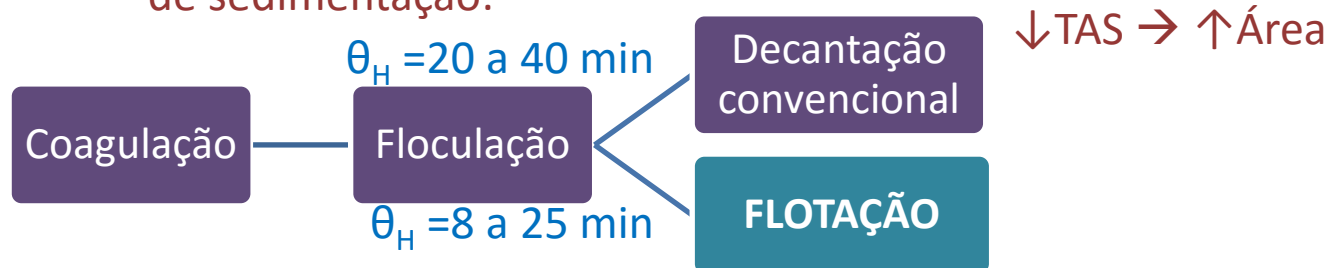


10.6 - Flotação

Bolhas se aderem aos flocos ou partículas em suspensão, aumentando empuxo e provocando ascensão dos flocos até a superfície, onde são removidas.

Quando flocos com baixa velocidade de sedimentação:



- Tamanho das bolhas: Menor é melhor
- Tamanho do floco: pode ser menor que da decantação \rightarrow tanques de floculação que antecedem flotação com θ_H menores

-
- Operadores mais qualificados
 - Equipamentos p/ gerar microbolhas → Energia → \$\$
 - Manutenção mais rigorosa → \$\$
 - **Vantagens** com relação aos decantadores:
 - Unidades mais compactas
 - Lodo com maior teor de sólidos
 - ↓ Consumo de coagulante primário (até 25% redução)
 - ↓ Tempo de floculação
 - ↓ Volume de água descartada junto com o lodo em relação ao total tratado
 - Promovem air stripping de substâncias voláteis existentes
 - Promovem certo grau de oxidação (remoção de metais solúveis)

ETA Iraí



ETA Iraí



ETA Iraí









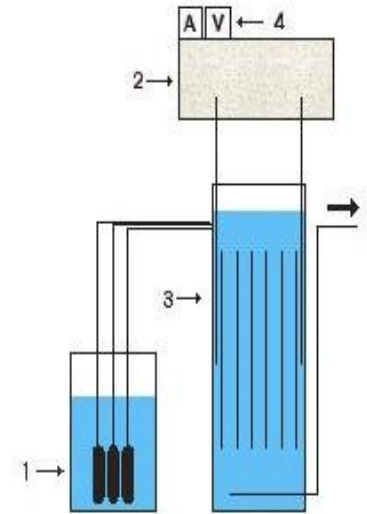
Selma
Cubas

Inserção do ar

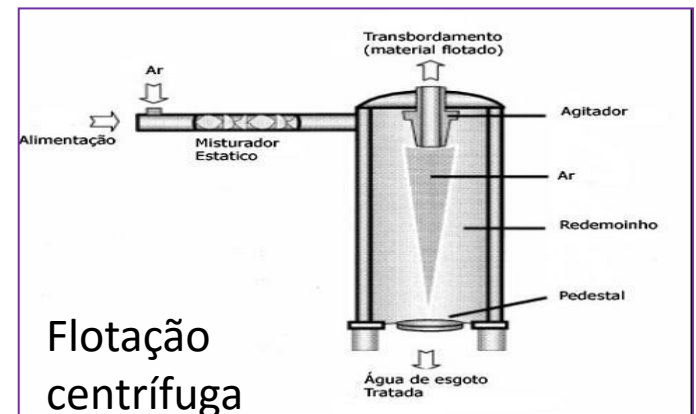
- Aeração;
- Ar pressurizado seguido de descompressão do líquido para a Atmosfera;
- Aplicação do vácuo após a saturação com ar.

Tipos de unidades de flotação

- Eletro-flotação;
- Flotação por ar disperso;
- **Flotação por ar dissolvido (FAD);**
- Flotação por aspersão (nozzle);
- Flotação centrífuga;
- Flotação rápida; e
- Flotação por cavitação.



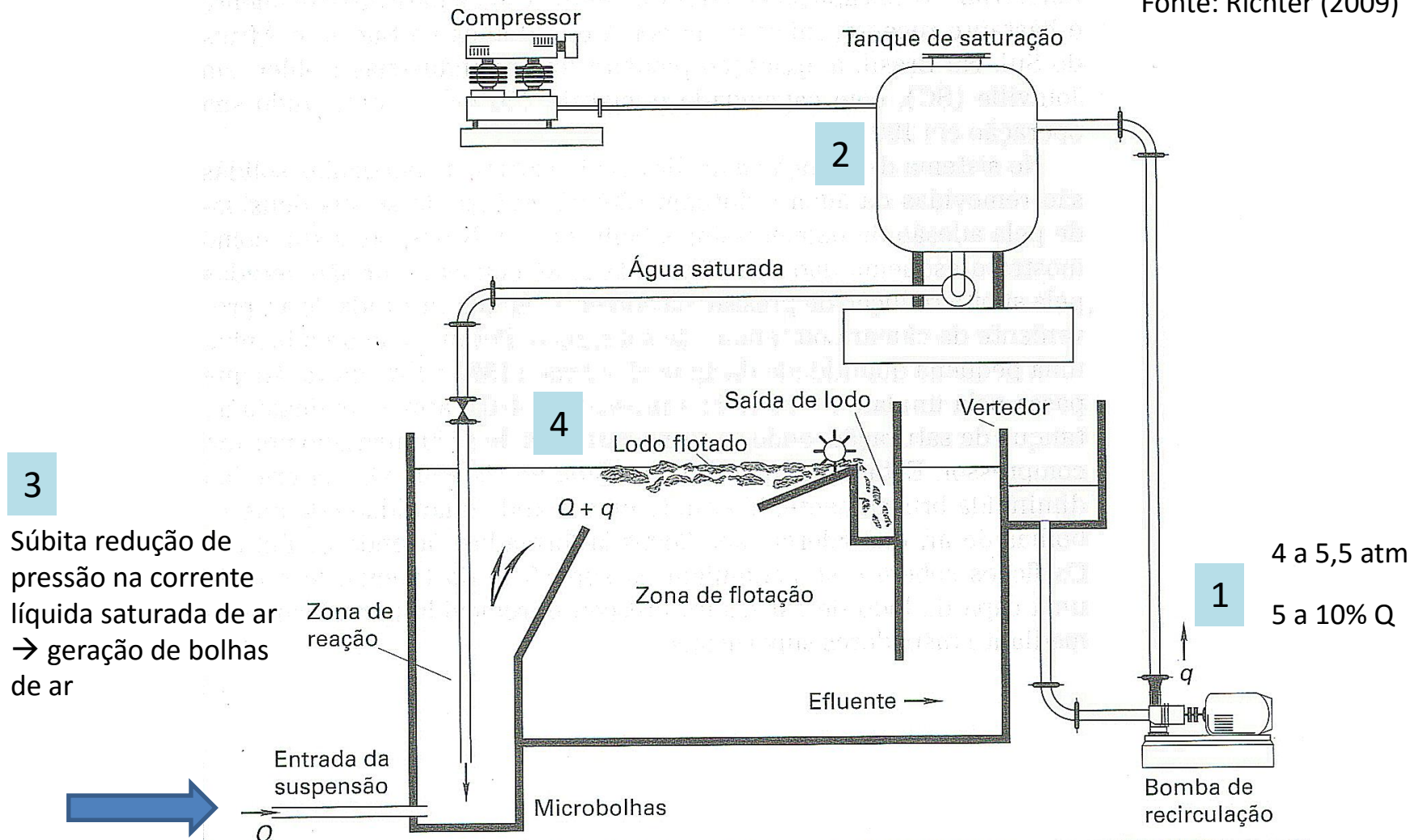
Eletroflotação

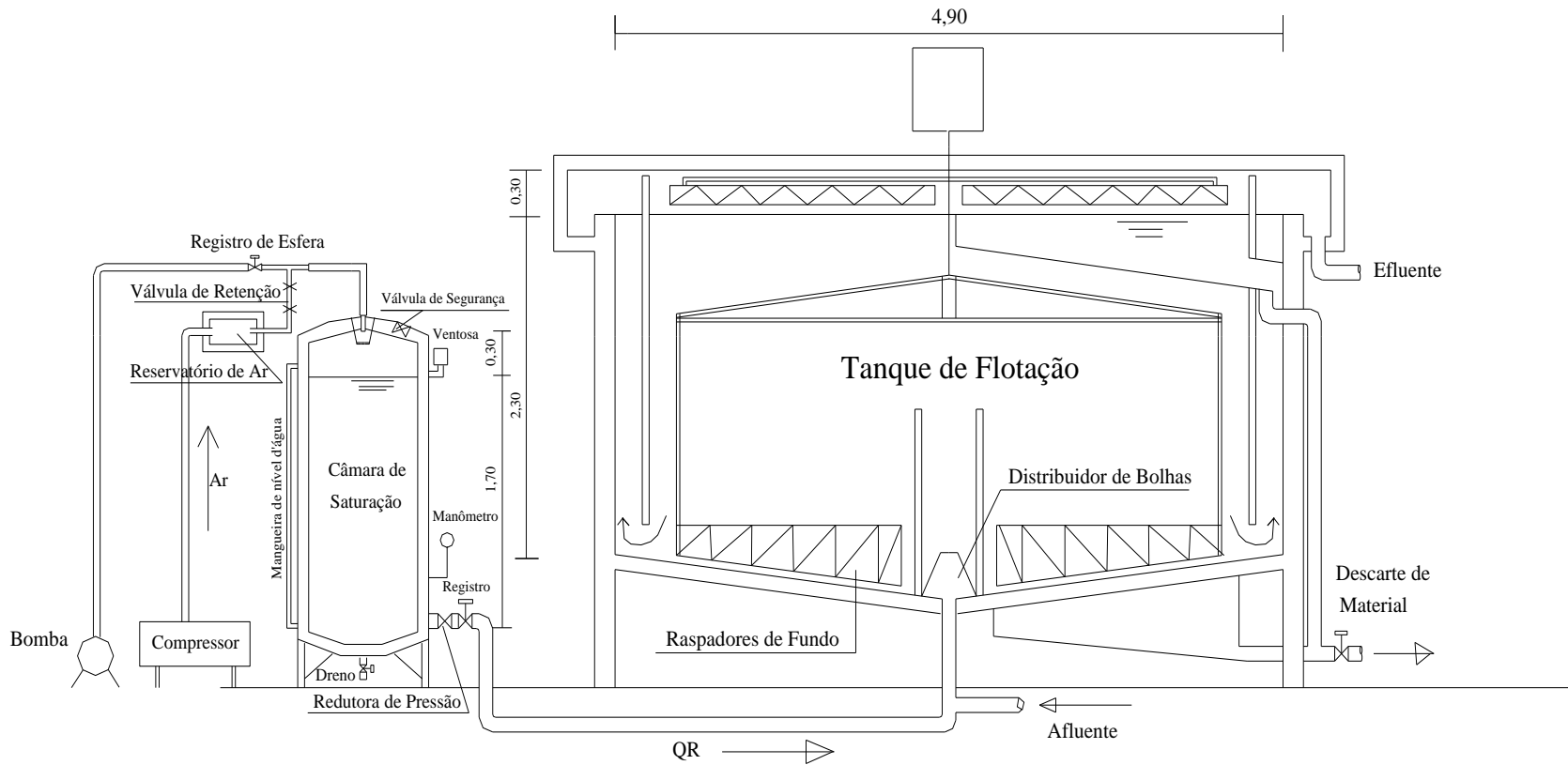


Flotação centrífuga

Flotação por ar dissolvido (FAD)

Fonte: Richter (2009)

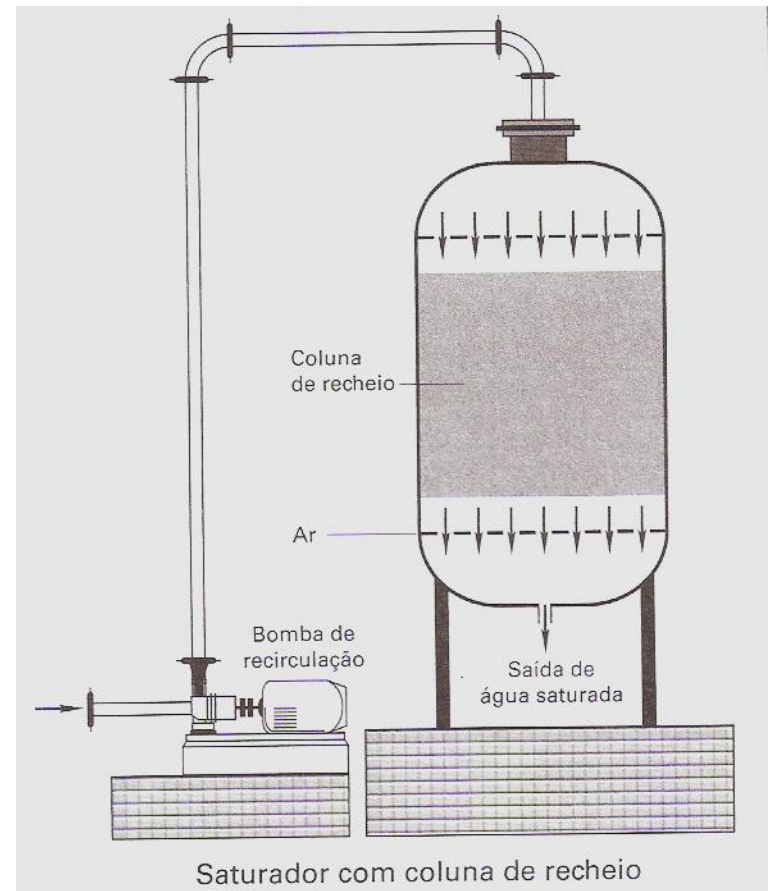
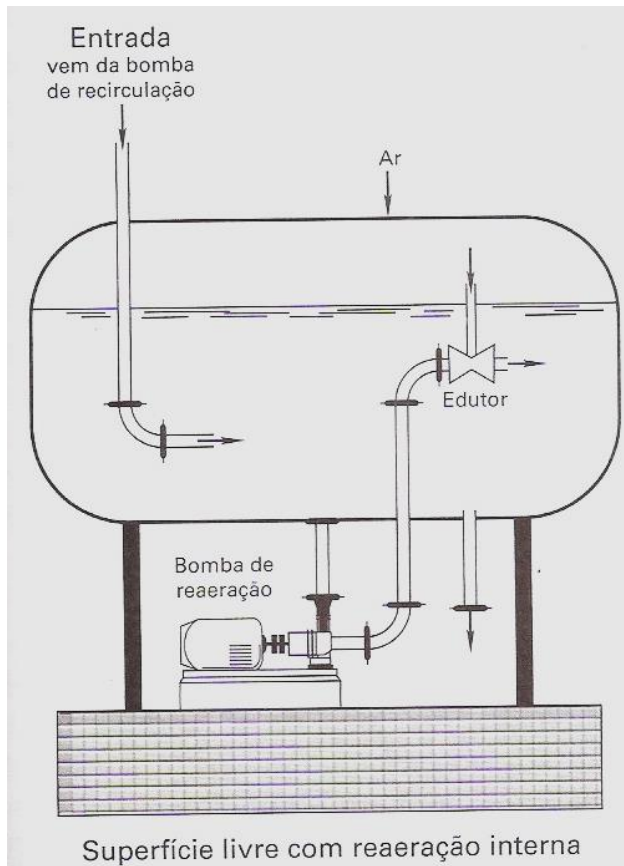




Sistema de Flotação por Ar Dissolvido
Corte Esquemático - Medidas em metros

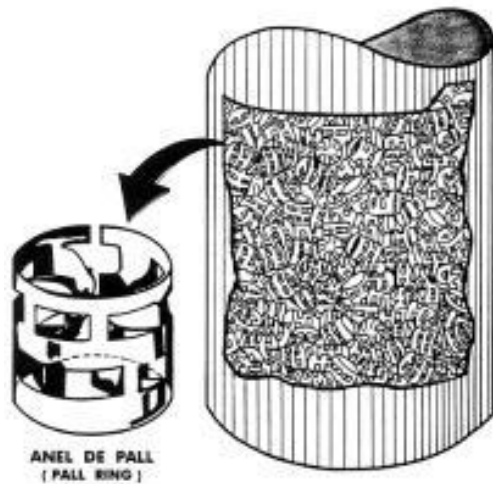
Sistema de recirculação e saturação de ar

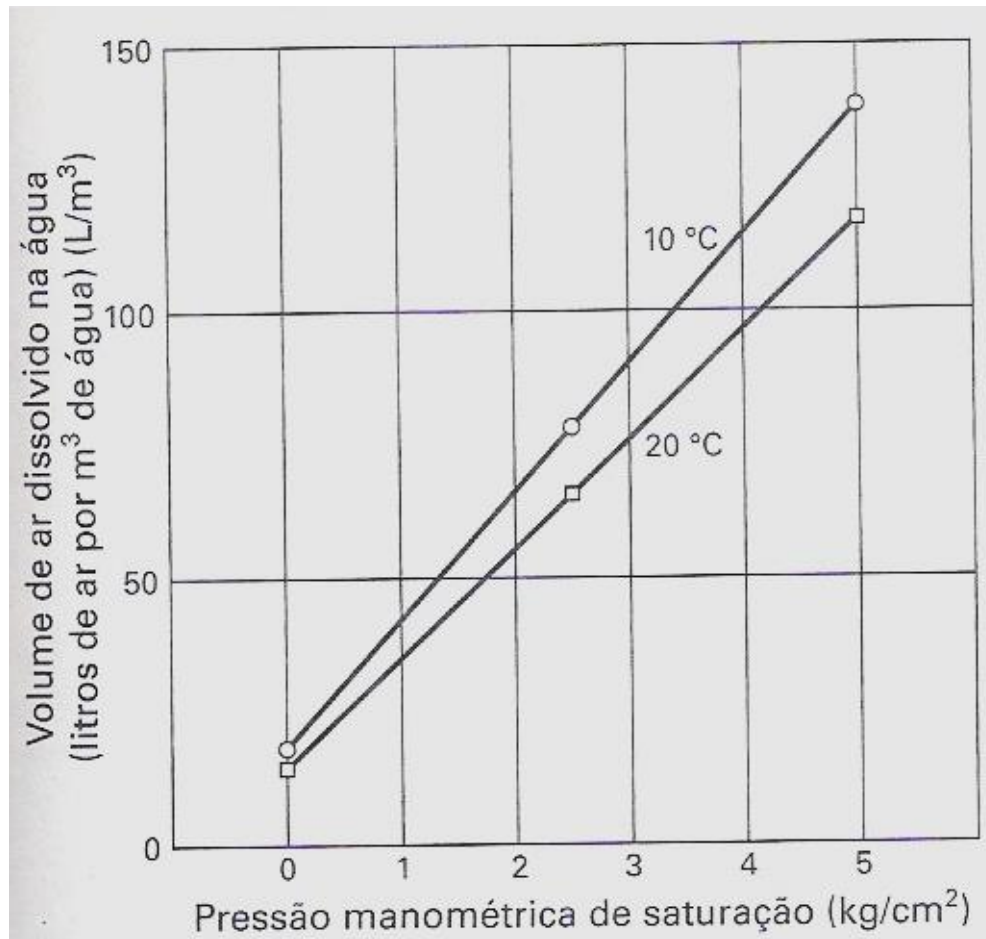
- Taxa ou razão de recirculação
- Lei de Henry
- Concentração de ar liberado (em volume)
- Em equilíbrio, vazão de ar de entrada na câmara de saturação
- Número de bolhas liberado por unidade de volume



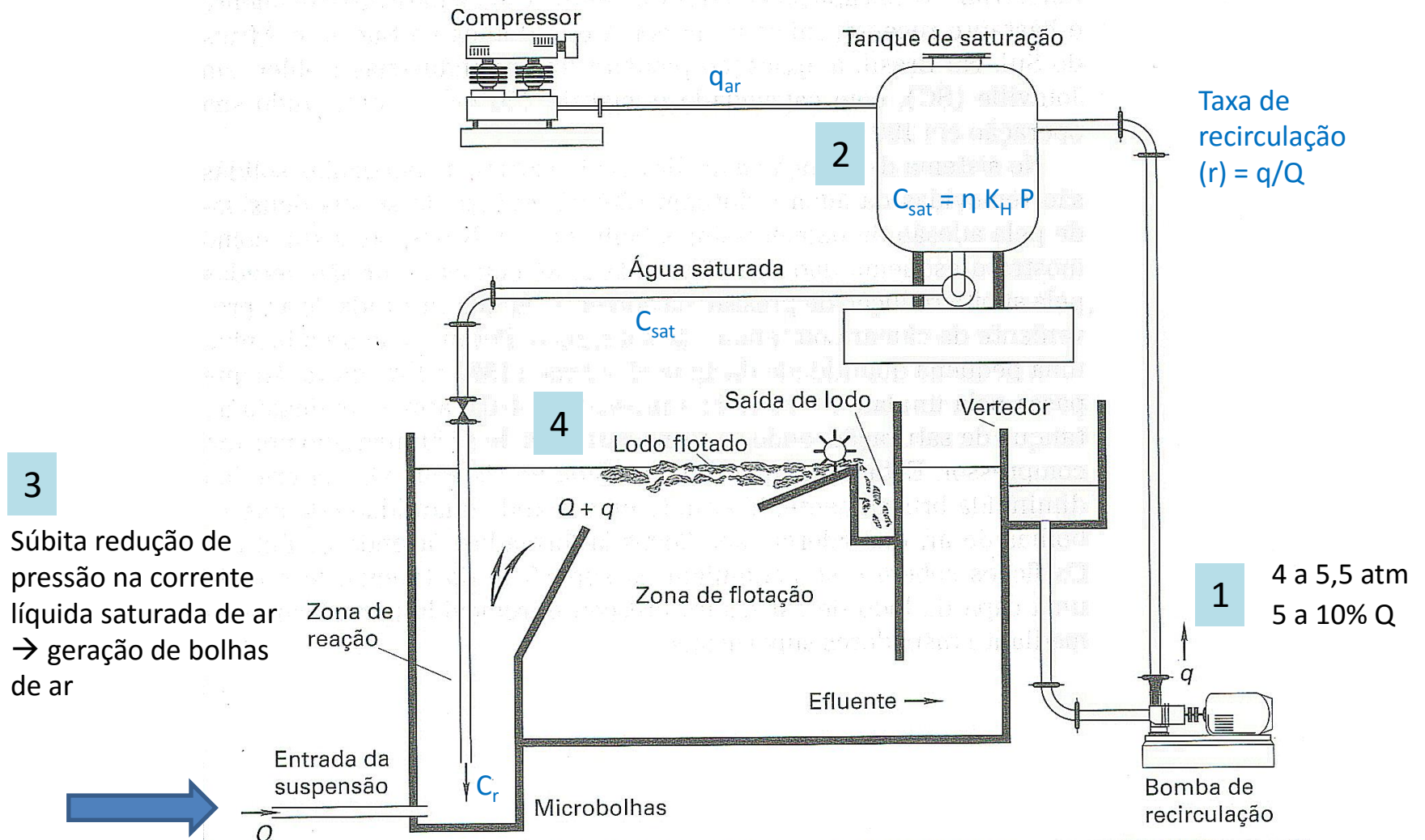


Anéis tipo
Pall





Fonte: Richter, 2009



Tanque de flotação

- Quanto maior a quantidade de bolhas aderidas, maior será a velocidade de ascensão
- Esta condição está expressa pela relação Ar/Sólido (A/S), que é o parâmetro mais importante da flotação
- A determinação da relação A/S pode ser feita experimentalmente (laboratório) em unidade de alimentação contínua ou em ensaios em batelada.

$$\frac{A}{S} = \frac{1,3 \times S_{ar} \times (f \times P - 1) \times q}{SST \times Q}$$

A/S - relação ar-sólido (mg.mg⁻¹);

S_{ar} - solubilidade do ar (mL.L⁻¹);

f - fração de gás dissolvido a uma dada pressão (usual: 0,5 a 1,0);

P - pressão absoluta (atm);

SST - concentração de sólidos em suspensão totais (mg.L⁻¹);

Q - vazão (L.s⁻¹);

q - vazão de recirculação

Flotateste



- Formas da câmara de flotação:

- Circular

- Retangular: L/B= 2 a 3

- Área do tanque de flotação

- Sem recirculação

$$A_{flotador} = \frac{Q_{afluente}}{TAS}$$

- Com recirculação

$$A_{flotador} = \frac{Q_{afluente} + Q_{recirculação}}{TAS}$$

Obs: TAS usual entre 240 e 300 m³/(m².d). Recentes chegam a 430

Parâmetros operacionais de alguns sistemas de FAD existentes

| Parâmetro | Holanda | Reino Unido | Escandinávia | América Latina* |
|--|---------|-------------|--------------|-----------------|
| Tempo de detenção [min] | 8-16 | 20-29 | 26-29 | 3,5-24 |
| Tempo de flotação [min] | nd | 5-20 | 12-15 | 10-25 |
| Taxa de escoamento superficial [m ³ /(m ² .d)] | 240-480 | 120-290 | 96-170 | 96-320 |
| Taxa de recirculação [%] | 6,5-15 | 6-10 | 4-14 | 5-12 |
| Pressão de saturação [bar] | 4-8 | 3,1-8,3 | 4,7-5,5 | 4-8 |
| Remoção de lodo: | | | | |
| • Processo | nd | Mecânico | Hidráulico | Mec/Hid |
| • Frequência | nd | 0-2 | | 0-24 |
| % de sólidos no lodo | 0,1-8 | 0,3-3 | 0,1-6 | 3-7 |

*20 plantas em operação (1999), 16 no Brasil e 4 no Urugai, de uma planta-piloto e de uma dezena de projetos, alguns em construção.

nd: não disponível

Fonte: Richter (2009)

| Defeito | Consequências |
|--|--|
| Presença de bolhas grosseiras (ar não dissolvido) | Perturbação da camada de lodo flotado, causando a sua sedimentação |
| Relação entre o ar dissolvido e os sólidos em suspensão não satisfeita | Sedimentação e arraste de lodo |
| Tempo de retenção reduzido ou turbulência na câmara de flotação | Arraste de lodo |
| Tempo de retenção excessivo na câmara de flotação | Sedimentação e arraste de lodo |

Exercício
