

2.

Propriedades Físico-Químicas do CO₂

O dióxido de carbono é um produto com algumas características específicas. Abaixo de 5,1 atm (0,517 MPa) ele não possui estado líquido, passando direto de gás para sólido, sendo sua temperatura de sublimação -78,51°C a 1 atm. Na sua forma sólida, é usualmente conhecido como gelo seco. Ele é incolor e em baixas concentrações, inodoro. Em altas concentrações, no entanto, o CO₂ possui um cheiro ácido forte.

O CO₂ é tóxico em altas concentrações. A 10,000 ppm (1%), aumenta a dificuldade de respiração. Entre 4 e 5%, a frequência de respiração aumenta 4 vezes acima do normal, surgindo sintomas de intoxicação podendo gerar uma leve sensação de sufocamento. Entre 5 e 10% sente-se um odor pungente, dificuldade de respiração, dor de cabeça, confusão visual, zumbido no ouvido, podendo levar à perda da consciência. Acima de 10% a inconsciência ocorre mais rapidamente. Exposições prolongadas a altas concentrações podem resultar em morte por asfixia, como pode ser visto nas fichas de segurança dos produtos[16] e [17].

O ponto triplo do dióxido de carbono encontra-se a 518 kPa e -56,6°C, como pode ser observado no diagrama pressão versus temperatura apresentado na Figura 4. O seu ponto crítico encontra-se a 7,38 MPa e 31,1°C, condições de pressão e temperatura muito próximas àquelas utilizadas em linhas de transporte. Outra peculiaridade do CO₂ é que, mesmo em seu estado líquido, ele ainda se mantém altamente compressível, com sua massa específica variando tanto com a pressão quanto com a temperatura, como mostram os diagramas de estado apresentados na Figura 5 e na Figura 6 (IPCC 2005) [19].

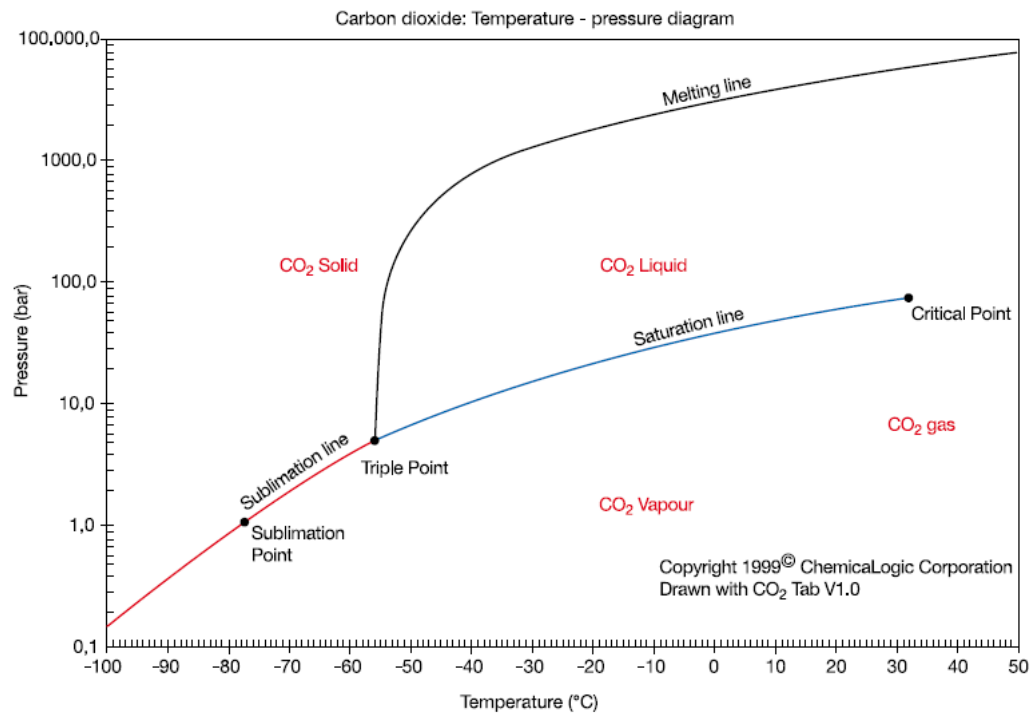


Figura 4 - Diagrama de Pressão por temperatura do CO₂

2.1.

Dióxido de Carbono Super-Crítico

A uma pressão e temperatura acima do ponto crítico, o dióxido de carbono é considerado supercrítico. Neste estado, ele possui um comportamento peculiar, onde se espalha como um gás em um recipiente, ocupando todo o seu volume, mas possui a densidade de um líquido, podendo ser usado como solvente. Além disso, próximo ao ponto crítico, pequenas mudanças na pressão ou na temperatura resultam em grandes variações na densidade e na capacidade térmica, permitindo que sejam especificadas suas propriedades para diversas atividades onde há necessidade do controle específico de troca de calor (Jing, H.; Subramaniam, B. – 2003)[18]. A Figura 5 apresenta a variação de estado do CO₂ com a massa específica, pressão e temperatura, enquanto a Figura 6 representa a variação da massa específica do CO₂ supercrítico com a pressão e a temperatura e a Figura 7 (IPCC 2005) [19] apresenta a variação da capacidade térmica do CO₂ supercrítico na temperatura crítica variando a pressão.

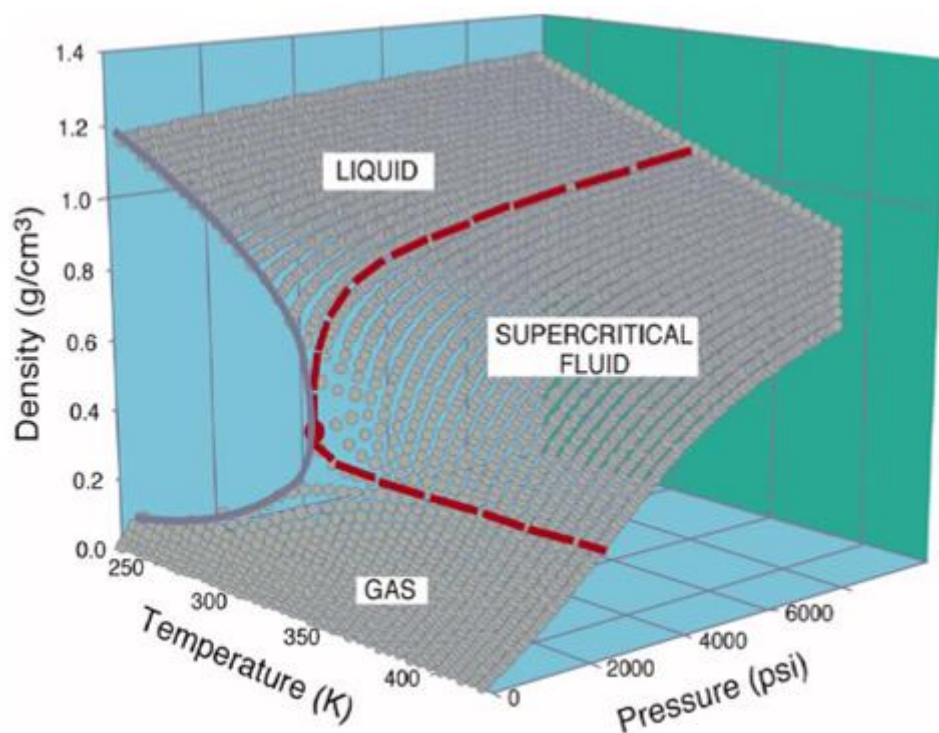


Figura 5 - Gráfico de estado de um fluido supercrítico

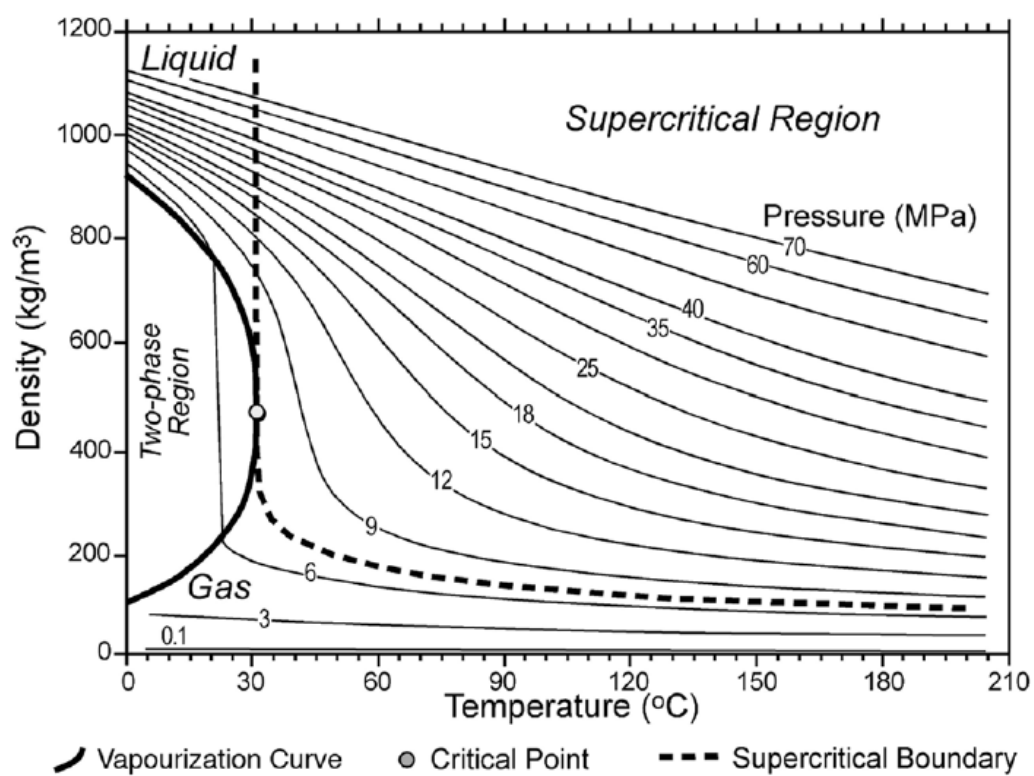


Figura 6 - Variação da massa específica do CO₂ supercrítico com Pressão e Temperatura

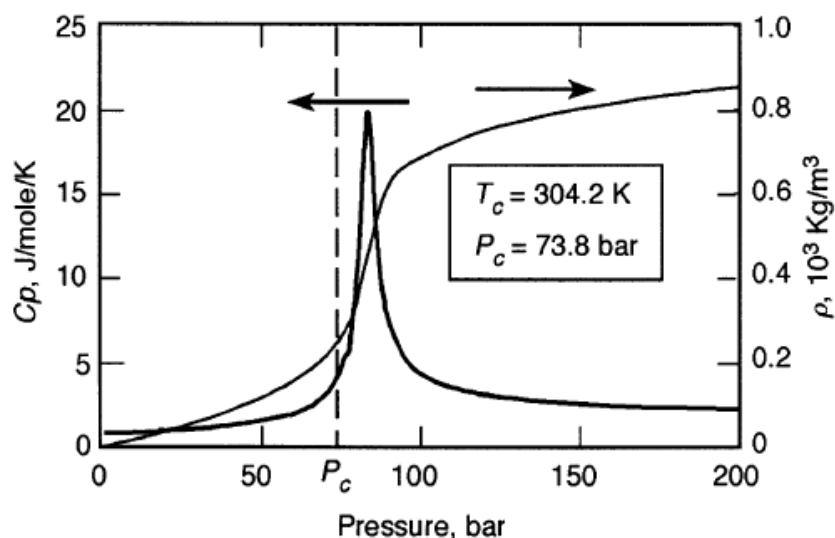


Figura 7 - Variação da Capacidade Térmica e Massa Específica na temperatura crítica

Fluidos supercríticos, de uma forma geral, são utilizados como substitutos de solventes orgânicos em uma série de processos industriais e laboratoriais. Eles possuem alta difusividade, baixa viscosidade, tensão superficial nula, densidade controlável, não são tóxicos (no caso do CO_2), são recicláveis e benignos ao meio ambiente em baixas concentrações. O dióxido de carbono é um dos produtos supercríticos mais utilizados como solvente, sendo utilizado, por exemplo, na indústria do café para a extração da cafeína dos grãos. Os fluidos supercríticos também são conhecidos como fluido no estado denso.

Há certa confusão na literatura sobre a diferença entre o fluido no estado supercrítico e no estado denso. O estado denso é atingido quando o CO_2 se encontra acima da pressão crítica, independentemente da temperatura. Neste estado, portanto, o CO_2 pode se encontrar tanto no estado líquido quanto no supercrítico. O CO_2 líquido mantém algumas das propriedades de solventes do estado supercrítico, como baixa viscosidade, altos coeficientes de difusão e grande poder de solvente.