

# PROJECTO INDUSTRIAL DE UMA UNIDADE DE ENCHIMENTO DE ÁGUA MINERAL

LANDEIROTO, A.; MONTEIRO, A. P.\*  
GUINÉ, R. P. F.\*\*

## Resumo

A partir do trabalho realizado no âmbito da disciplina de Seminário de Projecto da Licenciatura em Engenharia das Indústrias Agro-Alimentares, apresenta-se um pequeno resumo do projecto de uma unidade industrial para enchimento de água mineral, com uma capacidade de produção de 50 milhões de litros anuais.

Para a realização deste trabalho efectuaram-se diversos estudos, que incluíram uma breve análise económica, a partir da qual se verifica a viabilidade deste projecto.

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. Conceitos gerais

A água surgiu no decurso de reacções químicas que tiveram lugar no nosso planeta durante as primeiras fases da sua formação. A camada gasosa que rodeia a Terra apareceu como resultado, entre outros factores, das reacções químicas provocadas pelo aparecimento na sua superfície deste composto. Foi na água que, há cerca de 3800 milhões de anos, surgiu a vida na Terra. Os primeiros seres vivos de que são conhecidos fósseis eram bactérias e algas azuis (seres unicelulares) que viveram nos Oceanos Primitivos. Ao longo de milhões de anos, os seres vivos evoluíram e espalharam-se pelos oceanos e continentes.

A água é o elemento que assegura a vitalidade, tanto do próprio planeta como de todos os seres vivos. A Terra, chamada o 'Planeta Azul', é composta por 75% de água. No entanto, quase toda essa água é salgada, sendo que a percentagem de água potável é muito reduzida, e, desde cedo, o Homem se tem especializado na busca de água própria para consumo. Nas sociedades primitivas, as populações procuravam estabelecer-se junto aos rios, em busca de água, alimentos e defesas naturais. Nessa altura já se obtinha habitualmente água doce a partir de poços, utilizando-se um balde. Os sistemas públicos de abastecimento de água nasceram no século III a.C. em Roma, Grécia, Cartago e Egipto, satisfazendo assim as necessidades das populações urbanas.

---

\* Alunas da Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Viseu.

\*\* Professora da Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Viseu.

Com a Revolução Industrial, o Homem passou a dispor de materiais, equipamentos e técnicas que lhe permitiram construir sistemas mais eficazes para a captação, transporte e distribuição da água.

A partir do séc. XVIII, com a descoberta do cloro e a sua aplicação posterior no tratamento e desinfecção da água, entrou-se numa nova era do abastecimento de água para consumo público. A água foi pela primeira vez desinfectada com cloro em 1896 na costa Italiana do Adriático, como medida de protecção das doenças.

O consumo de água tem vindo a aumentar significativamente. Estima-se que na Roma Antiga havia um consumo "per capita" de apenas 20 litros por dia, enquanto que, actualmente, nos países desenvolvidos esse consumo pode chegar, em média, a 800 litros por dia, contribuindo para este aumento o aparecimento no século XIX das indústrias de engarrafamento.

Sem água, nenhuma espécie vegetal ou animal, incluindo o homem, poderia sobreviver, e cerca de 70% da nossa alimentação e do nosso próprio corpo são constituídos por água. A água participa na protecção do embrião antes do nascimento e continua a actuar por toda a vida na manutenção da temperatura do corpo, no funcionamento das glândulas, na digestão, na lubrificação das articulações e tantas outras funções. A desidratação, além de causar envelhecimento, é um factor de risco para as funções vitais.

Para além de saciar a sede e hidratar o corpo, as águas minerais podem oferecer grandes benefícios para a saúde. Conforme a sua composição físico-química, são indicadas tanto para repor energia e combater diversas doenças, quanto para tornar a pele fresca e saudável. Por hidratar a pele e eliminar as toxinas resultantes da queima das células, há dermatologistas que indicam a água mineral para higiene do corpo e do rosto, assim como para minimizar as manchas provocadas pelo sol.

## **1.2. Tipos de água**

No que respeita aos tipos de água, deve fazer-se a distinção entre águas minerais naturais e águas de nascente. Ambas as águas minerais naturais e de nascente, estão enquadradas pelo D.L. 90/90, de 16 de Março. No entanto, uma Água Mineral Natural integra-se no domínio público do Estado, oferece uma composição estável do ponto de vista físico-químico e possui propriedades terapêuticas, ou simplesmente efeitos favoráveis à saúde, ao contrário das Águas de Nascente, que são objecto de propriedade privada e apenas têm de ser, na origem, águas próprias para beber e não contêm propriedades medicinais ou terapêuticas. Ambas as categorias devem ser bacteriologicamente próprias na origem, sendo apenas autorizados os tratamentos físicos como a filtração, a decantação e a oxigenação (sendo ainda permitida a adição de gás carbónico).

Quando a água que aflora do subsolo chega à superfície, ela já passou por processos de transformação na própria natureza. A água mineral é produzida no momento em que as águas das chuvas penetram no solo e vão atravessando diversas camadas até chegar às camadas impermeáveis, onde estacionam. Nesse percurso por baixo do solo, a água passa por várias rochas cheias de substâncias minerais, como carbonato e sulfato de cálcio que se diluem na água enriquecendo-a e fazendo com que adquira propriedades medicinais valiosas.

Quando a água acumulada no subterrâneo sofre pressão de um novo volume de água, ela sobe para a superfície e surge em locais específicos. A partir daí, cabe ao Homem intervir: extraí-la, proceder ao seu tratamento, engarrafamento e comercialização.

### **1.3. Qualidade da água**

Na natureza não existe água pura. A água da chuva; a água fresca de um poço; a água límpida do regato; a água do mar onde tantos peixes vivem, e toda esta água não é pura. Contudo, pode ser ou não ser própria para consumo. À água própria para consumo chama-se água potável. A água salobra é imprópria para beber, por ter grande quantidade de substâncias dissolvidas. Contudo, a água imprópria para consumo pode tornar-se utilizável depois de tratada por processos adequados, tais como:

**DECANTAÇÃO:** Consiste na separação das impurezas, deixando repousar a água para que as partículas em suspensão se depositem no fundo do recipiente.

**FILTRAÇÃO:** Consiste na passagem da água através de filtros que retêm as partículas em suspensão.

**DESINFECÇÃO:** Consiste na adição de substâncias químicas, geralmente cloro, em quantidades determinadas e regulamentadas em função da sua utilização.

**FERVURA:** A água deve ferver entre 10 a 15 minutos.

### **1.4. Água mineral engarrafada**

Em condições ideais, deve beber-se dois litros de água por dia e as pessoas estão cada vez mais dirigidas para o consumo de água engarrafada como meio de satisfazer, parcial ou totalmente, as suas necessidades diárias. O consumo de água engarrafada tem vindo a aumentar significativamente no mundo, nos últimos 30 anos. É o mais dinâmico sector de toda a indústria de alimentos e bebidas apesar do elevado preço, comparado com a água da torneira.

A água engarrafada não pode ser submetida a tratamentos, ou processos de limpeza e filtragem que impliquem a utilização de químicos, devendo ser naturalmente potável. Existem apenas dois tipos de águas engarrafadas legalmente reconhecidas: a água mineral natural e a água de nascente.

## **2. PROJECTO DA INSTALAÇÃO DE ENCHIMENTO**

### **2.1. Fonte de captação da água mineral**

Em plena região da Beira Alta, a fonte da água mineral localiza-se na Serra da Gralheira, concelho de São Pedro do Sul, no distrito de Viseu.

A água mineral apresenta temperatura constante, significando que provém de um mesmo ponto de origem, o que é determinado pelo grau geotérmico das rochas. Por outro lado, quando a água apresenta condutividade constante, isso indica que não houve alteração de sais minerais, e consequentemente, a água vem de um mesmo aquífero. Temperatura e condutividade constantes são, então, fundamentais para identificar se uma água é mesmo mineral.

### **2.2. Captação e engarrafamento**

Todo o processo de captação da água mineral é feito dentro dos mais rigorosos padrões de exigência. A água é captada de um furo hertziano, e a condução da fonte até às salas de engarrafamento é feita através de uma tubulação especial em aço inoxidável.

A água é um produto totalmente natural, e a intervenção humana faz-se ao nível do tratamento, controlo de qualidade e limpeza, bem como do engarrafamento.

A água mineral natural é armazenada em cinco depósitos/reservatórios de inox, com capacidade para 75 mil litros de água. O sistema de canalização que liga a captação aos reservatórios e instalações industriais é também todo em aço inoxidável.

O processo de engarrafamento da água mineral é feito com uma linha de garrafas/garrafões de Polietilenotereftalato (PET) e também com uma outra linha de garrafas/garrafões de policarbonato (20 litros), totalmente automatizado, não existindo qualquer contacto manual com as garrafas.

O rigor na limpeza e na higiene é fundamental. As salas onde funcionam as enchedoras são azulejadas até o tecto e a assepsia está presente tanto nas instalações como no vestuário dos funcionários. A utilização de máquinas modernas e sofisticadas para o enchimento das embalagens garante a pureza e a qualidade da água.

Os garrafas/garrafões retornáveis passam por um processo de higienização e lavagem (feito a uma temperatura de 60 °C), que assegura a eliminação de todas e quaisquer impurezas ou bactérias. São depois enxaguados com água mineral e só então são atestados, fechados, lacrados e embalados automaticamente.

### 2.3. Tratamentos

À água mineral não é aplicado qualquer tipo de tratamento, sendo esta apenas submetida a processos físicos (filtração). Existe no entanto uma excepção, a água nos garraões de policarbonato que é uma água ozonizada (misturada com ozono).

O processo de enchimento é totalmente automático e realizado em salas protegidas por sistemas de pressão positiva, onde o ar que entra nas salas é um ar filtrado, para eliminar qualquer possibilidade de contaminação.

### 2.4. Controlo de qualidade

A estratégia da empresa passa por garantir que a qualidade única da água mineral se mantenha inalterada desde a sua emergência até ao seu consumo. Para segurança e tranquilidade dos clientes, a água mineral é analisada diariamente em laboratório, por Engenheiros Agro-Alimentares, e conferida semanalmente, em laboratório de controlo de qualidade, reconhecido pelo Instituto Geológico e Mineiro, entidade oficial que assegura a supervisão da indústria de Águas Minerais e de Nascente. As análises efectuadas são apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1 - Análises efectuadas à água mineral.**

<p>ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS</p> <p>Coliformes totais a 35°C</p> <p>Coliformes termoresistentes a 45°C</p> <p><i>Escherichia coli</i></p> <p><i>Enterococcus</i></p> <p><i>Pseudomonas aeruginosa</i></p>
<p>ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS</p> <p>pH a 25°C</p> <p>Condutividade eléctrica a 25°C</p>

### 2.5. Embalagens para engarrafamento

*Garrafas/garraões de polietileno tereftalato (PET)*

O Polietilenotereftalato (PET) é o melhor e mais resistente plástico para fabricação de garrafas e embalagens para refrigerantes, águas, sumos, óleos comestíveis, medicamentos, cosméticos, produtos de higiene e limpeza, destilados, cervejas, entre vários outros. O PET proporciona alta resistência mecânica (impacto) e química, além de ter excelente barreira para gases e odores. Devido às características já citadas e por ter um peso muito inferior ao das embalagens tradicionais, o PET mostrou ser o recipiente ideal para a indústria de bebidas em todo o mundo, reduzindo custos de transporte e produção. Por tudo isso, oferece ao consumidor um produto substancialmente mais barato, seguro e moderno. As embalagens PET são 100% recicláveis e a sua composição química não produz nenhum produto tóxico, sendo formada apenas por carbono, hidrogénio e oxigénio.

#### ***Garrafas de policarbonato***

O Policarbonato (PC) é um tipo especial de poliéster, no qual se juntam os fenóis diédricos através de ligações de carbonatos. É surpreendentemente rígido, forte e não tóxico, e mantém a sua resistência ao impacto numa larga escala de temperatura e mesmo em condições ambientais severas. Suporta temperaturas desde os  $-50^{\circ}\text{C}$  até  $+135^{\circ}\text{C}$  e tem boas propriedades ópticas aliadas à alta resistência à exposição solar (radiações UV). As embalagens de policarbonato estão aprovadas pelas autoridades de saúde, uma vez que mantêm a água sempre pura e sem gosto.

#### **2.6. Enchimento dos garrafas retornáveis**

Ao serem descarregados, os garrafas de PC são minuciosamente examinados e cheirados para evitar riscos de contaminações por urina, gasolina, e outras substâncias, sendo ainda retirados os restos de rótulos e tampas, antes destes seguirem para os processos de pré-lavagem, lavagem e enchimento. De seguida, os garrafas são lavados em jactos de alta pressão, numa higienizadora para remoção de quaisquer sólidos formados e/ ou em formação que possam comprometer a qualidade da água mineral. Depois de higienizados, os garrafas passam por uma lavadora automática, onde são escovados com detergente neutro, biodegradável, em forma de gel siliconado, para a limpeza externa dos garrafas. Em seguida, os garrafas são colocados numa outra lavadora automática de jactos com pressão, onde, em 3 estágios, os garrafas são lavados com água e ozono, sem uso de qualquer tipo de produto químico que possa agredir ou deformar os garrafas, aumentando a sua vida útil e assegurando a qualidade da água mineral após o engarrafamento. Antecedendo o engarrafamento, os garrafas passam por um túnel com lâmpada germicida para que possam ser esterilizados completamente antes do engarrafamento. Na cabine de engarrafamento, totalmente fechada e com pressão positiva, os garrafas são enchidos e fechados automaticamente.

Ao saírem da cabine, são inspeccionados por um visor e em seguida fecham-se, colocam-se os rótulos e daí seguem para armazenamento, também de forma automática por meio de esteiras eléctricas em aço inox.

## **2.7. Enchimento dos garrafões e garrafas descartáveis**

O enchimento dos descartáveis é feito em modernas máquinas automáticas, sendo enchidas garrafas com diferentes capacidades: 330mL, 510mL, 1,5L e ainda garrafões de 5L. Em média são produzidos 12.000 garrafas/h de 330mL e 510mL, 9.000 garrafas/h de 1,5L e 3.000 garrafões/h de 5L. As garrafas são colocadas em esteiras rotativas automáticas, indo para a sala de enchimento, após terem sido enxaguadas com água ozonizada. A operação de enchimento é supervisionada por funcionários treinados e protegidos por uniformes especiais: máscaras, luvas esterilizadas, gorros, botas de borracha, etc. Depois de cheias, as garrafas passam por uma capsuladora automática. À saída da sala de enchimento as garrafas são rotuladas e embaladas.

## **2.8. Equipamento**

Máquina sopradora PET: projectada para trabalho contínuo; de manutenção simples e elementar; possui uma área de aquecimento com lâmpada de onda curta de grande rendimento e baixo consumo de energia; a troca de molde é prática e rápida; de fácil adaptação para soprar 1 ou 2 garrafas de cada vez.

Sopradora de alta performance: sopradora de dupla estação até 5 litros; alta receptibilidade e elevada eficiência do conjunto; funcionamento preciso; eficiência, robustez e flexibilidade.

Enchedora: enche garrafões de 10 e 20 litros; apresenta 12 válvulas, que funcionam no sistema de gravidade, emitindo grande vazão e nível de enchimento constante; com uma capacidade de produção de 800 a 1.000 garrafões/hora.

Enchedora para descartáveis: muito compacta; enxagua, enche e lacra numa única máquina; estrutura em aço carbono com acabamento em pintura epóxi e revestida em aço inox AISI 304; permite trabalhar somente com líquidos sem gás; as válvulas funcionam no sistema de gravidade emitindo grande vazão e nível de enchimento constante; fechamento feito por cabeçotes magnéticos para tampas com rosca ou cabeçotes fixos para tampas sob pressão; dimensionada de acordo com os vasilhames e tampas atingindo produções variáveis de 4.000 a 20.000 unidades/ hora; possui como opcionais a cabine de fechamento em acrílico, os kits de estrelas e divisões.

Lavadoras: as lavadoras de garrafões possuem esguichos internos e externos projectados para garantir a eficiência de lavagem dos garrafões; apresentam um prolongado tempo de exposição nos estágios de lavagem; são utilizadas para garrafões

de 10 e 20 litros, ou como rinsers para garrações de 5 ou 6 litros; as capacidades de produção são de 800, 1200, 1600 ou 2000 unidade/hora.

Tapete rolante: Esteira transportadora de garrações; revestida em aço inox AISI-304; painel eléctrico; pés de nivelamento.

Roladora: produção: 1.200 a 2.500 garrações/hora; estrutura em Aço Carbono.

Desrotuladora: para remoção de rótulos de garrações de 10 e 20 litros; estrutura em Aço Carbono.

Colocador de vedante em tampas: estrutura em aço inox; produção de 3.000 tampas/hora; possui accionamento eléctrico pneumático.

Envolvedora de paletes: operação semi-automática de prato rotativo; cadência/hora de 40 Paletes; tempo de envolvimento: 180 segundos.

## **2.9. Informações complementares**

Condições de armazenamento: este produto deve ser armazenado ao abrigo de fontes de calor e raios solares directos, num local fresco e isento de odores.

Tempo de prateleira: a água engarraçada apresenta, provisoriamente, um prazo preferencial de consumo de dois anos, que poderá ser alterado após estudos sobre a estabilidade.

Onde vai ser vendido: o produto destina-se á venda em grandes superfícies, armazenistas e pequenas retalhistas.

Instruções do rótulo: o rótulo em filme plástico (à excepção do rótulo dos garrações de 5L que é em papel), possui inscritas, entre outras, informações sobre as condições de armazenamento, data de validade, quantidade líquida com indicação do “e” morada do fabricante, composição química, local da captação, denominação de venda, código de barras, símbolo Ponto Verde e indicações para destino da embalagem vazia. Nas embalagens de 10 e 20L Policarbonato a denominação de venda é “Água de Consumo Humano” e não “Água mineral”. Esta diferença deve-se à legislação portuguesa (Dec. Lei nº.156/98) na qual volumes superiores a 5L não podem ser considerados Águas de Nascente. Nos garrações de policarbonato a lei obriga a que seja efectuado um tratamento à água, não podendo também ser denominado Água Mineral. Como a denominação de venda é diferente, a marca comercial também varia. Assim, nos garrações de policarbonato a marca é “Água Absoluta”, e os rótulos são de polipropileno autocolante e não apresentam “e” do controlo metrológico nem a composição química.

Lote: o lote corresponde a um código, por exemplo: L:3451230M, onde os primeiros três dígitos se reportam à data juliana, seguido da hora a que foi produzido pelo turno da manhã ou da tarde (M/T). Quer o lote, quer a validade são impressas na



parte superior da embalagem. A validade é impressa abaixo do lote e com a indicação do mês, numérico, e ano com dois dígitos.

Distribuição: o produto não necessita de refrigeração, tendo no entanto de ser transportado em camiões com cobertura que proteja da acção da luz.

Embalagem: o material da embalagem primária é o Polietilenotereftalato (PET). Esta embalagem é produzida na fábrica, a partir de pré-formas e de um granulado. O sistema de fecho desta embalagem é uma cápsula em polietileno de alta densidade (PEHD) de cor azul-escuro. A embalagem terciária é um filme estirável. Os garrafões de 20L são de policarbonato, tratando-se de garrafões com tara retornável, e o sistema de selagem é uma cápsula de polietileno.

### **3. CONCLUSÃO**

A água é um bem cada vez mais escasso e precioso e, desde há muito, um dos nossos principais “cavalos de batalha”. Segundo Kofi Annan, Secretário-Geral das Nações Unidas, a falta de acesso à água e a falta de confiança dos consumidores na água que sai das torneiras provoca enormes dificuldades a mais de mil milhões de membros da família humana. Deste modo, é notável que a comercialização de água mineral seja um mercado em expansão.

O trabalho de projecto elaborado estende-se a muitos mais aspectos do que aqueles que são aqui apresentados de forma condensada. Contudo, é possível afirmar que, mediante os resultados obtidos depois de efectuada uma avaliação económica do projecto, considerando um horizonte temporal de 10 anos, o mesmo é viável, permitindo uma muito rápida recuperação do investimento inicial.