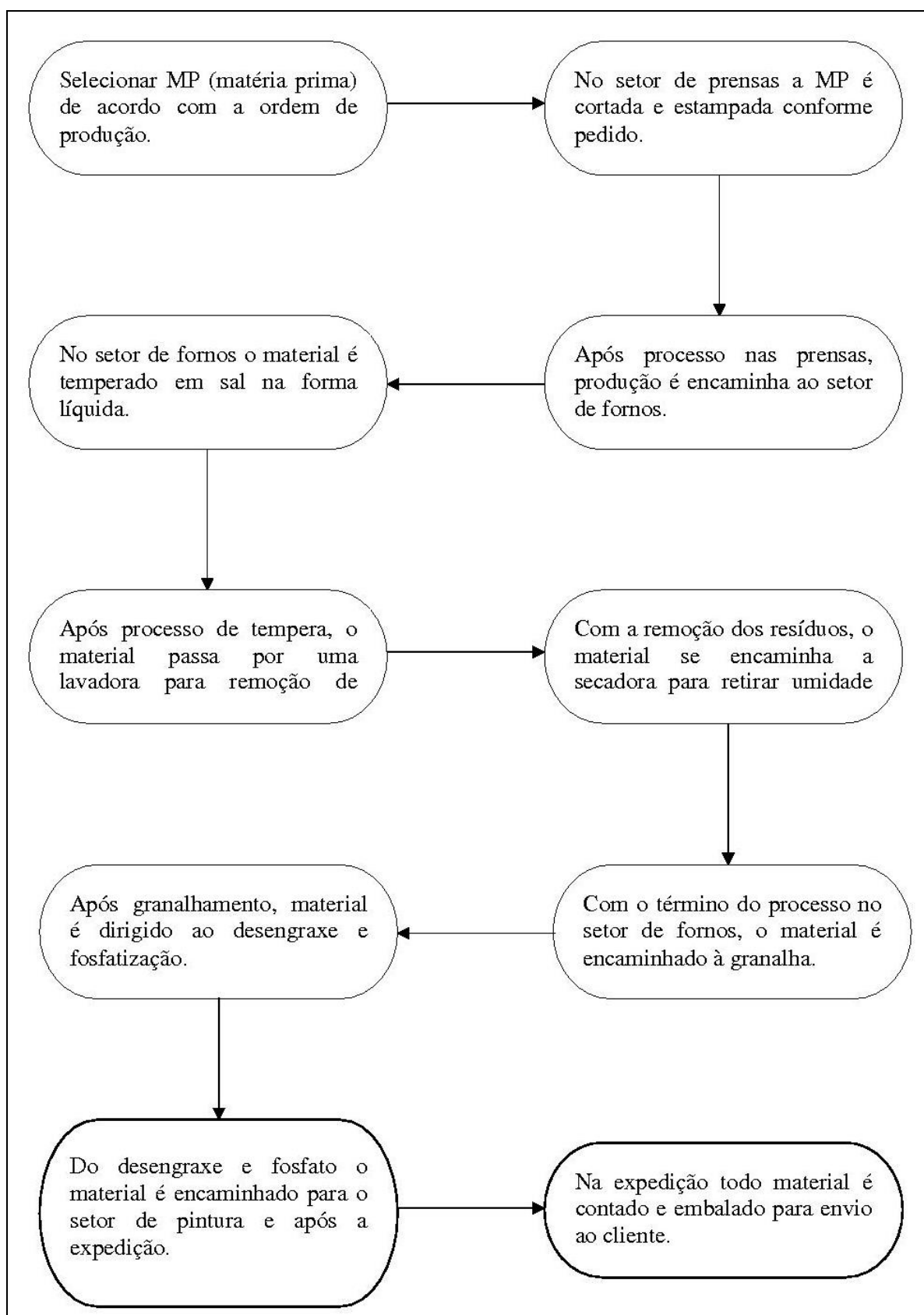


Figura 8 - Processo produtivo de biqueiras de aço.
Fonte: Dados fornecidos pela empresa.

3.2 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E CONSUMO

Atualmente o abastecimento de água de todos os setores da empresa é feito através de um poço artesiano que tem uma profundidade de 124m. Toda água retirada deste poço é armazenada em um reservatório (Figura 9), localizada na parte frontal da empresa e que tem a capacidade de armazenamento de 40m³.



**Figura 9 – Reservatório de água potável.
Fonte: Dados fornecidos pela empresa.**

O poço artesiano é localizado ao lado do reservatório elevado de água, conforme Figura 10, e o bombeamento da água proveniente deste poço é feito através de uma bomba submersa, localizada a 100m de profundidade, com as seguintes características técnicas:

Marca: Vanbro

Modelo: VBU43.1894T – 380 volts – 4,2A – 2HP – 3 fases

Vazão: 1,5m³/h - Altura Manométrica: 97m

Consumo: 2,18 kW/h

A água bombeada por esta bomba submersa é escoada através de tubos flexíveis e galvanizados para o reservatório de água (Figura 10).



Figura 10 – Localização do poço artesiano.
Fonte: Dados fornecidos pela empresa.

O reservatório de água potável possui duas saídas em sua parte inferior, como representado na Figura 11, uma para a parte industrial, mais precisamente para o setor de fornos de têmpera e a outra para os banheiros, vestiários, bebedouros, torneiras, etc.



Figura 11 - Localização das saídas de água
Fonte: Dados fornecidos pela empresa

O deslocamento da água até a parte interna da área de produção é realizado através de tubos de PVC, de 100 mm de diâmetro, que ficam localizados nas canaletas que percorrem toda a área da empresa. Segue Figura 12 que representa as canaletas de distribuição.



Figura 12 - Canaletas de distribuição.
Fonte: Dados fornecidos pela empresa.

Nesta empresa, como ainda não tinha sido dimensionada a quantidade utilizada de água, procedeu-se a instalação de um relógio contador de horas no painel de controle da bomba submersa, como apresentado na Figura 13.

Com este contador conseguiu-se levantar a quantidade de horas operada pela bomba durante uma semana.

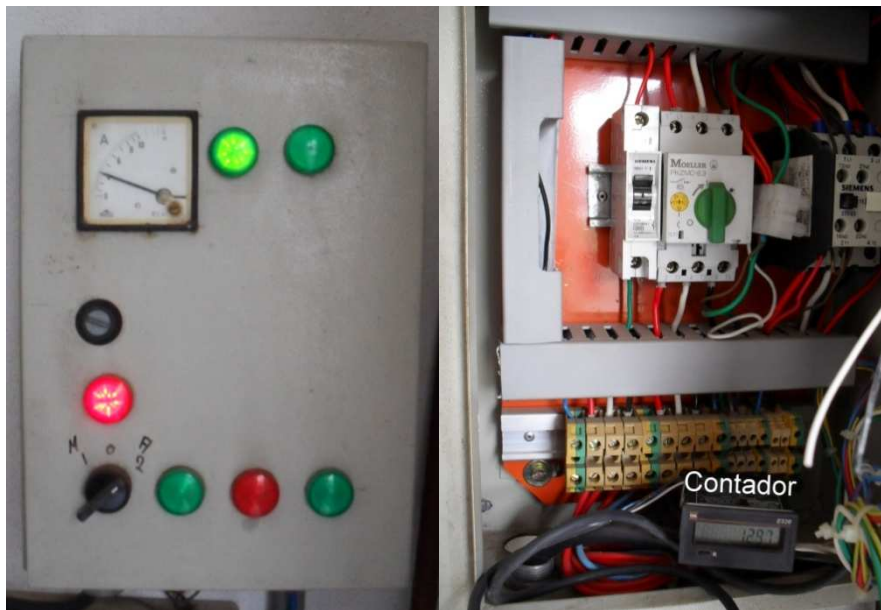


Figura 13 - Painel de controle bomba submersa com contador de horas.
Fonte: Dados fornecidos pela empresa.

Durante o período de uma semana o contador registrou 128 horas de operação da bomba. Sabendo que a vazão da bomba é de $1,5\text{m}^3/\text{h}$, foi calculado o seguinte consumo:

$$\text{Consumo} = 128 \times 1,5 = 192\text{m}^3/\text{semana ou } 27\text{m}^3/\text{dia}$$

Neste período também foi calculado o consumo e custo de energia elétrica com o funcionamento da bomba.

$$\text{Consumo de energia em 7 dias} = \text{Consumo da bomba (kW/h)} \times t$$

$$\text{Consumo de energia em 7 dias} = 2,18 \times 128 = \frac{280\text{kW/h}}{\text{semana}} \text{ ou } \frac{1200\text{kW/h}}{\text{mês}}$$

Para esta empresa o custo do kW/h fornecida pela distribuidora é de R\$0,23 (o valor adotado é o utilizado pela empresa para estabelecimento de seus custos), logo o custo mensal de energia elétrica gasta com essa bomba é de.

Custo da Energia Elétrica = 1200kW × 0,23

Custo da Energia Elétrica = R\$276,00/mês

O maior consumidor desta água, cerca de 90%, é o setor de fornos para tratamento térmico. A empresa possui quatro fornos, numerados de 1 a 4, em uso (Figura 14) e um em processo de construção, forno 5 (Figura 15), distribuídos conforme *layout* atual mostrado na Figura 16. Cada um desses fornos possui duas lavadoras, que utilizam a água do reservatório. Estes equipamentos trabalham 24 horas por dia e 365 dias por ano. O consumo destas lavadoras está demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1 - Consumo atual das lavadoras

	Nº	Capacidade por	Capacidade total	Trocas	Quant. usada	Quant. usada
	Tanques	tanque (m ³)	p/ tanque (m ³)	p/ dia	p/dia (m ³)	p/mês (m ³)
Lavadora 1	2	1	2	3	6	180
Lavadora 2	2	1	2	3	6	180
Lavadora 3	2	1	2	3	6	180
Lavadora 4	2	1	2	3	6	180
				Total	24	720
				Consumo total da empresa		810

Fonte: Dados fornecidos pela empresa.



Figura 14 - Setor de fornos atual
Fonte: Dados fornecidos pela empresa



Figura 15 - Forno em construção
Fonte: Dados fornecidos pela empresa

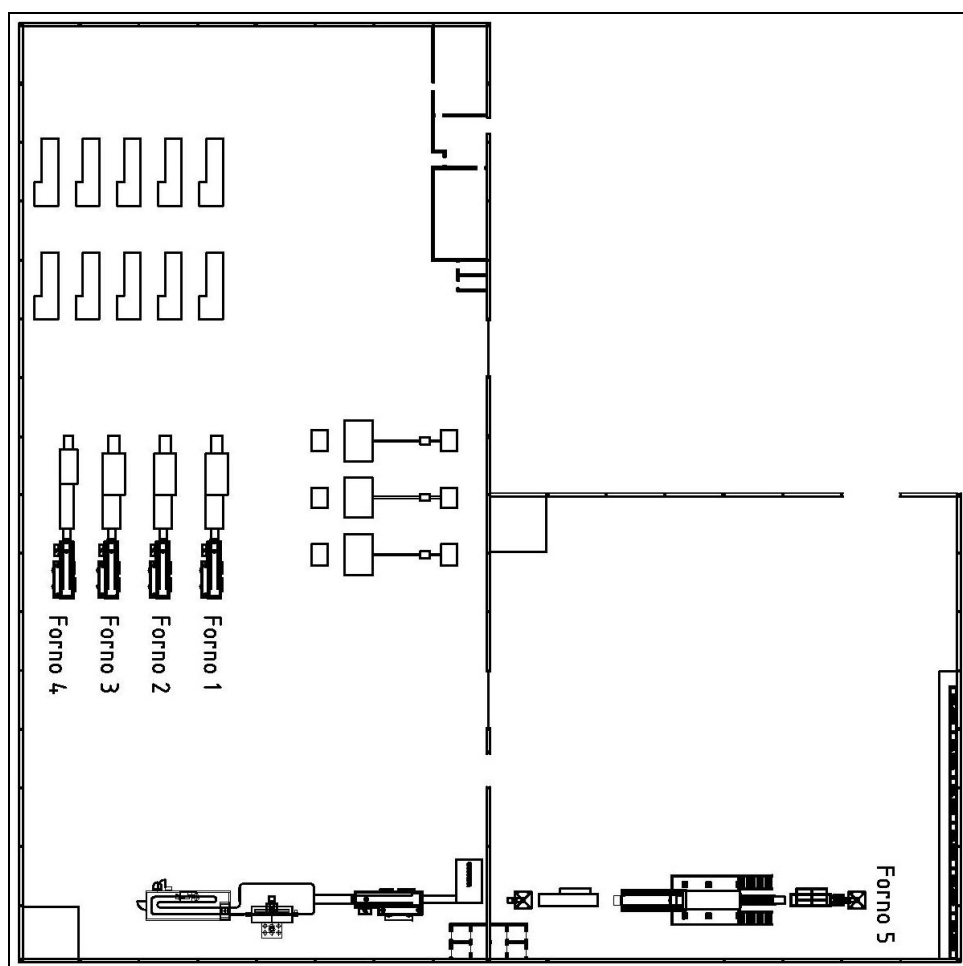


Figura 16 - Layout atual
Fonte: Dados fornecidos pela empresa

O setor de fornos funciona 24 horas por dia, como citado anteriormente, e possuem três turnos (manhã, tarde e noite), cada forno possui

um operador e a cada troca de turno a pessoa que inicia faz a troca de água da lavadora respectiva em que está trabalhando. A entrada e a saída desta água são controladas através de registros conforme Figura 17. No processo de tempera é utilizado o produto sal, cujas características se encontram no Anexo II.



Figura 17 - Registros de entrada e saída das lavadoras
Fonte: Dados fornecidos pela empresa

A água utilizada nos tanques das lavadoras não tem restrições quanto a sua qualidade, uma vez que tem a finalidade de limpar impurezas que ficam nas peças após o processo de têmpera. A água destas lavadoras é substituída três vezes ao dia.

Atualmente a empresa está investindo no aumento de sua produção, e no do setor de fornos (Figura 18), serão montados mais dois novos equipamentos, um já em andamento como visto na Figura 15. Em função disto este setor terá seu *layout* modificado, de acordo com a Figura 19, e o consumo de água aumentado, conforme a Tabela 2.

Tabela 2 - Consumo futuro das lavadoras

	<i>Nº</i>	<i>Capacidade por</i>	<i>Capacidade</i>	<i>Trocas</i>	<i>Quant. usada</i>	<i>Quant. usada</i>
	Tanques	tanque (m ³)	Total (m ³)	p/ dia	p/dia (m ³)	p/mês (m ³)
Lavadora 1	2	1	2	3	6	180
Lavadora 2	2	1	2	3	6	180
Lavadora 3	2	1	2	3	6	180
Lavadora 4	2	1	2	3	6	180
Lavadora 5	2	1	2	3	6	180
Lavadora 6	2	1	2	3	6	180
				Total	36	1080

Fonte: Dados fornecidos pela empresa.



Figura 18 - Futuro setor de fornos
 Fonte: Dados fornecidos pela empresa

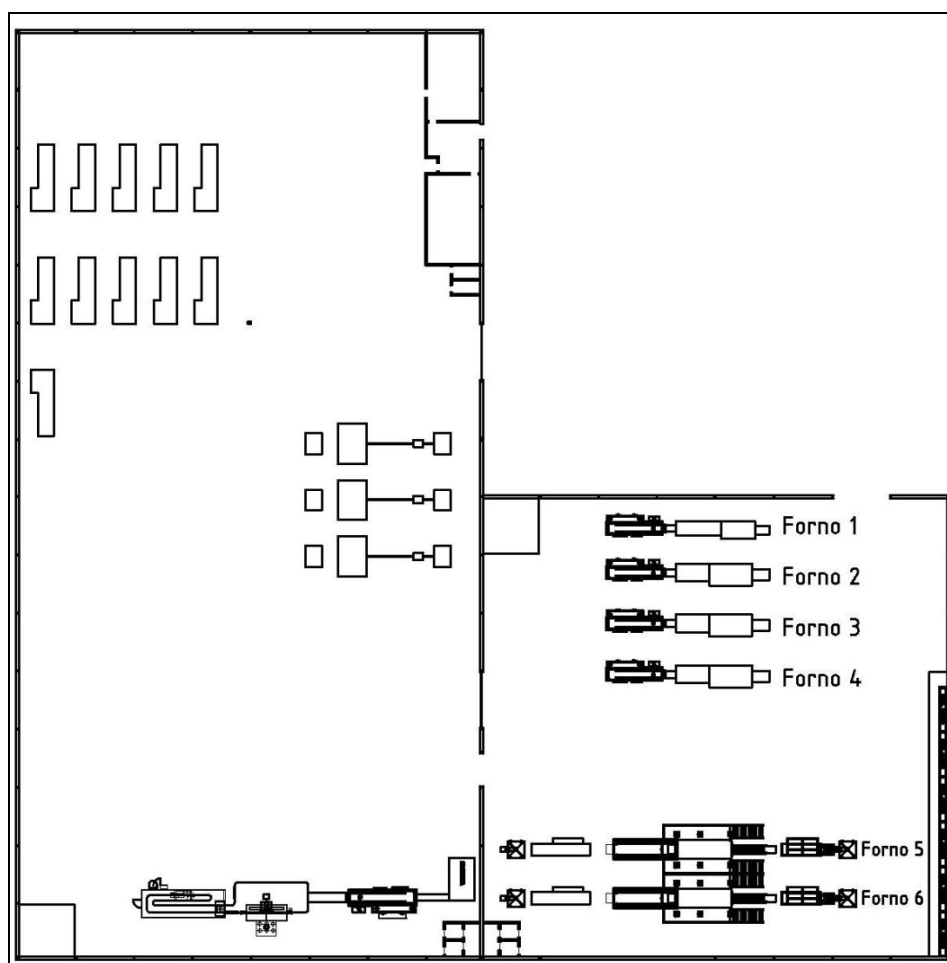


Figura 19 - Layout previsto.
Fonte: Dados fornecidos pela empresa.

Com este novo *layout*, a empresa está com o objetivo de não mais utilizar esta água originada dos poços artesianos, pensando num comprometimento com o meio ambiente. Então surgiu a proposta da instalação de reservatórios com água originada das precipitações pluviais.

3.3 INSTALAÇÃO

A empresa possui dois pavilhões, conforme Figura 20, cujas coberturas podem ser utilizadas para captação da água da chuva. Também já existe em torno destes pavilhões um sistema de canaletas horizontais de concreto (Figura 21). Estas canaletas já conduzem a água da chuva, cujo destino atual é o

esgoto. Facilmente esta água poderia ser deslocada para os novos reservatórios.



Figura 20 - Foto aérea da empresa.
Fonte: Dados fornecidos pela empresa.



Figura 21 - Canaletas de escoamento.
Fonte: Dados fornecidos pela empresa.

Verificou-se com esta análise o mau uso de água de altíssima qualidade, como a proveniente de poços artesianos. Em face aos conhecimentos atuais e a necessidade de economizar os recursos hídricos

potáveis para as gerações futuras, bem como pensando também em um processo ambientalmente sustentável, foi elaborada uma proposta para captação e utilização da água da chuva nesta empresa.

4 PROPOSTA

Em função do que foi apresentado no capítulo anterior, será apresentada, na sequência, uma proposta para a utilização da água de chuva pela empresa.

A proposta será desenvolvida de acordo com as seguintes fases:

- Estudo do volume captado nos telhados;
- Dimensionamento dos reservatórios;
- Construção dos reservatórios;
- Dimensionamento da bomba.

4.1 VOLUME DE CAPTAÇÃO

O volume de chuva mensal é a quantidade máxima que poderá ser recolhida de água de chuva durante um mês. Este volume segundo Tomaz (1998), é calculado pela seguinte equação:

$$Q = P \times A \times C \quad (3)$$

Onde,

Q = Volume anual de água de chuva (m³)

P = Precipitação média mensal (mm) = 136,2mm

A = Área de coleta (m²) = 5376m²

C = Coeficiente de Runoff = 0,7

O cálculo para o volume de água captado nos telhados está baseado na Tabela 3, que apresenta os índices pluviométricos da cidade de Campo Bom nos últimos dez anos.

Tabela 3 - Índice pluviométrico, em milímetros, dos últimos 10 anos

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Média Mensal
Janeiro	95,6	275,9	100,0	149,1	68,6	50,0	169,9	80,6	62,9	192,7	124,5
Fevereiro	65,2	103,9	88,3	200,0	104,6	31,7	75,0	185,7	144,5	109,6	110,9
Março	173,0	114,8	154,2	150,8	77,3	131,5	122,9	172,0	75,1	86,0	125,8
Abril	154,3	231,5	151,8	103,1	62,2	163,8	27,6	74,1	117,5	25,0	111,1
Mai	52,7	73,2	189,2	44,2	164,2	175,2	137,3	168,2	200,3	140,2	134,5
Junho	175,1	130,3	222,6	181,2	80,2	72,9	115,8	124,5	141,9	46,1	129,1
Julho	117,8	226,8	209,1	197,7	144,2	82,3	93,5	233,5	98,8	93,7	149,7
Agosto	101,7	26,4	195,2	62,3	68,6	200,6	98,6	153,7	135,8	211,6	125,5
Setembro	224,7	172,2	223,8	66,3	186,2	157,9	102,3	222,9	178,3	368,1	190,3
Outubro	232,1	158,9	282,3	164,6	130,0	240,2	41,1	78,3	214,1	121,1	166,3
Novembro	121,8	138,1	129,1	143,4	211,9	65,9	158,3	137,9	37,2	300,9	144,5
Dezembro	158,3	97,8	192,8	215,5	43,6	62,0	55,8	142,5	112,1	145,9	122,6
Total											Média
Anual (mm)	1672,3	1749,8	2138,4	1678,2	1341,6	1434	1198,1	1773,9	1518,5	1840,9	Anual (mm)
Média											
Anual (mm)	139,36	145,82	178,2	139,85	111,8	119,5	99,842	147,83	126,54	153,41	1634,6

Fonte - Estação Climatológica de Campo Bom.

A partir destes dados pode-se verificar que a chuva média mensal no município analisado é de 136,2mm.

Já a demanda mensal (m^3) necessária de água para as lavadoras no período de um mês, já prevendo a ampliação que está sendo efetuada, de acordo com a Tabela 2, corresponde a $1080 m^3$ por mês.

A área de coleta (m^2) é definida como a soma das áreas onde haverá a coleta da água da chuva. O *layout* da cobertura com suas medidas está representado no Anexo III.

Cálculo da Área:

$$A = B \times b$$

Onde,

A = Área (m^2)

B = Base maior (m)

b = Base menor (m)

Para o cálculo desta área de coleta representamos cada lado do telhado de acordo com a Figura 22.



Figura 22 - Representação do telhado.
Fonte: Dados fornecidos pela empresa.

$$\text{Lado 1A} = 40 \times 22,4 = 896\text{m}^2$$

$$\text{Lado 1B} = 40 \times 22,4 = 896\text{m}^2$$

$$\text{Lado 2A} = 80 \times 22,4 = 1792\text{m}^2$$

$$\text{Lado 2B} = 80 \times 22,4 = 1792\text{m}^2$$

$$\text{Área total} = \text{Lado 1A} + \text{Lado 1B} + \text{Lado 2A} + \text{Lado 2B} = 5376\text{m}^2$$

Coeficiente de *Runoff*: refere-se à perda de água por evaporação, vazamentos, etc. Na equação 1 é representado pela letra C. Este coeficiente pode ser determinado pela Tabela 4 abaixo.

Tabela 4 - Tabela Coeficiente de Runoff	
Material	Coeficiente de Runoff
Telhas cerâmicas	0,8 a 0,9
Telhas corrugadas de metal	0,7 a 0,9

Fonte: Hofkes (1981) e Frasier (1975).

Neste caso, como as telhas são de zinco, optou-se por um coeficiente de 0,7, o que implicaria na pior situação de coleta.

Cálculo do volume de chuva mensal de acordo com a Equação 3,

$$Q = 0,1362\text{m} \times 5376\text{m}^2 \times 0,7 = \frac{512,4\text{m}^3}{\text{mês}}$$

Sendo o consumo mensal, conforme Tabela 2, nas lavadoras o equivalente a 1080m^3 , o volume de chuva captado não poderá satisfazer o consumo nas lavadoras durante o período de um mês.

Ainda assim, o volume captado é capaz de suprir durante 15 dias o consumo gerado pelas lavadoras, o que visto de uma forma de comprometimento com o meio ambiente, pode-se considerar um grande volume que deixará de ser captado de uma fonte natural.

4.2 DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO

De acordo com o item 1.2.3.3.1, o volume do reservatório é dimensionado pela seguinte Equação 2:

$$V_r = \{V_d \times N_{\text{dia}} - [Q_{\text{font}} \times N_{\text{dia}}]\} + V_{\text{evap}}$$

Onde,

V_r = Volume do reservatório (m^3);

V_d = Volume de água necessário por dia (m^3/dia);

N_{dia} = Número médio de dias sem chuva no período de estiagem e/ou número de dias considerando um período de segurança em função da demanda no local;

Q_{font} = Vazão de água da fonte existente na propriedade (m^3/dia).

V_{evap} = Volume de água evaporado do reservatório no período considerado (m^3);

Obs: Havendo dificuldade de determinar o volume de água evaporado do reservatório, recomenda-se acrescentar 10% ao volume determinado entre parênteses.

Logo,

$$V_r = \{V_d \times N_{dta} - [Q_{font} \times N_{dta}]\} + V_{evap}$$

$$V_r = \{36 \times 14 - [1 \times 14]\} + V_{evap}$$

$$V_r = (504 - 14) + V_{evap}$$

$$V_r = 490 + (490 \times 10\%)$$

$$V_r = 490 + 49$$

$$V_r \cong 539m^3$$

Com o dimensionamento do reservatório foi elaborado um projeto para a construção do mesmo com um volume total de 539m³.

4.2.1 Construção dos reservatórios

Considera-se no estudo a construção dos reservatórios em concreto armado, que é um tipo de material da construção civil utilizado em estruturas que necessitam ser resistentes, ele se diferencia do concreto normal devido ao fato de receber uma armadura metálica responsável por resistir aos esforços de tração, enquanto que o concreto em si resiste à compressão. Também está previsto a impermeabilização dos reservatórios e a localização deles na parte dos fundos da empresa, de forma a não interferir no processo de produção, inclusive prevendo a possibilidade de alguma ampliação futura. A Figura 23 representa o local.



Figura 23 - Localização do reservatório externo.
Fonte: Dados fornecidos pela empresa.

Nesta proposta, a água captada será enviada por um tubo de PVC de 1", através da bomba centrífuga, a um reservatório de fibra de vidro com capacidade para de 2m³ que ficará localizado no interior da empresa, em cima de um dos banheiros próximo aos fornos (Figura 24). Desse reservatório a água será enviado por um tubo de PVC, também de 1", para as lavadoras quando o registro for aberto.

Este reservatório interno irá ter uma bóia, para que cada vez que se esvazie acione a bomba para que possa enchê-lo novamente.



**Figura 24 - Localização reservatório interno.
Fonte: Dados fornecidos pela empresa.**

Devido ao grande volume de armazenamento de água necessário, foram projetados três reservatórios em níveis diferentes (ver Anexo IV), os quais serão interligados por tubos de concreto com diâmetro de 300mm, a fim de ter um uso contínuo de toda a água reservada. Todas as caixas serão enterradas. As caixas serão executadas sobre base de concreto ciclópico (pedra marroada + concreto), nivelado sobre este será executado uma base com espessura aproximada de 15cm de concreto armado que irá suportar as paredes que serão executadas, também em concreto armado (tipo cortina) com espessura de 5cm. O fechamento será com laje de concreto armado, este deverá possuir um alçapão para limpeza e manutenção dos reservatórios.

O projeto civil foi realizado por um profissional da área.

Como podemos verificar na nova planta baixa, ver Anexo V, os três reservatórios terão a mesma medida quanto à largura e comprimento, 15x8m, diferenciando somente suas alturas.

Abaixo seguem os cálculos de dimensionamento de cada reservatório.

$$\text{Reservatório 1} = 15 \times 8 \times 1 \text{ m} = 120 \text{ m}^3;$$

$$\text{Reservatório 2} = 15 \times 8 \times 1,5 \text{ m} = 180 \text{ m}^3;$$

$$\text{Reservatório 3} = 15 \times 8 \times 2 \text{ m} = 240 \text{ m}^3.$$

A capacidade total dos reservatórios será de 540m³.

Como visto no Anexo IV, o reservatório 1 será o receptor inicial da água captada, dele, a água será escoada ao reservatório 2 e em seguida ao reservatório 3. No reservatório 1 haverá um cano de PVC, localizado em sua parte superior, para que quando houver o preenchimento dos três reservatórios a água excedida tenha como destino o esgoto. Neste mesmo reservatório haverá um filtro de tela metálica no bocal de entrada da água da chuva, para evitar a entrada de elementos macroscópicos que possam prejudicar o sistema.

A bomba que fará a transferência da água ao reservatório interno ficará localizada no reservatório 3, conforme Anexo V, no interior deste reservatório haverá uma bóia, para que, se em alguma ocasião o tempo de estiagem se prolongue e falte água proveniente da chuva, a bomba não seja acionada. Se isto venha acontecer algum dia, não haverá falta de água para o abastecimento das lavadoras, pois o reservatório interno terá uma entrada de água proveniente de caixa da água, o bocal desta entrada estará localizado na parte superior do reservatório, de acordo com a Figura 25, e não poderá ter contato, em nenhuma hipótese, com a água proveniente da chuva, para que não haja a contaminação do bocal com a água não potável.

O custo estimado para a construção dos três reservatórios, tendo como base que serão necessários aproximadamente 85m³ de concreto armado, com um custo unitário de R\$800,00/ m³ (construído, incluindo mão de obra), é de R\$68.000,00.

4.3 DIMENSIONAMENTO DA BOMBA

A bomba a ser utilizada no sistema de bombeamento do reservatório externo até o reservatório interno será do tipo centrífuga e irá conter um filtro na sucção para evitar a entrada de pequenos elementos que não foram filtrados pela tela metálica na entrada do reservatório 1.

O sistema de bombeamento está demonstrado na Figura 25:

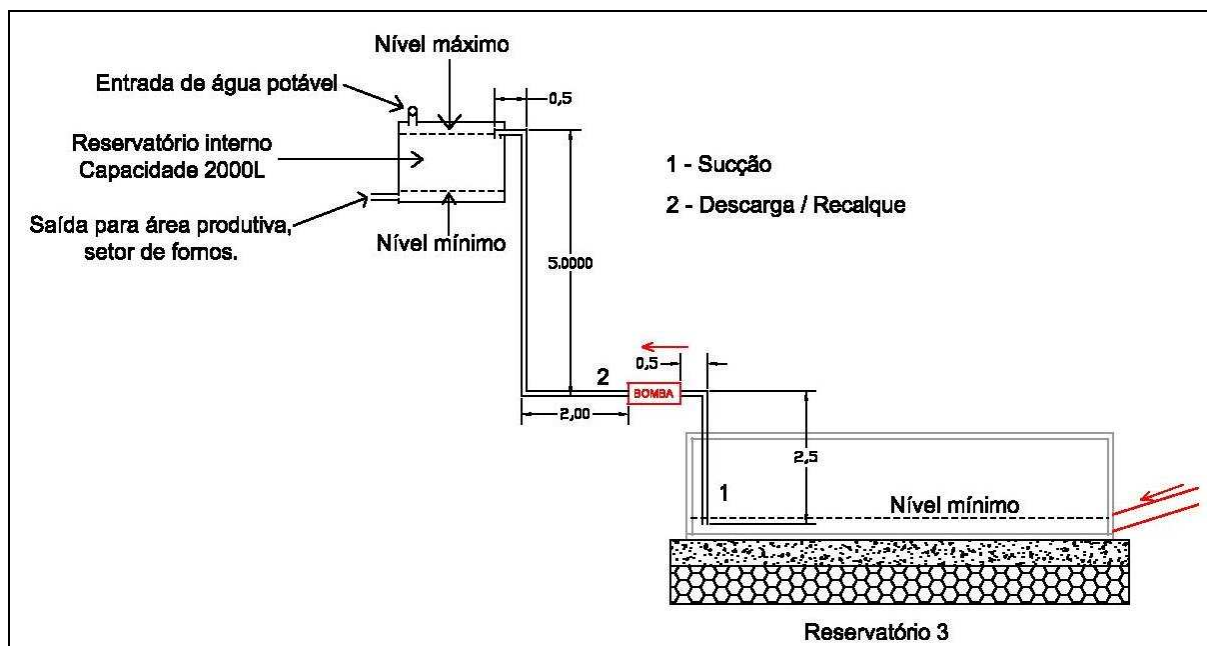


Figura 25 - Sistema de bombeamento
Fonte: Desenvolvido pelo autor

Para o cálculo de dimensionamento se faz necessário obter os seguintes dados:

- Altura manométrica ou carga (H);
- Potência solicitada pela bomba.

4.3.1 Altura manométrica ou carga (H)

A altura manométrica de uma bomba é a carga total de elevação que a bomba trabalha. É dada pela equação (MOURA, 2009):

$$H = h_s + h_{fs} + h_r + h_{fr} + (v_r^2 / 2g) \quad (4)$$

Onde:

H = altura manométrica total;

h_s = altura estática de sucção;

h_{fs} = perda de carga na sucção;

h_r = altura estática de recalque;

h_{fr} = perda de carga na linha do recalque;

$v_r^2/2g$ = parcela de energia cinética no recalque (normalmente desprezível em virtude das aproximações feitas no cálculo da potência dos conjuntos elevatórios).

Logo:

$$H = 1 + 2 + 7,5 + 0 + 0$$

$$H = 10,5m$$

Então, a altura manométrica calculada para o dimensionamento da bomba é de 10,5m.

4.3.2 Potência solicitada pela bomba (Pb)

Denomina-se de potência motriz a potência fornecida pelo motor para que a bomba eleve uma vazão Q a uma altura H. Nestes termos temos (MOURA, 2009):

$$P_b = (Q \times H) / (75 \times \eta) \quad (5)$$

Onde:

P_b = potência em cv (cavalo vapor)

Q = vazão em m³/s,

H = altura manométrica em metros,

η = rendimento total

Para determinar o valor de vazão em m³/s, foi determinado que o reservatório interno tenha que ser enchido em aproximadamente 15 minutos,

para que esse dado seja cumprido, a bomba terá que ter uma vazão de $8\text{m}^3/\text{h}$, ou $0,13\text{m}^3/\text{s}$, já que o reservatório interno tem a capacidade de 2m^3 .

$$R_b = (0,13 \times 10,5)/(75 \times 0,017)$$

$$R_b = 1,36 / 1,275$$

$$R_b \approx 1\text{cv}$$

Com o dimensionamento da bomba centrífuga é necessário agora fazer um orçamento do custo desta bomba. O produto foi orçado na Indústria e Comércio de Bombas D'agua Beto Ltda (BBL) e teve seu modelo definido através do Quadro 1, abaixo, utilizando os dados de dimensionamento de bomba calculados anteriormente, então, pode se definir que a bomba a ser utilizada é a modelo JC-1. Esta foi orçada a um valor R\$620,00 + 5% de IPI (Imposto sobre Produto Industrializado), tendo um custo total de R\$651,00.

Modelo	Potência (cv)	Ø Sucção	Ø Recalque	Pressão Máx. (m.c.a)	Vazão m^3/h (Água Limpa)	Altura Manométrica (m.c.a.)										
						Modelo	0	5	10	15	20	25	30	35	40	
JC - 1/3	1/3	3/4"	3/4"	21	JC - 1/3	3,2	3	2,3	1,6	0,7						
JC - 1/2	1/2	1"	1"	23	JC - 1/2	5,7	5,4	4,6	3,6	2,2						
JC - 3/4	3/4	1"	1"	26	JC - 3/4	7,6	7,1	6,5	5,3	3,4	0,9					
JC - 1	1	1"	1"	27	JC - 1	9,1	8,8	8,1	6,8	5,2	2,7					
JC - 1,5	1,5	1.1/4"	1.1/4"	31	JC - 1,5	14,9	14,4	13,6	11,9	9,2	6,5	1,8				
JC - 2	2	1.1/4"	1.1/4"	33	JC - 2	18	17	15,8	14,7	12,1	8,6	3,8				
JC - 3	3	2"	1.1/2"	37	JC - 3	24	23	21,2	19,8	17,5	15,2	11,3	6,2			
JC - 4	4	2"	1.1/2"	38	JC - 4	31	30,5	29,5	27,8	25,8	22,5	18,9	13,6			
JC - 5	5	2"	2"	42	JC - 5	40,5	39,9	38,4	35,9	33	29,7	25,4	19,8	11,5		
JC - 7,5	7,5	2.1/2"	2"	46	JC - 7,5	49	48,6	48,2	46	44,5	41,2	38	34	25,3		
JC - 10	10	3"	2.1/2"	52	JC - 10		58,5	56,1	52,9	50,6	48,3	45,5	41	34		
JC - 12,5	12,5	3"	2.1/2"	57	JC - 12,5			62,9	59,8	56,9	53,9	51,1	46,6	41		
JC - 15	15	3"	3"	61	JC - 15			69,8	66,8	63,3	59,6	56,7	52,2	48		

Quadro 1 - Tabela para seleção de bomba da empresa Bombas Beto

Fonte: Dados fornecidos pela empresa Bombas Beto – www.bombasbeto.com.br

As características técnicas desta bomba são as seguintes:

Marca: BBL

Modelo: JC-1 – 380 volts – 1HP – 3 fases

Vazão: $8\text{m}^3/\text{h}$ - Altura Manométrica: 10m

Consumo: 0,75 kW/h

Como o consumo diário para o setor de fornos da empresa em avaliação será de 36m³, pode se dizer que, na possibilidade do reservatório cheio, está bomba dimensionada atuará durante 4,5 horas por dia, o que irá resultar em um consumo elétrico de 3,475kW/h, gerando um custo em torno de R\$1,00 ao dia, ou então, R\$30,00 ao mês.

4.4 CUSTOS TOTAIS PREVISTOS

A Tabela 5 representa os custos totais previstos para construção dos reservatórios e dos equipamentos necessários para o funcionamento. Não incluindo a construção dos reservatórios, todos itens existentes nesta tabela de levantamento de custos serão instalados por profissionais da empresa.

Tabela 5 - Tabela de custos totais	
<i>CUSTOS TOTAIS</i>	
Bomba BBL - JC-1	R\$651,00
Construção reservatórios (Mão de obra + material)	R\$68.000,00
Reservatório Interno	R\$450,00
Tubulações PVC + Registros	R\$1.500,00
TOTAL	R\$70.601,00

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Com o dimensionamento da bomba centrífuga utilizada no sistema de aproveitamento da água da chuva, também foi feito uma comparação de custo operacional com a bomba submersa utilizada atualmente para captação de água do poço artesiano.

Com o dimensionamento da bomba centrífuga utilizada no sistema de aproveitamento da água da chuva, foi elaborada uma comparação de custo operacional com a bomba submersa utilizada atualmente para captação de água do poço artesiano.

Tabela 6 – Tabela de custos de operação das bombas

<i>CUSTOS TOTAL DE OPERAÇÃO POR MÊS</i>	
Bomba submersa	R\$276,00
Bomba centrífuga	R\$30,00

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Através da Tabela 6, pode se afirmar que com a utilização do sistema de aproveitamento da água chuva haverá uma redução, em torno de R\$246,00, no custo de energia paga atualmente.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Considerando que a empresa B não se utiliza de água tratada fornecida pela prestadora de serviços, pois possui poço artesiano para seu próprio abastecimento, os aspectos positivos mais visíveis que podem ser citados são a preservação dos recursos hídricos disponíveis na região, o aumento da quantidade de água disponível para o uso potável e também a não possibilidade de contaminação do lençol freático através da captação de água deste poço artesiano.

O aproveitamento da água da chuva também pode contribuir para minimizar a super exploração dos mananciais e pode evitar a ocorrência das enchentes, uma vez que a água captada que antes escoava dos telhados até as ruas não escoaria mais para as galerias pluviais, evitando o sobrecarregamento da rede de esgoto.

Outro aspecto positivo do aproveitamento da água da chuva é a conscientização da população no que se refere à valorização dos recursos hídricos, pois mostra a importância do uso controlado.

Também se pode considerar um aspecto positivo o desenvolvimento tecnológico que resulta na construção desse sistema de aproveitamento, pois a busca por novas alternativas tecnológicas sempre pode ser considerada um aspecto positivo.

O consumo de energia pela bomba centrífuga para elevar a água até o reservatório interno também é um ponto positivo, pois em relação à bomba submersa utilizada para a elevação da água captada do poço artesiano até o reservatório da água existente, tem um consumo menor.

O espaço a ser utilizado para o armazenamento também é uma condição para a implantação deste sistema, e no caso da empresa avaliada, a construção do reservatório não interfere, em nenhum momento, no processo produtivo da empresa.

Um dos aspectos mais importantes deste projeto é a viabilidade econômica. De acordo com os dados obtidos, verificou-se um custo de

implantação deste sistema de aproveitamento da água da chuva, no valor de R\$70.601,00. Não foram encontrados entraves técnicos para esta utilização.

Outra questão a considerar, em relação à viabilidade deste estudo, é o fato de que a Agência Nacional de Águas vem implementando a cobrança pelo uso da água dos lençóis freáticos nas bacias federais desde 2001. Esta cobrança está prevista na Lei 9.433/1997.

Considerando a possibilidade desta cobrança, já existentes em alguns estados do Brasil, da água captada dos lençóis freáticos, e a tendência desta prática ser estendida a outras unidades da federação, o aproveitamento de águas pluviais poderá se tornar importante economicamente para as empresas. No caso da empresa B, o custo adicional com esta taxação seria inferior, uma vez que o volume utilizado de água do lençol freático, com a proposta, seria reduzido em 50% em relação ao atualmente consumido.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo principal avaliar o aproveitamento da água da chuva em uma metalúrgica fabricante de componentes para calçados, mais precisamente no seu setor de fornos, onde é o seu maior consumo conforme calculado no item 3.2.

Para isso realizou-se uma pesquisa bibliográfica e de campo descritiva, onde foram observados e coletados dados diretamente no próprio local, ou seja, na empresa. Com a conclusão das análises, é possível elaborar algumas considerações com os dados obtidos.

Como foi visto neste trabalho, diante da situação de escassez de água de boa qualidade a qual o planeta está sofrendo, novas formas de captar, armazenar e aproveitar a água são necessárias, e, entre tantas, o sistema de aproveitamento de água da chuva se mostra viável economicamente para a situação financeira atual da empresa, pois além dos fatores técnicos e econômicos que foram medidos, um projeto deste tipo possui um fator ambiental de difícil mensuração, e que pode contribuir muito para a imagem da empresa.

Visando um plano alternativo para atender a demanda da empresa durante as estações de seca foi dimensionado, conforme item 4.2, um reservatório que consiga suprir o consumo de água durante um período de 15 dias.

Durante o desenvolvimento deste trabalho, foram encontradas algumas dificuldades. Pode-se destacar: a indisponibilidade de acervos e a carência de bibliografias recentes em alguns temas. Mesmo com as limitações apresentadas, as informações obtidas foram suficientes para a conclusão da pesquisa, o que permitiu com que os objetivos fossem atingidos.

No desenvolver deste projeto não se optou por outros usos triviais das águas pluviais, como por exemplo, a água dos sanitários e irrigação dos jardins. Analisando esta opção de substituir esta água, que além de limpa é potável, pela água da chuva, e concluindo que esta opção possa ser atraente, há algumas dificuldades citadas pela empresa para a substituição desta água.

Todas as redes de tubulação que visam esse fim foram instaladas quando os pavilhões foram construídos. Demolir várias estruturas já em uso além de custoso exige o isolamento da área por um tempo e a interrupção do uso dos banheiros afetados. Atrapalhar em demasiado a rotina dos funcionários não seria bem visto pela empresa, pois estas obras exigem adaptação e construção sem que haja destruição de estruturas já existentes.

Então, para futuros estudos, sugere-se uma avaliação da água utilizada nos fornos, visando à utilização de um volume menor de água para lavagem das peças. Possivelmente isto poderia ser efetuado com uma fase de pré-lavagem.

Também se sugere uma avaliação e tratamento da água descartada nas lavadoras após sua utilização, para que a mesma possa ser reutilizada.

Portanto, o que foi apresentado neste projeto, oportuniza o aproveitamento da água da chuva, por esta empresa, que deverá fazer alguns investimentos para tanto.

REFERÊNCIAS

ANA “Agência Nacional de Águas”. Disponível em <<http://www.ana.gov.br>>. Acesso em: 12 maio. 2010.

BARROS, Fernanda G. N.; AMIM, Mario M. **ÁGUA: Escassez, valoração e perspectivas para o Brasil**. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/2/162.pdf>>. Acesso em: 12 abr. 2010.

BEEKMAN, G. B. **Qualidade e conservação da água**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL, 1996, Brasília. Conferência...Brasília: Associação Brasileira das Entidades de Assistência Técnica e Extensão Rural, 1996.

BRASIL. Lei nº. 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 9 jan. 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9433.htm>. Acesso em: 28 jul. 2010.

CANHOLI, A. P.. **Soluções estruturais não-convencionais em drenagem urbana**. Tese (Doutorado em Engenharia). Escola Politécnica. Universidade de São Paulo – SP, 1995.

CARLON, Marcia Regina. **Percepção dos atores sociais quanto as alternativas de implantação de sistemas de captação e aproveitamento de água de chuva em Joinville – SC**. 2005. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Vale do Itajaí. Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental. Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar. Itajaí, SC. 2005.

CIRRA - CENTRO INTERNACIONAL DE REFERÊNCIA EM REUSO DE ÁGUA. **Reuso de água**. Universidade de São Paulo. 2002. Disponível em <www.usp.br/cirra/reuso>. Acesso em: 17 mai. 2010 .

FACHIN, Odília. **Fundamentos de metodologia**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2001.

FERNANDES, Diogo R. M.; NETO, Vivente B.; MATTOS, Karen M. da C.. **Viabilidade Econômica do uso da água da chuva: Um estudo de caso da implantação de cisterna na UFRN/RN.** Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGETP2007_TR650479_0552.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2010.

FRASIER, G. W.. **Proceedings of water harvesting symposium** .Berkeley: USDA (United states agricultural research service), 1975.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GRUPO TÉCNICO DE TRABALHO SOBRE REUSO NÃO POTÁVEL DE ÁGUA. Câmara Técnica de Ciência e Tecnologia. Conselho Nacional de Recursos Hídricos, 2002. Memórias das três reuniões iniciais do grupo técnico de reuso do CNRH. Relatório.

HOFKES, E. H.. **Rainwater harvesting for drinking water supply and sanitation**. Londres: International reference center for communing water supply, 1981.

MACINTYRE, Archibald Joseph. **Bombas e instalações de bombeamento**. 2. ed. rev. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara, c1997. Não paginado

MASCARO, J. L. **Infra estrutura habitacional alternativa**. Porto Alegre, Ed. Saga, 1991,224 p

MATTOS, Edson Ezequiel de; FALCO, Reinaldo de. **Bombas industriais**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998. 474 p

MOURA, Angela B. D. **Bombas Centrífugas**. Novo Hamburgo, RS: Feevale, [2009?]. *não paginado. Material didático da disciplina de Processos Industriais* 3.

PINTO, N. L. de S. et al. **Hidrologia básica**. São Paulo, Ed. Edgard Blücher Ltda, 1976,279 p.

PRODANOV, Cleber C.; FREITAS, Ernani C. **Metodologia do trabalho científico**. Novo Hamburgo, RS: Feevale, 2009.

RICHTER, C. A.; AZEVEDO NETO, J. M. **Tratamento de água**: Tecnologias atualizada. São Paulo, Ed. Edgard Blücher Ltda, 2000, 332 p.

SILVA, Ana Karla Pessôa; et al. **Reúso de água e suas implicações jurídicas**. São Paulo: Navegar, c2003. 111 p

TELLES, Pedro Carlos da Silva. **Tubulações industriais: materiais, projeto, montagem**. 9. ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro: LTC, c1997. 252 p

TELLES, Pedro Carlos da Silva. **Tubulações industriais: materiais, projeto, montagem**. 10. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2001.

TOMAZ, P.. **Conservação da água**. 1. ed. São Paulo, SP: Parma, 1998.

VIANA, F. C.; LOPES, J. D. S. **Tratamento de água no meio rural**. Viçosa, CPT, 2000, 98p.

YIN, Robert K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. Porto Alegre, RS: Bookman, 2005.

WMO - WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. **Comprehensive assessment of the freshwater resources of the world**. WMO. Genebra, 1997.

-

ANEXOS

ANEXO A – CERTIFICADO BUREAU VERITAS



BUREAU VERITAS
Certification

Certificação
Conferida à

BRASIL

Bureau Veritas Certification certifica que o Sistema de Gerenciamento da Organização acima foi avaliado e encontrado em conformidade com os requisitos da Norma detalhada abaixo

NORMA

ISO 9001:2000

ESCOPO DE FORNECIMENTO

DESENVOLVIMENTO, FABRICAÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE COMPONENTES DE SEGURANÇA E DE REFORÇO ESTRUTURAL PARA CALÇADOS.

Data da Aprovação Original: 26 DE ABRIL DE 2007

Sujeito a operação satisfatória contínua do Sistema de Gerenciamento da Organização, este certificado é válido até: 05 DE ABRIL DE 2010

Esclarecimentos adicionais a respeito do escopo deste certificado e a aplicabilidade dos requisitos do Sistema de Gerenciamento podem ser obtidos consultando a Organização

Número do Certificado: **214967** Data: 27 DE ABRIL DE 2007

K. Felício

Karina Polido - Certification Coordinator
Managing and Issuing Office
Bureau Veritas Certification
Praça Pio X, 17, 8º andar, 20040-020
Rio de Janeiro - RJ - Brasil



Gestão de Qualidade
NER ISO 9001

OC

OCS 0006

Obs: Este certificado encontra-se em processo de renovação.

ANEXO B – CARACTERÍSTICAS DO SAL PARA TEMPERA

REVISÃO: 02

PÁG. 1/1

**ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA N° 09/PA**

Produto: Sal Durferrit AS-220 para tratamento térmico de metais.

1. Caracterização Química:

- Mistura de Nitratos e Nitritos de Metais Alcalinos.

2. Especificação:

- Ponto de solidificação: Menor que 223°C
- Aparência: Pó na cor Rosa
- Odor: Isento.
- Densidade Aparente: Entre 1,0 e 1,1 kg/dm³
- pH (100g/L) = Entre 7 e 9

3. Informações Adicionais:

- Teor de Nitrito (como NaNO₂) = Entre 47 e 53%.
- Teor de Umidade = Max. 0,8%

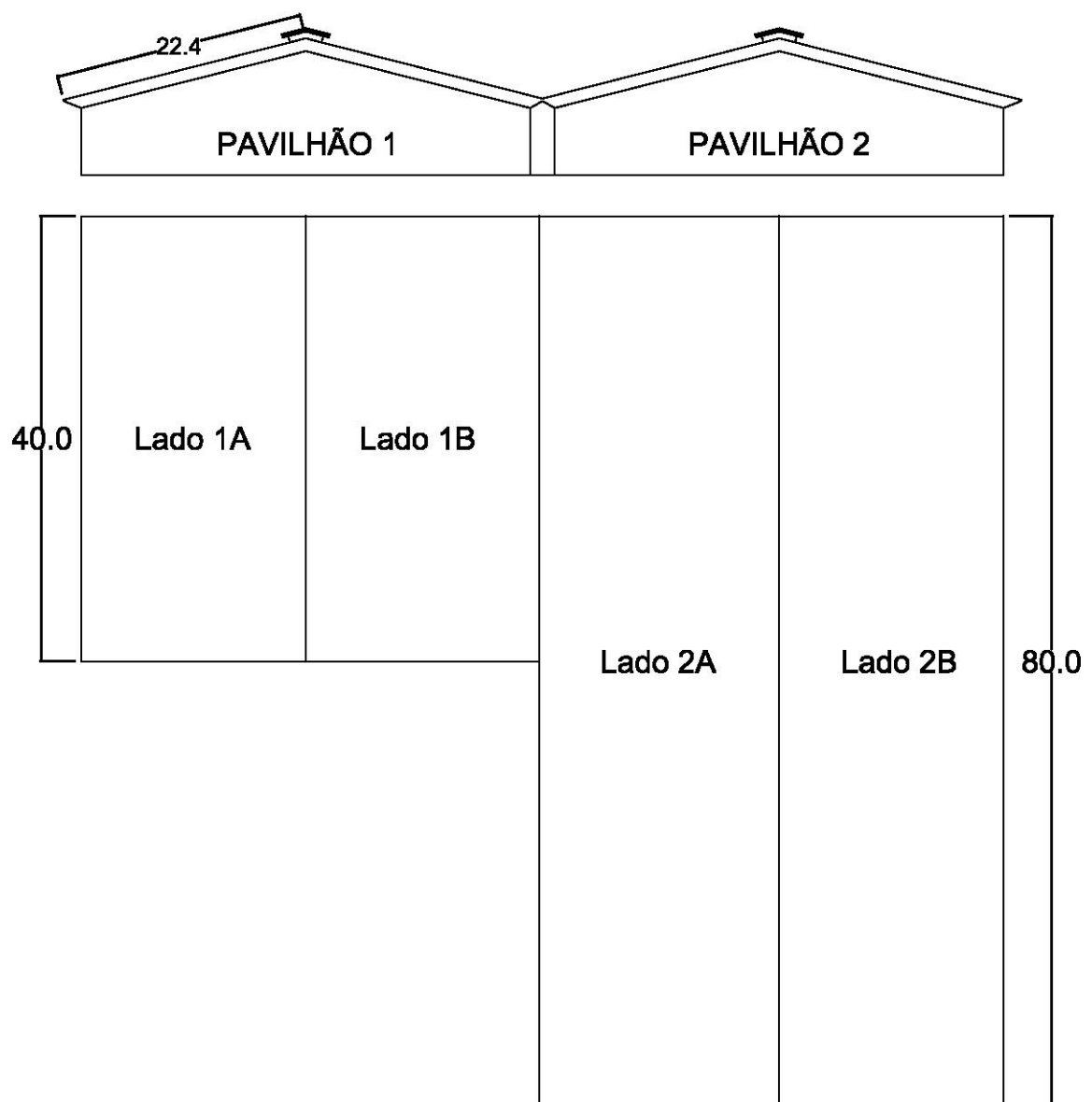
4. Embalagem Padrão:

- Sacos Plásticos, com peso líquido de 25 kg.

NOTA: A reprodução ou cópia desta Especificação é proibida sem autorização expressa da DURFERRIT DO BRASIL QUÍMICA LTDA.

ELABORADO E APROVADO POR: DANILO ASSAD LUDEWIGS
DATA: 09/12/2009
DISTRIBUIÇÃO: LABORATÓRIO QUÍMICO / QUALIDADE.

ANEXO C – LAYOUT COBERTURA



ANEXO D – PROJETOS DOS TRÊS RESERVATÓRIOS EM NÍVEL

