

ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA E DIMENSIONAMENTO DE SISTEMAS DE AQUECIMENTO SOLAR DE ÁGUA PARA O PROCESSO DE MOSTURAÇÃO DE CERVEJA

Maíra Nunes de Sousa – mairansousa@hotmail.com
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Engenharia de Energia

Dentre os processos industriais com potencial para o emprego de Sistemas de Aquecimento Solar (SAS), a fabricação de cerveja figura como uma opção promissora. Em 2016 eram 102 microcervejarias artesanais no Estado, 30 delas somente na capital gaúcha (Correio do Povo, 2016). As temperaturas de água aquecida das várias etapas desse processo coincidem, na sua grande maioria, com a faixa de temperatura da água fornecida por sistemas que utilizam coletores solares planos. Uma dessas etapas é a mosturação que consiste na adição de grãos moídos, em água aquecida a 60 °C, para posterior fermentação.

Para o dimensionamento do SAS para três microcervejarias distintas, foi utilizada a opção *General Solar Heating System* (Sistema Geral de Aquecimento Solar) no *software f-chart* que consiste em coletores solares planos, bomba hidráulica, reservatório térmico e válvulas de alívio de pressão. Quando se inicia a produção de cerveja, a água aquecida pelo SAS é transferida do tanque de armazenamento para o tanque de aquecimento auxiliar. Se necessário, as resistências elétricas serão responsáveis por elevar a temperatura da água até 60 °C. A Fig. (1) ilustra o sistema utilizado.

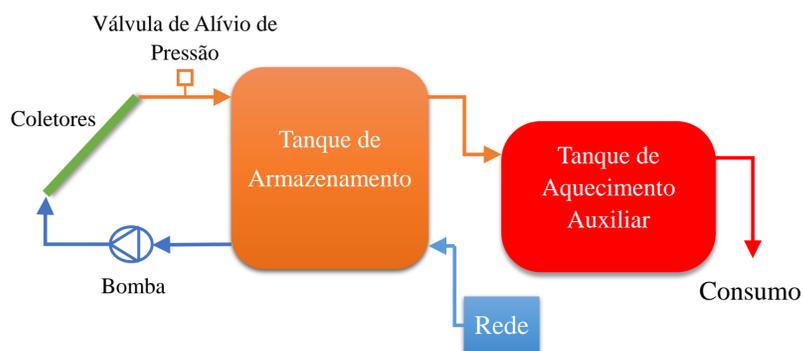


Figura 1 – Exemplificação do SAS utilizado.

Os dados utilizados no *f-chart* das microcervejarias estão presentes na Tab. (1). O volume do tanque de armazenamento foi escolhido, através das opções comercializadas, sendo igual ou imediatamente maior a 75% do volume de consumo.

Tabela 1 – Dados referentes às microcervejarias.

	MICROCERVEJARIA A	MICROCERVEJARIA B	MICROCERVEJARIA C
Consumo volumétrico diário médio	267 litros/dia	500 litros/dia	950 litros/dia
Consumo mássico diário médio	267 kg/dia	500 kg/dia	950 kg/dia
Perda térmica	5,113 W/K	8,569 W/K	13,28 W/K
Energia média diária necessária	44,69 kJ/dia	83,80 kJ/dia	159,22 kJ/dia
Volume do reservatório	200 litros	400 litros	800 litros

Foram feitas as seguintes considerações para o dimensionamento e análise financeira:

- As temperaturas de entrada da rede e saída para o consumo são constantes ao longo do ano e iguais, respectivamente, a 20 °C e a 60 °C.
- As microcervejarias já possuíam tanques de aquecimento e filtros para a água.
- Tubulações e suas perdas não são contabilizadas.
- O preço final médio utilizado para calcular os gastos com eletricidade, com e sem o SAS, para o ano de 2017 foram a tarifa de R\$ 0,596218 por kWh e um adicional de bandeira amarela cujo preço é de R\$ 2,00 para cada 100 kWh consumidos (ANEEL, 2015).
- A eficiência das resistências elétricas utilizadas no aquecimento auxiliar é de 95%.
- Para os demais quinze anos, considerou-se que o custo final da eletricidade é corrigido pela inflação de 4,5% ao ano, igual à da meta de 2017 (Banco Central, 2017).
- O investimento é considerado como sendo a soma do custo dos coletores, da bomba hidráulica e do reservatório. O rendimento é dado em termos da economia com a fatura de eletricidade, pelo período de quinze anos.
- A escolha do número de coletores considerado ideal para cada microcervejaria se deu pelo maior valor da Taxa Interna de Retorno (TIR).

A Fig. (2) apresenta um fluxograma da metodologia utilizada.

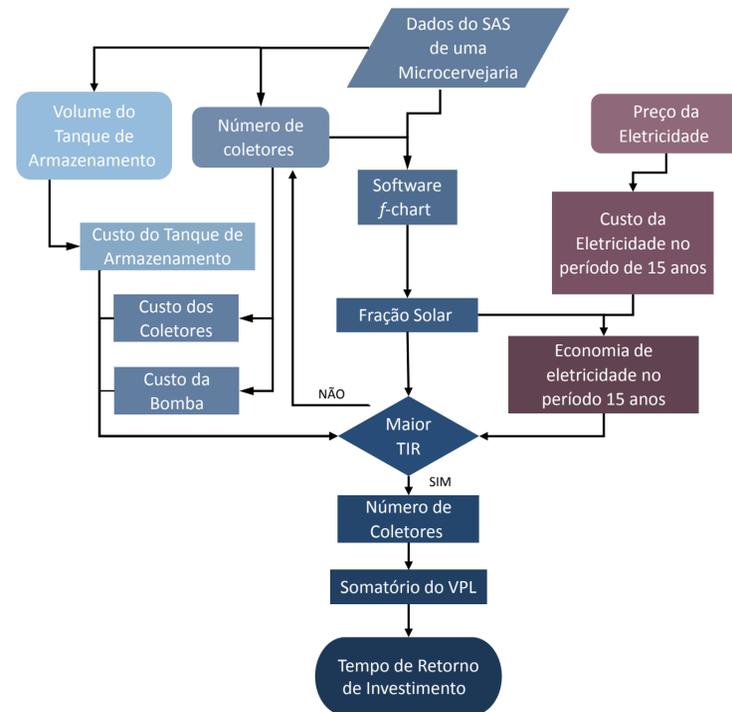


Figura 2 – Fluxograma da metodologia.

Na Fig. (3) é possível observar a comparação com os custos de eletricidade sem o apoio do SAS e com o apoio do SAS. Nota-se que para os três casos há redução significativa do gasto.

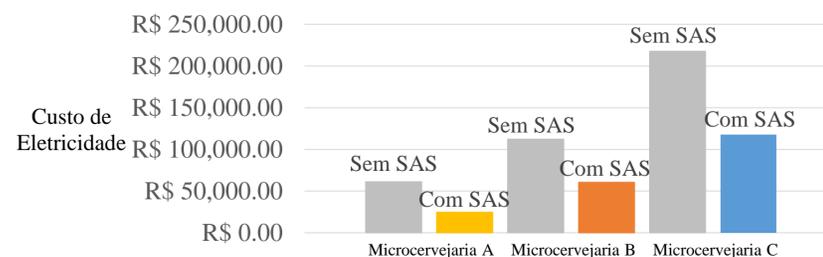


Figura 3 - Custo de eletricidade para as microcervejarias num período de 15 anos.

Para obter o tempo de retorno para cada microcervejaria, foram avaliados os somatórios do VPL, apresentados na Fig. (4).

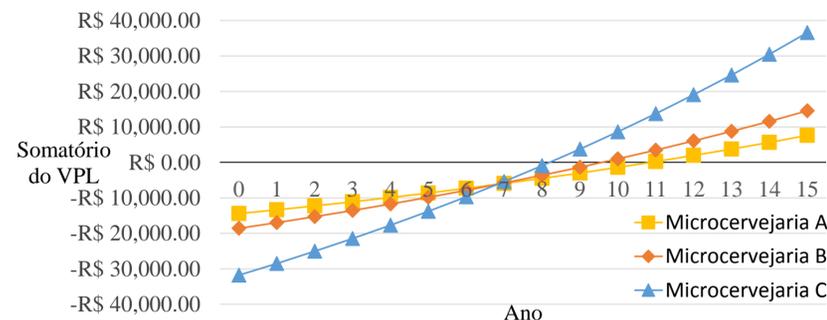


Figura 4 - Somatório do Valor Presente Líquido.

Esta análise demonstra que a implementação do SAS, nos três casos, é viável, haja vista que o tempo de retorno se dá antes do tempo estipulado de quinze anos. A microcervejaria C é o mais atrativo, devido à sua maior TIR e ao menor tempo de retorno. A Tab. (2) sumariza os principais resultados obtidos.

Tabela 2 – Características e resultados dos sistemas analisados.

	MICROCERVEJARIA A	MICROCERVEJARIA B	MICROCERVEJARIA C
Vazão mássica	0,33 kg/s	0,45 kg/s	0,80 kg/s
Número de coletores	22	30	53
Fração solar média anual	0,360	0,295	0,314
Máxima TIR	5,18 %	7,33 %	10,14 %
Investimento	R\$ 14.426,87	R\$ 18.586,10	R\$ 31.792,78
Economia de eletricidade em 15 anos	59,62 %	46,06 %	46,01 %
Tempo de retorno do investimento	10,7 anos	9,6 anos	8,3 anos