

CENTRO UNIVERSITÁRIO FEI

GUSTAVO VIEIRA OLIVIERI

**ESTUDO EXPERIMENTAL E MODELAGEM DE PROPRIEDADES  
TERMODINÂMICAS DE SISTEMAS BINÁRIOS CONTENDO {DIMETIL  
CARBONATO (DMC) + ÁLCOOIS} A ALTAS PRESSÕES**

São Bernardo do Campo

2018



GUSTAVO VIEIRA OLIVIERI

**ESTUDO EXPERIMENTAL E MODELAGEM DE PROPRIEDADES  
TERMODINÂMICAS DE SISTEMAS BINÁRIOS CONTENDO {DIMETIL  
CARBONATO (DMC) + ÁLCOOIS} A ALTAS PRESSÕES**

Dissertação de Mestrado apresentada no Centro Universitário FEI como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Engenharia Química. Orientado pelo Prof. Dr. Ricardo Belchior Torres.

São Bernardo do Campo

2018

Olivieri, Gustavo Vieira.

Estudo experimental e modelagem de propriedades termodinâmicas de sistemas binários contendo {dimetil carbonato (DMC) + álcoois} a altas pressões / Gustavo Vieira Olivieri. São Bernardo do Campo, 2018.

326 p. : il.

Dissertação - Centro Universitário FEI.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Belchior Torres.

1. Propriedades volumétricas. 2. Dimetil carbonato. 3. Álcoois. 4. Altas pressões. 5. Espectroscopia. I. Torres, Ricardo Belchior, orient. II. Título.

# APRESENTAÇÃO DE DISSERTAÇÃO ATA DA BANCA EXAMINADORA

Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Engenharia Química

PGQ-10

**Aluno:** Gustavo Vieira Olivieri

**Matrícula:** 416104-8

**Título do Trabalho:** Estudo experimental e modelagem de propriedades termodinâmicas de sistemas binários contendo {dimetil carbonato (DMC) + álcoois} a altas pressões.

**Área de Concentração:** Engenharia Química

**Orientador:** Prof. Dr. Ricardo Belchior Torres

**Data da realização da defesa:** 28/02/2018

**ORIGINAL ASSINADA**

**Avaliação da Banca Examinadora:**

---

---

---

---

---

São Bernardo do Campo, 28 / 02 / 2018.

## MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ricardo Belchior Torres

Ass.: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. Artur Zaghini Francesconi

Ass.: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. Pedro de Alcântara Pessoa Filho

Ass.: \_\_\_\_\_

A Banca Julgadora acima-assinada atribuiu ao aluno o seguinte resultado:

APROVADO

REPROVADO

## VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO

**APROVO A VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO EM QUE  
FORAM INCLUÍDAS AS RECOMENDAÇÕES DA BANCA  
EXAMINADORA**

Aprovação do Coordenador do Programa de Pós-graduação

Prof. Dr. Ricardo Belchior Torres



## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por todas as graças e bênçãos concedidas por Ele e pela força para superação de todas as dificuldades.

Sou profundamente grato a meus familiares. Em especial, a meus pais, Rui e Walkíria, a meu irmão, Danilo, e a meus avós, Ednéia, Anita e Julio, pelo amor e apoio ao longo de minha vida.

Meus sinceros agradecimentos ao Prof. Dr. Ricardo Belchior Torres pela amizade, por todas as oportunidades concedidas e pelo compartilhamento de seus conhecimentos desde o período do projeto de Iniciação Científica.

A todos os meus amigos Feianos, agradeço por todo o apoio para a realização deste projeto. Em particular, agradeço à Heloísa Emi Hoga e à Samara Storion Bittencourt pelo auxílio em diversas etapas deste estudo.

Também sou grato aos professores da FEI aos quais tive contato por todos os ensinamentos no período de graduação e de mestrado. Em especial, agradeço à Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Andreia de Araújo Morandim-Giannetti e ao Prof. Daniel Benestante Hauk pelos auxílios concedidos nos experimentos deste trabalho.

Agradeço também à equipe do Centro de Laboratórios Químicos da FEI por toda a paciência e auxílio nos experimentos. Também agradeço ao Dr. Nivaldo Boralle, do Instituto de Química da UNESP, pela realização dos experimentos de Ressonância Magnética Nuclear (RMN).

Por fim, agradeço à Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela oportunidade de desenvolvimento profissional através da concessão da bolsa de estudos (Processo FAPESP nº 2016/02652-3). Observação: As opiniões, hipóteses e conclusões ou recomendações expressas neste material são de responsabilidade do autor e não necessariamente refletem a visão da FAPESP.



*“Quanto mais eu estudo a natureza, mais fico impressionado com a obra do Criador”*

Louis Pasteur (1822-1895)



## RESUMO

O conhecimento de propriedades de sistemas líquidos, tais como densidade e propriedades derivadas, é importante na Engenharia Química, sobretudo, em projetos e operação de processos químicos. As grandezas excesso têm sido um caminho qualitativo e quantitativo para predizer o desvio da idealidade de soluções líquidas binárias. Ademais, essas propriedades têm sido usadas no desenvolvimento e teste de modelos e de novas teorias de soluções. O presente trabalho é uma continuidade de um estudo experimental e de modelagem de grandezas molares excesso de sistemas líquidos binários, cujo objetivo consistiu na determinação experimental de densidades de soluções contendo {dimetil carbonato (DMC) + álcoois (metanol, etanol, 1-propanol)} em toda faixa de composição, a diferentes temperaturas  $T = (288,15 - 308,15)$  K e pressões  $p = (0,1 - 40)$  MPa. As medidas de densidade foram realizadas utilizando um densímetro de oscilação mecânica (Modelo DMA 4500) acoplado a uma célula de alta pressão (DMA HP), ambos fabricados pela Anton Paar. Esses resultados foram correlacionados pela equação de Tait e possibilitaram a determinação da compressibilidade isotérmica, do coeficiente de expansão térmica e da pressão interna. As densidades dos componentes puros e das respectivas soluções permitiram calcular indiretamente o volume molar excesso, o qual foi correlacionado a um polinômio de Redlich-Kister. Os valores do volume molar excesso foram usados para calcular outras propriedades volumétricas, dentre elas: os volumes parciais molares, os volumes parciais molares à diluição infinita e os volumes molares aparentes de cada componente. Os dados do volume molar excesso foram ainda utilizados para testar a aplicabilidade da Teoria Prigogine-Flory-Patterson (Teoria PFP) e do Modelo de Solução Associada Real Estendida (Modelo ERAS). Para complementar o estudo termodinâmico e tentar elucidar os principais fenômenos estruturais presentes nos sistemas estudados, foram realizadas análises de espectroscopia na região do infravermelho por transformada de Fourier (FT-IR) e por ressonância magnética nuclear (RMN). No sistema {DMC + metanol}, os resultados sugerem que efeitos estruturais e químicos devem prevalecer sobre os efeitos físicos, com exceção da região concentrada de DMC, enquanto interações físicas devem ser predominantes nos sistemas contendo etanol e 1-propanol. Para o melhor do presente estudo, não foram encontrados na literatura estudos de propriedades volumétricas a altas pressões para os sistemas apresentados neste trabalho.

Palavras-chave: Propriedades volumétricas; Dimetil carbonato; Álcoois; Altas pressões; Espectroscopia.



## ABSTRACT

The knowledge of properties of liquid systems, such as density and derived properties, is important in Chemical Engineering, above all, in projects and operation of chemical processes. Excess properties have been a qualitative and quantitative way to predict the deviation from ideality of binary liquid solutions. Furthermore, these properties have been used on the development and test of models and new theories of solutions. The current work is a continuity of an experimental and modeling study of excess molar properties of binary liquid systems, which objective consisted in experimental determination of densities of solutions containing {dimethyl carbonate (DMC) + alcohols (methanol, ethanol, 1-propanol)} in all composition range, at different temperatures  $T = (288,15 - 308,15)$  K and pressures  $p = (0,1 - 40)$  MPa. The density measurements were accomplished by using a mechanical oscillation densimeter (DMA 4500 Model) coupled to a high pressure cell (DMA HP), both manufactured by Anton Paar. These results were fit to Tait equation and enabled the determination of isothermal compressibility, thermal expansion coefficient and internal pressure. The densities of pure components and respective solutions allowed to calculate indirectly the excess molar volume, which was correlated to a Redlich-Kister polynomial. The values of excess molar volume were used to calculate other volumetric properties, amongst them: partial molar volumes, partial molar volumes at infinite dilution and apparent molar volumes of each component. The excess molar volume data were also used to test the applicability of Prigogine-Flory-Patterson Theory (PFP Theory) and Extended Real Associated Solution Model (ERAS Model). To complement the thermodynamic study and attempt to elucidate the main structural phenomena present in the studied systems, Fourier-transform infrared spectroscopy (FT-IR) and nuclear magnetic spectroscopy (NMR) were carried out. For {DMC + methanol} system, the results suggest that structural and chemical effects should predominate over the physical effects, except for DMC concentrated region, while physical interactions must prevail in the systems containing ethanol and 1-propanol. For the best of present study, it was not found any study in literature involving volumetric properties at high pressures for the systems described in this proposal.

Keywords: Volumetric properties; Dimethyl carbonate; Alcohols; High pressures; Spectroscopy.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Fórmula estrutural do dimetil carbonato.....	28
Figura 2 – Fórmula estrutural do metanol.....	29
Figura 3 – Fórmula estrutural do etanol.....	30
Figura 4 – Fórmula estrutural do 1-propanol.....	30
Figura 5 – Sistema gerador de pressão, fabricado pela AUTIC.....	64
Figura 6 – DMA HP, fabricado pela Anton Paar.....	65
Figura 7 – DMA 4500, fabricado pela Anton Paar.....	66
Figura 8 – Os três equipamentos utilizados na medição da densidade em altas pressões.....	66
Figura 9 – Esquema simplificado da medição de densidade em altas pressões.....	67
Figura 10 – Thermo Scientific Nicolet 6700 FT-IR.....	68
Figura 11 – (a) Espectrômetro Avance III 600 HD; (b) Local de inserção das amostras no equipamento.....	69
Figura 12 – Espectros na região do infravermelho para o sistema { $x_1$ dimetil carbonato + (1 - $x_1$ ) metanol} em diferentes faixas de comprimento onda e em função da fração molar de dimetil carbonato.....	77
Figura 13 – Espectros na região do infravermelho para o sistema { $x_1$ dimetil carbonato + (1 - $x_1$ ) etanol} em diferentes faixas de comprimento onda e em função da fração molar de dimetil carbonato.....	78
Figura 14 – Espectros na região do infravermelho para o sistema { $x_1$ dimetil carbonato + (1 - $x_1$ ) 1-propanol} em diferentes faixas de comprimento onda e em função da fração molar de dimetil carbonato.....	79
Figura 15 – Espectro $^1\text{H}$ -RMN para o dimetil carbonato.....	81
Figura 16 – Espectro $^{13}\text{C}$ -RMN para o dimetil carbonato.....	82
Figura 17 – Espectro $^1\text{H}$ -RMN para o metanol.....	83
Figura 18 – Espectro $^{13}\text{C}$ -RMN para o metanol.....	83
Figura 19 – Espectro $^1\text{H}$ -RMN para o etanol.....	84
Figura 20 – Espectro $^{13}\text{C}$ -RMN para o etanol.....	85
Figura 21 – Espectro $^1\text{H}$ -RMN para o 1-propanol.....	86
Figura 22 – Espectro $^{13}\text{C}$ -RMN para o 1-propanol.....	86
Figura 23 – Espectro $^1\text{H}$ -RMN para o sistema { $x_1$ dimetil carbonato + (1 - $x_1$ ) metanol} ..	87
Figura 24 – Espectro $^{13}\text{C}$ -RMN para o sistema { $x_1$ dimetil carbonato + (1 - $x_1$ ) metanol} ..	88
Figura 25 – Espectro $^1\text{H}$ -RMN para o sistema { $x_1$ dimetil carbonato + (1 - $x_1$ ) etanol} ....	88
Figura 26 – Espectro $^{13}\text{C}$ -RMN para o sistema { $x_1$ dimetil carbonato + (1 - $x_1$ ) etanol} ....	89
Figura 27 – Espectro $^1\text{H}$ -RMN para o sistema { $x_1$ dimetil carbonato + (1 - $x_1$ ) 1-propanol} ..	89
Figura 28 – Espectro $^{13}\text{C}$ -RMN para o sistema { $x_1$ dimetil carbonato + (1 - $x_1$ ) 1-propanol} ..	90
Figura 29 – Deslocamento químico do átomo de hidrogênio do grupamento hidroxila do álcool no espectro $^1\text{H}$ -RMN em função da fração molar de dimetil carbonato para o sistema { $x_1$ dimetil carbonato + (1 - $x_1$ ) álcool}: metanol (○), etanol (▽), 1-propanol (□); as linhas são apenas guias visuais.....	91
Figura 30 – Desvio do deslocamento químico do átomo de hidrogênio do grupamento hidroxila do álcool no espectro $^1\text{H}$ -RMN em função da fração molar de dimetil carbonato para o sistema { $x_1$ dimetil carbonato + (1 - $x_1$ ) álcool}: metanol (○), etanol (▽), 1-propanol (□); as linhas são apenas guias visuais.....	94

Figura 31 – (A) Densidade e (B) Volume molar excesso, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema $\{x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ n-hexano} na temperatura de 293,15 K e pressão de 0,1 MPa. (○), Presente estudo; (▽), Zhou et al. (2010b).....	95
Figura 32 – Densidade, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema $\{x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ metanol} a diferentes temperatura e pressão. ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E). ( $p$ , em MPa): 0,1 (○), 5 (▽), 10 (□), 15 (◊), 20 (△), 25 (*), 30 (+), 35 (▷), 40 (×). Tait (—).....	100
Figura 33 – Densidade, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema $\{x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ etanol} a diferentes temperatura e pressão. ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E). ( $p$ , em MPa): 0,1 (○), 5 (▽), 10 (□), 15 (◊), 20 (△), 25 (*), 30 (+), 35 (▷), 40 (×). Tait (—).....	101
Figura 34 – Densidade, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema $\{x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ 1-propanol} a diferentes temperatura e pressão. ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E). ( $p$ , em MPa): 0,1 (○), 5 (▽), 10 (□), 15 (◊), 20 (△), 25 (*), 30 (+), 35 (▷), 40 (×). Tait (—).....	102
Figura 35 – Densidade, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema $\{x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ álcool} à pressão atmosférica. (○), Presente estudo; (▽), Valores da literatura: (A) Sistema com metanol a 298,15 K em comparação com Aminabhavi e Banerjee (1998); (B) Sistema com etanol a 303,15 K em comparação com Romano et al. (2003); (C) Sistema com 1-propanol a 303,15 K em comparação com Romano et al. (2003).....	103
Figura 36 – Compressibilidade isotérmica, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema $\{x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ metanol} a diferentes temperatura e pressão. ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E). ( $p$ , em MPa): 0,1 (○), 5 (▽), 10 (□), 15 (◊), 20 (△), 25 (*), 30 (+), 35 (▷), 40 (×).....	105
Figura 37 – Compressibilidade isotérmica, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema $\{x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ etanol} a diferentes temperatura e pressão. ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E). ( $p$ , em MPa): 0,1 (○), 5 (▽), 10 (□), 15 (◊), 20 (△), 25 (*), 30 (+), 35 (▷), 40 (×).....	106
Figura 38 – Compressibilidade isotérmica, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema $\{x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ 1-propanol} a diferentes temperatura e pressão. ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E). ( $p$ , em MPa): 0,1 (○), 5 (▽), 10 (□), 15 (◊), 20 (△), 25 (*), 30 (+), 35 (▷), 40 (×).....	107
Figura 39 – Coeficiente de expansão térmica, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema $\{x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ metanol} a diferentes temperatura e pressão. ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E); ( $p$ , em MPa): 0,1 (○), 5 (▽), 10 (□), 15 (◊), 20 (△), 25 (*), 30 (+), 35 (▷), 40 (×).....	109
Figura 40 – Coeficiente de expansão térmica, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema $\{x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ etanol} a diferentes temperatura e pressão. ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E). ( $p$ , em MPa): 0,1 (○), 5 (▽), 10 (□), 15 (◊), 20 (△), 25 (*), 30 (+), 35 (▷), 40 (×).....	110

Figura 41 – Coeficiente de expansão térmica, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema $\{x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ 1-propanol} a diferentes temperatura e pressão. ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E). ( $p$ , em MPa): 0,1 (○), 5 (▽), 10 (□), 15 (◊), 20 (△), 25 (*), 30 (+), 35 (▷), 40 (×).....	111
Figura 42 – Pressão interna, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema $\{x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ metanol} a diferentes temperatura e pressão. ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E). ( $p$ , em MPa): 0,1 (○), 5 (▽), 10 (□), 15 (◊), 20 (△), 25 (*), 30 (+), 35 (▷), 40 (×).....	113
Figura 43 – Pressão interna, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema $\{x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ etanol} a diferentes temperatura e pressão. ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E). ( $p$ , em MPa): 0,1 (○), 5 (▽), 10 (□), 15 (◊), 20 (△), 25 (*), 30 (+), 35 (▷), 40 (×).....	114
Figura 44 – Pressão interna, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema $\{x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ 1-propanol} a diferentes temperatura e pressão. ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E). ( $p$ , em MPa): 0,1 (○), 5 (▽), 10 (□), 15 (◊), 20 (△), 25 (*), 30 (+), 35 (▷), 40 (×).....	115
Figura 45 – Volume molar excesso, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema $\{x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ metanol} a diferentes temperatura e pressão. ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E). ( $p$ , em MPa): 0,1 (○), 5 (▽), 10 (□), 15 (◊), 20 (△), 25 (*), 30 (+), 35 (▷), 40 (×). Redlich-Kister (—).....	119
Figura 46 – Volume molar excesso, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema $\{x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ etanol} a diferentes temperatura e pressão. ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E). ( $p$ , em MPa): 0,1 (○), 5 (▽), 10 (□), 15 (◊), 20 (△), 25 (*), 30 (+), 35 (▷), 40 (×). Redlich-Kister (—).....	120
Figura 47 – Volume molar excesso, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema $\{x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ 1-propanol} a diferentes temperatura e pressão. ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E). ( $p$ , em MPa): 0,1 (○), 5 (▽), 10 (□), 15 (◊), 20 (△), 25 (*), 30 (+), 35 (▷), 40 (×). Redlich-Kister (—).....	121
Figura 48 – Volume molar excesso, em função da temperatura, para os sistemas $\{x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ álcool} à pressão atmosférica e composição equimolar: metanol (○), etanol (▽), 1-propanol (□); as linhas são apenas guias visuais.....	122
Figura 49 – Volume molar excesso, em função da pressão, para os sistemas $\{x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ álcool} a 298,15 K e composição equimolar: metanol (○), etanol (▽), 1-propanol (□); as linhas são apenas guias visuais.....	123
Figura 50 – Volume molar excesso, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema $\{x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ álcool} à pressão atmosférica. (○), Presente estudo; (—), literatura: (A) Sistema com metanol a 298,15 K em comparação com Aminabhavi e Banerjee (1998); (B) Sistema com etanol a 303,15 K em comparação com Romano et al. (2003); (C) Sistema com 1-propanol a 303,15 K em comparação com Romano et al. (2003).....	124
Figura 51 – Volume molar excesso, em função da fração molar de dimetil carbonato ( $x_1$ ) para o sistema $\{x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ álcool} à temperatura de 288,15 K e pressão de 0,1 MPa: valores experimentais (○); equação de Tait (—); (A) metanol; (B) etanol; (C) 1-propanol.....	128

Figura 52 – Volume molar excesso, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema $\{x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ metanol} a diferentes temperaturas ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E). Valores experimentais (○), Teoria PFP (—), contribuição interacional (— · —), contribuição volume livre (— · · —), contribuição $P^*$ (— · —).....	131
Figura 53 – Volume molar excesso, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema $\{x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ etanol} a diferentes temperaturas ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E). Valores experimentais (○), Teoria PFP (—), contribuição interacional (— · —), contribuição volume livre (— · · —), contribuição $P^*$ (— · —).....	132
Figura 54 – Volume molar excesso, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema $\{x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ 1-propanol} a diferentes temperaturas ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E); valores experimentais (○), Teoria PFP (—), contribuição interacional (— · —), contribuição volume livre (— · · —), contribuição $P^*$ (— · —).....	133
Figura 55 – Volume molar excesso, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema $\{x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ metanol} a diferentes temperaturas ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E); valores experimentais (○), Modelo ERAS (—), contribuição física (— · —), contribuição química (— · · —).....	136
Figura 56 – Volume molar excesso, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema $\{x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ etanol} a diferentes temperaturas ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E); valores experimentais (○), Modelo ERAS (—), contribuição física (— · —), contribuição química (— · · —).....	137
Figura 57 – Volume molar excesso, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema $\{x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ 1-propanol} a diferentes temperaturas ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E); valores experimentais (○), Modelo ERAS (—), contribuição física (— · —), contribuição química (— · · —).....	138
Figura 58 – Volume parcial molar do dimetil carbonato, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema $\{x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ metanol} a diferentes temperatura e pressão. ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E). ( $p$ , em MPa): 0,1 (○), 5 (▽), 10 (□), 15 (◊), 20 (△), 25 (*), 30 (+), 35 (▷), 40 (×).....	140
Figura 59 – Volume parcial molar do metanol, em função da fração molar de metanol, para o sistema $\{x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ metanol} a diferentes temperatura e pressão. ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E). ( $p$ , em MPa): 0,1 (○), 5 (▽), 10 (□), 15 (◊), 20 (△), 25 (*), 30 (+), 35 (▷), 40 (×).....	141
Figura 60 – Volume parcial molar do dimetil carbonato, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema $\{x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ etanol} a diferentes temperatura e pressão. ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E). ( $p$ , em MPa): 0,1 (○), 5 (▽), 10 (□), 15 (◊), 20 (△), 25 (*), 30 (+), 35 (▷), 40 (×).....	142
Figura 61 – Volume parcial molar do etanol, em função da fração molar de etanol, para o sistema $\{x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ etanol} a diferentes temperatura e pressão. ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E). ( $p$ , em MPa): 0,1 (○), 5 (▽), 10 (□), 15 (◊), 20 (△), 25 (*), 30 (+), 35 (▷), 40 (×).....	143

Figura 62 – Volume parcial molar do dimetil carbonato, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema $\{x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ 1-propanol $\}$ a diferentes temperatura e pressão. ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E). ( $p$ , em MPa): 0,1 (○), 5 (▽), 10 (□), 15 (◊), 20 (△), 25 (*), 30 (+), 35 (▷), 40 (×).....	144
Figura 63 – Volume parcial molar do 1-propanol, em função da fração molar de 1-propanol, para o sistema $\{x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ 1-propanol $\}$ a diferentes temperatura e pressão. ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E). ( $p$ , em MPa): 0,1 (○), 5 (▽), 10 (□), 15 (◊), 20 (△), 25 (*), 30 (+), 35 (▷), 40 (×).....	145
Figura 64 – Volume molar aparente do dimetil carbonato, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema $\{x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ metanol $\}$ a diferentes temperatura e pressão. ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E). ( $p$ , em MPa): 0,1 (○), 5 (▽), 10 (□), 15 (◊), 20 (△), 25 (*), 30 (+), 35 (▷), 40 (×).....	147
Figura 65 – Volume molar aparente do metanol, em função da fração molar de metanol, para o sistema $\{x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ metanol $\}$ a diferentes temperatura e pressão. ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E). ( $p$ , em MPa): 0,1 (○), 5 (▽), 10 (□), 15 (◊), 20 (△), 25 (*), 30 (+), 35 (▷), 40 (×).....	148
Figura 66 – Volume molar aparente do dimetil carbonato, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema $\{x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ etanol $\}$ a diferentes temperatura e pressão. ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E). ( $p$ , em MPa): 0,1 (○), 5 (▽), 10 (□), 15 (◊), 20 (△), 25 (*), 30 (+), 35 (▷), 40 (×).....	149
Figura 67 – Volume molar aparente do etanol, em função da fração molar de etanol, para o sistema $\{x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ etanol $\}$ a diferentes temperatura e pressão. ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E). ( $p$ , em MPa): 0,1 (○), 5 (▽), 10 (□), 15 (◊), 20 (△), 25 (*), 30 (+), 35 (▷), 40 (×).....	150
Figura 68 – Volume molar aparente do dimetil carbonato, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema $\{x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ 1-propanol $\}$ a diferentes temperatura e pressão. ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E). ( $p$ , em MPa): 0,1 (○), 5 (▽), 10 (□), 15 (◊), 20 (△), 25 (*), 30 (+), 35 (▷), 40 (×).....	151
Figura 69 – Volume molar aparente do 1-propanol, em função da fração molar de 1-propanol, para o sistema $\{x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ 1-propanol $\}$ a diferentes temperatura e pressão. ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E). ( $p$ , em MPa): 0,1 (○), 5 (▽), 10 (□), 15 (◊), 20 (△), 25 (*), 30 (+), 35 (▷), 40 (×).....	152



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Períodos de oscilação, densidades e valores das constantes $A$ e $B$ , em função da temperatura e da pressão.....	72
Tabela 2 – Números de onda correspondentes às bandas da hidroxila do álcool ( $\nu_{O-H}$ ) e da carbonila do dimetil carbonato ( $\nu_{C=O}$ ), em função da fração molar de dimetil carbonato, para os sistemas $\{x_1 \text{ dimetil carbonato} + (1 - x_1) \text{ álcool}\}$ .....	80
Tabela 3 – Deslocamento químico e desvio do deslocamento químico do átomo de hidrogênio do grupamento hidroxila do álcool no espectro $^1\text{H-RMN}$ em função da fração molar de dimetil carbonato para o sistema $\{x_1 \text{ dimetil carbonato} + (1 - x_1) \text{ álcool}\}$ .....	92
Tabela 4 – Densidades dos componentes puros a diferentes temperatura e pressão: valores experimentais em comparação à literatura.....	96
Tabela 5 – Parâmetros da equação de Tait e desvio-padrão para ajustes dos dados de densidade para os diferentes sistemas.....	104
Tabela 6 – Coeficientes $A_j$ do polinômio de Redlich-Kister e desvio-padrão para o sistema $\{x_1 \text{ dimetil carbonato} + (1 - x_1) \text{ metanol}\}$ a diferentes temperatura e pressão.....	125
Tabela 7 – Coeficientes $A_j$ do polinômio de Redlich-Kister e desvio-padrão para o sistema $\{x_1 \text{ dimetil carbonato} + (1 - x_1) \text{ etanol}\}$ a diferentes temperatura e pressão.....	126
Tabela 8 – Coeficientes $A_j$ do polinômio de Redlich-Kister e desvio-padrão para o sistema $\{x_1 \text{ dimetil carbonato} + (1 - x_1) \text{ 1-propanol}\}$ a diferentes temperatura e pressão..	127
Tabela 9 – Parâmetros da Teoria PFP para os componentes puros a diferentes temperaturas e à pressão atmosférica.....	130
Tabela 10 – Parâmetros de interação binária da Teoria PFP e valores das três contribuições na composição equimolar para os sistemas estudados a diferentes temperaturas e à pressão atmosférica.....	130
Tabela 11 – Parâmetros do Modelo ERAS para os componentes puros a diferentes temperaturas e à pressão atmosférica.....	135
Tabela 12 – Parâmetros de interação binária do Modelo ERAS para os sistemas estudados a diferentes temperaturas e à pressão atmosférica.....	135
Tabela 13 – Volumes parciais molares à diluição infinita do dimetil carbonato nos álcoois a diferentes temperaturas e pressões.....	154
Tabela 14 – Volumes parciais molares à diluição infinita dos álcoois no dimetil carbonato a diferentes temperatura e pressão.....	155
Tabela A1 – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema $\{x_1 \text{ dimetil carbonato} + (1 - x_1) \text{ metanol}\}$ a diferentes temperatura e pressão.....	174
Tabela A2 – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema $\{x_1 \text{ dimetil carbonato} + (1 - x_1) \text{ etanol}\}$ a diferentes temperatura e pressão.....	219
Tabela A3 – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema $\{x_1 \text{ dimetil carbonato} + (1 - x_1) \text{ 1-propanol}\}$ a diferentes temperatura e pressão..	264
Tabela B1 – Densidade e volume molar excesso, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema $\{x_1 \text{ dimetil carbonato} + (1 - x_1) n\text{-hexano}\}$ a diferentes temperatura e pressão.....	310

Tabela C1 – Matriz de covariâncias para os parâmetros da equação de Tait para o sistema $\{x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ metanol}.....	317
Tabela C2 – Matriz de covariâncias para os parâmetros da equação de Tait para o sistema $\{x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ etanol}.....	318
Tabela C3 – Matriz de covariâncias para os parâmetros da equação de Tait para o sistema $\{x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ 1-propanol} .....	319

## LISTA DE SÍMBOLOS

### Letras latinas

$A$	Energia livre de Helmholtz, constante da equação de Tait, parâmetro da equação de Redlich-Kister, constante de calibração do densímetro
$B$	Constante da equação de Tait, constante de calibração do densímetro
$C$	Constante da equação de Tait
$C_P$	Calor específico
$c$	Constante elástica da mola
$D$	Constante da equação de Tait
$f$	Frequência natural do sistema, função objetivo
$G$	Energia livre de Gibbs
$H$	Entalpia
$K$	Constante de associação
$k$	Fator de segurança
$M$	Grandeza extensiva, massa molar
$MC$	Matriz de covariâncias
$m$	Massa, número de componentes da solução
$N$	Número de dados experimentais
$n$	Número de mols, número de parâmetros da equação de Redlich-Kister
$n_D$	Índice de refração
$P, p$	Pressão
$R$	Constante universal dos gases
$S$	Entropia, relação área/volume das moléculas
$s^2$	Variância
$T$	Temperatura
$U$	Energia interna
$U, u$	Incerteza
$V$	Volume
$X$	Matriz das derivadas para o cálculo da matriz de covariâncias
$x$	Fração molar

### Letras gregas

$\alpha, \alpha_P$	Coeficiente de expansão térmica, expansividade isobárica térmica
$\delta$	Deslocamento químico
$\Delta$	Desvio
$\Delta h^*$	Entalpia de associação
$\Delta v^*$	Volume de associação
$\eta$	Viscosidade dinâmica
$\theta$	Fração superficial
$\kappa, \kappa_T$	Compressibilidade isotérmica
$\mu$	Potencial químico
$v$	Número de onda
$\pi$	Pressão interna, constante da equação de Tait
$\rho$	Densidade
$\sigma$	Desvio-padrão
$\tau$	Período de oscilação
$\Phi$	Fração volumétrica

## Letras gregas

$\phi_{A1}$ , $\phi_{B1}$	Frações volumétricas dos monômeros de A e B
$\chi$	Parâmetro de Flory
$\psi$	Fração de energia de contato entre as moléculas

## Subscritos

0	Grandeza à pressão atmosférica, grandeza de referência
1	Componente 1, índice da constante da equação de Tait, índice do parâmetro da equação de Redlich-Kister
2	Componente 2, índice da constante da equação de Tait, índice do parâmetro da equação de Redlich-Kister
3	Índice da constante da equação de Tait, índice do parâmetro da equação de Redlich-Kister
4	Índice da constante da equação de Tait, índice do parâmetro da equação de Redlich-Kister
5	Índice da constante da equação de Tait
10	Índice da constante da equação de Tait
11	Índice da constante da equação de Tait
12	Componentes 1 e 2
20	Índice da constante da equação de Tait
21	Índice da constante da equação de Tait
A	Componente A, índice para o tipo da incerteza
AB	Componentes A e B
B	Componente B, índice para o tipo da incerteza
cal	Valor calculado
c	Incerteza combinada
exp	Valor experimental
F	Contribuição física
<i>i</i>	Componente <i>i</i>
<i>j</i>	Componente <i>j</i>
M	Mistura
<i>m</i>	Grandeza molar
p	Índice para incerteza devido a variações na pressão
Q	Contribuição química
R	Índice para incerteza devido à resolução do equipamento
T	Índice para incerteza devido a variações na temperatura
V	Índice para incerteza devido a variações de resposta no equipamento
$\phi$	Grandeza molar aparente

## Sobrescritos

E	Grandeza excesso
ideal	Comportamento ideal
o	Componente puro
-	Grandeza parcial molar, valor médio
~	Grandeza reduzida
*	Grandeza característica
$\infty$	Grandeza à diluição infinita

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	23
1.1	RELEVÂNCIA DO TEMA.....	23
1.2	OBJETIVOS DO TRABALHO.....	25
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	27
2.1	DIMETIL CARBONATO E ÁLCOOIS.....	27
<b>2.1.1</b>	<b>Dimetil carbonato.....</b>	27
<b>2.1.2</b>	<b>Metanol.....</b>	28
<b>2.1.3</b>	<b>Etanol.....</b>	29
<b>2.1.4</b>	<b>1-Propanol.....</b>	30
2.2	ESTUDOS ENVOLVENDO PROPRIEDADES TERMODINÂMICAS DO DIMETIL CARBONATO EM ALTAS PRESSÕES.....	30
2.3	ESTUDOS ENVOLVENDO PROPRIEDADES TERMODINÂMICAS DE ÁLCOOIS A ALTAS PRESSÕES.....	34
2.4	ESTUDOS ENVOLVENDO PROPRIEDADES ESPECTROSCÓPICAS E TERMODINÂMICAS DE SISTEMAS BINÁRIOS.....	39
<b>3</b>	<b>FORMALISMO TERMODINÂMICO.....</b>	43
3.1	FUNÇÕES EXCESSO.....	43
3.2	VOLUME MOLAR EXCESSO.....	45
3.3	VOLUME PARCIAL MOLAR.....	46
3.4	VOLUME PARCIAL MOLAR EXCESSO.....	48
3.5	VOLUME MOLAR E PARCIAL MOLAR EXCESSO EM SOLUÇÕES DILUÍDAS.....	48
3.6	VOLUME MOLAR APARENTE.....	49
<b>4</b>	<b>MODELAGEM.....</b>	51
4.1	EQUAÇÃO DE TAIT.....	51
4.2	EQUAÇÃO DE REDLICH-KISTER.....	54
4.3	TEORIA PFP.....	56
4.4	MODELO ERAS.....	58
<b>4.4.1</b>	<b>Contribuição física (Teoria de Flory).....</b>	58
<b>4.4.2</b>	<b>Contribuição química.....</b>	59
<b>4.4.3</b>	<b>Equações do modelo ERAS.....</b>	60
<b>5</b>	<b>METODOLOGIA E PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL.....</b>	63
5.1	REAGENTES.....	63
5.2	EQUIPAMENTOS.....	63
<b>5.2.1</b>	<b>Balança Analítica.....</b>	63
<b>5.2.2</b>	<b>Densímetro.....</b>	63
<b>5.2.3</b>	<b>Thermo Scientific Nicolet 6700 FT-IR.....</b>	67
<b>5.2.4</b>	<b>Espectrômetro Avance III 600 HD.....</b>	68
5.3	PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL.....	69
<b>5.3.1</b>	<b>Calibração do densímetro.....</b>	69
<b>5.3.2</b>	<b>Frações molares.....</b>	73
<b>5.3.3</b>	<b>Sequência das análises.....</b>	73
<b>6</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	75
6.1	ANÁLISE ESPECTROSCÓPICA.....	75
<b>6.1.1</b>	<b>Espectroscopia na região do infravermelho.....</b>	75
<b>6.1.2</b>	<b>Espectroscopia por ressonância magnética nuclear.....</b>	80
6.2	ANÁLISE TERMODINÂMICA.....	94

<b>6.2.1</b>	<b>Densidade.....</b>	<b>94</b>
<b>6.2.2</b>	<b>Compressibilidade isotérmica.....</b>	<b>104</b>
<b>6.2.3</b>	<b>Coeficiente de expansão térmica.....</b>	<b>108</b>
<b>6.2.4</b>	<b>Pressão interna.....</b>	<b>112</b>
<b>6.2.5</b>	<b>Volume molar excesso.....</b>	<b>116</b>
<b>6.2.5.1</b>	<b><i>Equação de Redlich-Kister.....</i></b>	<b>116</b>
<b>6.2.5.2</b>	<b><i>Equação de Tait.....</i></b>	<b>128</b>
<b>6.2.5.3</b>	<b><i>Teoria PFP.....</i></b>	<b>129</b>
<b>6.2.5.4</b>	<b><i>Modelo ERAS.....</i></b>	<b>134</b>
<b>6.2.6</b>	<b>Volumes parciais molares.....</b>	<b>139</b>
<b>6.2.7</b>	<b>Volumes molares aparentes.....</b>	<b>146</b>
<b>6.2.8</b>	<b>Volumes parciais molares à diluição infinita.....</b>	<b>153</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>157</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>159</b>
	<b>APÊNDICE A – Tabelas de resultados.....</b>	<b>173</b>
	<b>APÊNDICE B – Sistema-teste: Dimetil carbonato + <i>n</i>-hexano.....</b>	<b>309</b>
	<b>APÊNDICE C – Matrizes de covariâncias para os parâmetros da equação de Tait.....</b>	<b>313</b>
	<b>APÊNDICE D – Cálculo de incertezas.....</b>	<b>321</b>

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 RELEVÂNCIA DO TEMA

O conhecimento das propriedades termodinâmicas e o comportamento de fases de sistemas complexos, tais como aqueles contendo substâncias autoassociadas e suas misturas, é de fundamental importância em projetos e operações de processos químicos, nas indústrias químicas e petroquímicas, incluindo extração supercrítica, surfactantes, e no desenvolvimento de processos de separação e extração (MCGLASHAN, 1985a; MCGLASHAN, 1985b; SCHNEIDER, 1991).

Avanços consideráveis no campo de equações de estado têm sido obtidos nos últimos anos, motivados parcialmente pelos interesses industriais e também pelo expressivo avanço no desenvolvimento de teorias moleculares modernas. Tais propostas proporcionam uma descrição realista da energia livre do sistema, uma vez que elas são capazes de obter previsões quantitativas do comportamento de fases de sistemas complexos. Uma revisão na literatura pode ser vista no trabalho de Sengers et al. (2000).

Muitos dos estudos termodinâmicos têm se concentrado em obter dados de equilíbrio de fases, incluindo o comportamento de fases a altas pressões e propriedades críticas de sistemas de interesse industrial. Entretanto, descrições de propriedades termodinâmicas excesso dessas misturas, tais como o volume excesso ( $V_m^E$ ), a entalpia excesso ( $H_m^E$ ) e a energia livre de Gibbs excesso ( $G_m^E$ ) a altas pressões são menos comuns.

As funções excesso constituem um caminho usual para expressar a extensão para a qual uma solução real desvia da idealidade (ROWLINSON; SWINTON, 1982). Essas funções são usadas extensivamente em uma grande variedade de campos da ciência, incluindo química e engenharia química. De um ponto de vista teórico, as grandezas excesso também constituem valiosas informações, já que equações de estado, particularmente aquelas baseadas na mecânica estatística, levam à previsão dessas grandezas. A previsão de funções excesso proporciona um excelente caminho para verificar se aproximações teóricas conseguem descrever de forma aceitável o comportamento de um dado sistema. Dentre as funções excesso, o volume excesso é uma das mais difíceis de se predizer e também uma das mais importantes do ponto de vista teórico, em virtude de seu comportamento estar associado não somente às forças de interação, mas também a efeitos estruturais. A complexidade do comportamento do  $V_m^E$  aumenta quando

os componentes presentes na solução apresentam auto-associações e associações cruzadas (solvatação).

A magnitude do  $V_m^E$  é resultado de diferentes efeitos, os quais podem ser divididos em físicos, químicos e estruturais (BALAJI et al., 2016):

- Interações físicas, as quais estão relacionadas com interações não-específicas (forças de van der Waals, tais como interações dipolo-dipolo e forças de dispersão) e com a quebra da ordem da estrutura líquida quando ocorre o processo de mistura entre solventes (por exemplo, quebra das autoassociações entre moléculas de um mesmo composto). Tais interações tendem a contribuir para valores positivos do  $V_m^E$ ;
- Interações químicas ou específicas, as quais incluem, principalmente, a formação de complexo de transferência de carga ou de solvatação, sobretudo, por meio de ligações de hidrogênio entre as moléculas presentes na solução. Esses efeitos contribuem para valores negativos do  $V_m^E$ ;
- Efeitos estruturais, os quais são provenientes das acomodações intersticiais devido à diferença de forma, volume molar e volume livre das moléculas presentes no sistema. Esses efeitos também levam a valores negativos do  $V_m^E$ .

Consequentemente, a complexidade associada ao comportamento do  $V_m^E$ , junto com a facilidade de obtê-lo experimentalmente e com boa precisão, fazem com que esta grandeza seja de relevante importância no desenvolvimento e teste de modelos e teorias de soluções. Prausnitz, Lichtenthaler e Azevedo (1999) destacam que é necessário o conhecimento dos tipos de forças intermoleculares presentes nos sistemas para tentar compreender e correlacionar o comportamento das grandezas termodinâmicas de soluções.

Enquanto é possível encontrar na literatura uma grande quantidade de estudos envolvendo propriedades volumétricas em função da composição e temperatura à pressão atmosférica, trabalhos envolvendo essas grandezas a altas pressões são menos comuns. Em virtude disso, o preenchimento dessas lacunas na literatura é de grande interesse de estudo tendo em vista que muitos processos industriais ocorrem a altas pressões (LETCHER, 2004). Contudo, alguns estudos de propriedades volumétricas a altas pressões foram destacados, conforme será abordado no tópico “Revisão Bibliográfica”.

Além da obtenção dos resultados termodinâmicos experimentais, torna-se importante o uso de modelos para correlacionar ou predizer esses resultados, com o objetivo de verificar as

bases científicas dos mesmos e suas aplicações em simulações. Em particular, as equações de estado baseadas em estudos a nível molecular consistem uma ferramenta muito útil para obter várias propriedades termodinâmicas de componentes puros e, preferencialmente, também de misturas. É desejável que a equação de estado quantifique os efeitos decorrentes das estruturas moleculares, tais como tamanho e forma molecular, energia de associação e energia de interações como dispersão e indução. Outro ponto a ser destacado está relacionado com a capacidade de uma equação de estado poder estimar propriedades que não podem ser determinadas experimentalmente. Por exemplo, não é possível determinar as constantes críticas de moléculas de cadeias longas devido a sua decomposição térmica (HUANG; RADOSZ, 1990; HUANG; RADOSZ, 1991).

De modo a complementar o estudo termodinâmico, estudos espectroscópicos, os quais elucidam possíveis interações inter e intramoleculares entre os componentes presentes na solução, tornam-se fundamentais. Dentre os trabalhos que combinam estudos envolvendo propriedades termodinâmicas e espectroscópicas, podem-se destacar as contribuições da Espectroscopia na Região do Infravermelho por Transformada de Fourier (FT-IR) e da Ressonância Magnética Nuclear (RMN) em estudos que serão analisados posteriormente no tópico “Revisão Bibliográfica”.

A espectroscopia FT-IR é utilizada para determinação de interações intermoleculares a partir da verificação de deslocamentos nas frequências vibracionais, uma vez que esta técnica é muito sensível a mudanças no momento de dipolo nas moléculas (KUMAR et al., 2012). As interações em nível molecular de soluções também podem ser analisadas a partir de variações nos deslocamentos químicos decorrentes de uma análise espectroscópica por RMN. Esta técnica ainda fornece importantes informações acerca das estruturas dos compostos (MEHTA et al., 2009; LIBÓRIO, 2015).

## 1.2 OBJETIVOS DO TRABALHO

O presente trabalho é uma continuidade de um estudo experimental e de modelagem de grandezas molares excesso de soluções líquidas binárias (OLIVIERI et al., 2018; HAUk; TORRES, 2018; HOGA; TORRES; VOLPE, 2018; BITTENCOURT et al., 2017; BITTENCOURT; TÔRRES, 2016; LIBÓRIO, 2015; MUCHE, 2012; HAUk, 2011; HOGA; TORRES, 2011; BITTENCOURT, 2011; HOGA, 2010; TORRES, 2009; MAGALHÃES; TORRES; VOLPE, 2008; TORRES; HOGA, 2008; TORRES; ORTOLAN; VOLPE, 2008; TÔRRES; FRANCESCONI; VOLPE, 2007; TORRES; MARCHIORE; VOLPE, 2006;

TORRES; FRANCESCONI; VOLPE, 2004; TORRES, 2004; TORRES; FRANCESCONI, 2003; TORRES; FRANCESCONI; VOLPE, 2003; TORRES; PINA; FRANCESCONI, 2003; TORRES; FRANCESCONI; VOLPE, 2002; TORRES; FRANCESCONI, 2002), cujo objetivo consistiu na determinação experimental da densidade de soluções líquidas binárias de misturas contendo dimetil carbonato (DMC) + álcoois (metanol, etanol, 1-propanol) em toda faixa de composição, a diferentes temperaturas  $T = (288,15 \text{ a } 308,15) \text{ K}$  e na faixa de pressão entre  $p = (0,1 \text{ e } 40) \text{ MPa}$ . Esses resultados foram correlacionados pela equação de Tait, e possibilitaram a determinação da compressibilidade isotérmica, do coeficiente de expansão térmica e da pressão interna.

O volume molar excesso ( $V_m^E$ ) foi determinado indiretamente por meio das medidas de densidade dos componentes puros e de suas respectivas soluções. Com os dados do  $V_m^E$ , outras propriedades volumétricas foram calculadas, dentre elas: os volumes parciais molares, os respectivos volumes parciais molares à diluição infinita, e os volumes molares aparentes de cada componente. Os dados experimentais do  $V_m^E$  foram ainda ajustados pela equação de Redlich-Kister e utilizados para testar a aplicabilidade do Modelo de Solução Associada Real Estendida (Modelo ERAS) e da Teoria Prigogine-Flory-Patterson (Teoria PFP). Tais resultados foram discutidos com base em interações intermoleculares entre os componentes da solução.

Com o objetivo de elucidar as possíveis interações entre DMC e os álcoois estudados, as soluções foram submetidas a análises de espectroscopia na região do infravermelho por Transformada de Fourier (FT-IR) e por ressonância magnética nuclear (RMN).

Para o melhor do presente estudo, não foi encontrado na literatura nenhum estudo de propriedades volumétricas a altas pressões para os sistemas apresentados nesta proposta.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica contempla, primeiramente, um resumo das características e aplicações dos componentes puros utilizados neste estudo. Posteriormente, são apresentados alguns estudos de propriedades termodinâmicas a altas pressões envolvendo o dimetil carbonato ou álcoois. Por fim, também foram apresentados alguns estudos de propriedades espectroscópicas conjuntamente com propriedades termodinâmicas de sistemas líquidos binários.

### 2.1 DIMETIL CARBONATO E ÁLCOOIS

#### 2.1.1 Dimetil carbonato

Dimetil carbonato (DMC) é um composto parcialmente solúvel em água e apresenta ponto de fusão de 4 °C, ponto de ebulação de 90,2 °C (a 101,3 kPa) e densidade relativa de 1,073 a 20 °C (em relação à água a 4 °C) (ULLMANN'S, v. 7, 2011).

Até a década de 1980, DMC era produzido principalmente através da reação do metanol com fosgênio ( $\text{COCl}_2$ ) ou metil cloro formiato ( $\text{ClCOOCH}_3$ ) na presença de uma solução concentrada de hidróxido de sódio em uma reação bifásica com alto rendimento e pureza.

Atualmente, a produção de DMC ocorre através de uma carbonilação oxidativa direta do metanol, que consiste basicamente na reação do metanol com monóxido de carbono e oxigênio catalisada por cloreto de cobre. Essa reação também pode ser realizada na fase gasosa, sendo catalisada por complexos de cloreto de cobre aplicados em carvão ativado (ULLMANN'S, v. 7, 2011; DELLEDONNE; RIVETTI; ROMANO, 2001). Visto que o DMC é obtido misturado com o metanol, a separação dos mesmos é indispensável para se atingir uma alta pureza (YUNHAI et al., 2005).

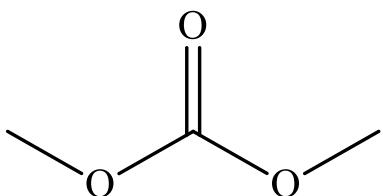
Dentre outras reações, uma muito interessante do ponto de vista ambiental é a reação entre o metanol e  $\text{CO}_2$ , gerando DMC e somente água como subproduto. A reação é reversível, com o equilíbrio deslocado no sentido dos reagentes, sendo necessária a pressurização do  $\text{CO}_2$  ou a utilização de um agente secante para remoção da água, com a finalidade de se obter um maior rendimento (SAKAKURA; CHOI; YASUDA, 2007).

Assim como os demais carbonatos simples, o DMC é um excelente solvente para substâncias como éteres e ésteres celulósicos, preparações farmacêuticas e cosméticas, resinas e polímeros sintéticos e naturais, e sais. Além de outras aplicações, essas substâncias podem

atuar como plastificantes, eletrólitos e aditivos para agentes de limpeza. O DMC também pode ser utilizado para produzir policarbonatos alifáticos, lubrificantes, fenóis metilados etc. (ULLMANN'S, v. 7, 2011). Os alquil carbonatos DMC e dietil carbonato também apresentam aplicações como solventes para tintas (GAYOL et al., 2013). Li et al. (2005) e Chen et al. (2015) também citam a utilização do DMC em baterias de lítio.

DMC é um produto químico ambientalmente amigável, biodegradável e não é tóxico para os seres humanos e para o meio ambiente, como indicado pelas suas propriedades toxicológicas e ecotoxicológicas (DELLEDONNE; RIVETTI; ROMANO, 2001). Ele é um forte candidato como uma alternativa para a indústria de refino no cumprimento das especificações de oxigênio na gasolina (PACHECO; MARSHALL, 1997). Pesquisas têm mostrado que o DMC pode ser usado como aditivo aos combustíveis devido ao fato de ele reduzir a pressão de vapor destes, o que diminui a emissão de poluentes para atmosfera (HOU et al., 2010), além dele apresentar alta octanagem, podendo substituir o metil *terc*-butil éter (MTBE) (ZHOU; WU, 2011; GAYOL et al., 2013). Além disso, outra razão que justificaria a substituição pelo DMC consiste no fato do MTBE causar efeitos desastrosos ao meio ambiente pela contaminação dos solos e águas subterrâneas (WATSON et al., 2006a).

Figura 1 – Fórmula estrutural do dimetil carbonato.



Fonte: Autor.

### 2.1.2 Metanol

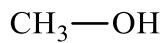
Metanol, ou álcool metílico como também é denominado, é uma das mais importantes matérias primas mundiais, sendo 70% de sua produção destinada a tais fins. Ele é utilizado na produção de formaldeído, metil *terc*-butil éter (MTBE), ácido acético, metil metacrilato, dimetil tereftalato, dimetil carbonato, entre outros (ULLMANN'S, v. 23, 2011; ULLMANN'S, v. 7, 2011).

Trata-se de um composto miscível em água, álcoois, ésteres e muitos compostos orgânicos, mas é pouco solúvel em óleos e gorduras. O baixo ponto de fusão e a miscibilidade em água permitem ao metanol sua utilização em sistemas de refrigeração. Suas aplicações ainda

incluem ação como agente absorvedor em depurador de gás e proteção de gasodutos contra formação de hidratos gasosos a baixas temperaturas (ULLMANN'S, v. 23, 2011). Lin, Lai e Tu (2013) também citam a utilização do metanol como aditivo em combustíveis, devido ao alto teor de oxigênio, propriedades antetonantes, baixo custo de produção e, ao se obter uma mistura apropriada, o metanol pode reduzir a emissão de particulados, hidrocarbonetos, monóxido de carbono e óxidos de nitrogênio. Contudo, na presença de metanol, uma baixa quantidade de água pode levar à separação de fases na mistura metanol-gasolina, o que pode levar à corrosão do motor. Este problema pode ser amenizado pela adição de outro composto oxigenado, tal como DMC.

A produção de metanol é realizada a partir do gás de síntese, com conversões próximas a 50%, devido a limitações termodinâmicas das reações reversíveis. Devido a isso, o gás de síntese não convertido é reciclado, enquanto o metanol é purificado através de duas colunas de destilação (ULLMANN'S, v. 23, 2011).

Figura 2 – Fórmula estrutural do metanol.



Fonte: Autor.

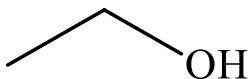
### **2.1.3 Etanol**

Etanol, também conhecido como álcool etílico, possui diversas aplicações, como: bebidas alcoólicas, solvente (ex.: fabricação de tintas, produtos farmacêuticos, detergentes, desinfetantes e alimentos), matéria prima em sínteses químicas (ex.: acetaldeído, butadieno, dietil éter, ácido acético) e combustível automotivo (ULLMANN'S, v. 13, 2011; WATSON et al., 2006a).

Na maioria dos países, o etanol produzido por fermentação é destinado para fabricação de bebidas e especialidades químicas, enquanto o produzido por síntese é utilizado em propósitos industriais. Entretanto, países como Brasil e Índia também utilizam etanol de fermentação em fins industriais e, principalmente, como combustível alternativo (ULLMANN'S, v. 13, 2011).

Além do processo de fermentação, o etanol pode ser produzido por outras rotas, como pela hidratação do etileno catalisada por ácido fosfórico, pela hidratação indireta do etileno com ácido sulfúrico e pela reação catalisada do metanol com gás de síntese (ULLMANN'S, v. 13, 2011; ZÉBERG-MIKKELSEN; LUGO; FERNÁNDEZ, 2005).

Figura 3 – Fórmula estrutural do etanol.



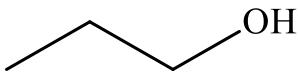
Fonte: Autor.

#### 2.1.4 1-Propanol

1-Propanol é miscível em água e solúvel em uma variedade de solventes orgânicos, tais como: éteres, ésteres, ácidos, cetonas e outros álcoois. Sua produção é decorrente da hidroformilação do etileno (reação do etileno com monóxido de carbono e hidrogênio), que gera o intermediário propanal, o qual sofre uma hidrogenação (ULLMANN'S, v. 30, 2011).

Como solvente, ele é usado principalmente em tintas, cosméticos, pesticidas e inseticidas. Ele também é utilizado na obtenção de éteres glicólicos, plastificantes e ácido propanoico, além de apresentar aplicação como fluido para freios (ULLMANN'S, v. 30, 2011; WATSON et al., 2006b).

Figura 4 – Fórmula estrutural do 1-propanol.



Fonte: Autor.

## 2.2 ESTUDOS ENVOLVENDO PROPRIEDADES TERMODINÂMICAS DO DIMETIL CARBONATO A ALTAS PRESSÕES

Gayol et al. (2013) determinaram dados de densidade para os sistemas (dimetil carbonato + *n*-octano, ou + *n*-decano) e (dietil carbonato + *n*-octano, ou + *n*-decano) a temperaturas de (288,15 a 308,15) K e pressões de (0,1 a 40) MPa. Tais dados foram correlacionados pela equação de Tait modificada e foram utilizados para o cálculo da compressibilidade isotérmica ( $\kappa_T$ ), da expansividade isobárica térmica ( $\alpha_P$ ) e da pressão interna ( $\pi$ ), além de serem preditos pelo modelo de Nitta-Chao. A equação de Tait ajustou bem os dados de densidade, mas o modelo de Nitta-Chao gerou desvios consideráveis na predição da densidade do dimetil carbonato puro e em misturas ricas deste composto. Como resultados, verificou-se que:  $\kappa_T$  decrescia com o aumento da pressão, com a diminuição da temperatura e com a diminuição da cadeia carbônica do alquil;  $\alpha_P$  apresentou comportamento semelhante a

$\kappa_T$  com a pressão e a temperatura;  $\pi$  aumentava com a diminuição da temperatura e com o aumento da pressão, comportamento típico de líquidos não-associados. Com o objetivo de analisar possíveis interações entre os componentes dos sistemas binários, um complemento interessante para este estudo teria sido a determinação do volume molar excesso a partir dos dados de densidade, bem como a comparação de tais resultados com os trabalhos de Lugo et al. (2002) e Troncoso et al. (2004), os quais serão discutidos posteriormente.

Li et al. (2005) determinaram a entalpia molar excesso dos sistemas (dimetil carbonato + metanol, ou + etanol, ou + 1-propanol, ou + 2-propanol) a temperaturas entre (298,15 e 328,15) K e pressões até 10 MPa. Os dados de entalpia molar excesso foram ajustados por um polinômio de Redlich-Kister e resultaram em valores positivos para todos os sistemas estudados, indicando um comportamento endotérmico. Os efeitos energéticos decorrentes da quebra das ligações de hidrogênios presentes nos álcoois devem ser predominantes nos sistemas. Com o aumento da temperatura e da cadeia carbônica do álcool, os valores da entalpia molar excesso aumentaram. Entretanto, o efeito da pressão foi pouco significativo nos valores da entalpia molar excesso. As conclusões de tal estudo calorimétrico podem ser complementadas pelos resultados do estudo volumétrico realizado no presente estudo.

Hou et al. (2010) analisaram o comportamento de fases, coletaram dados de densidade em regiões sub ou supercríticas, calcularam a compressibilidade isotérmica e mediram os pontos de bolha, de transição, de orvalho e críticos para o sistema (dióxido de carbono + dimetil carbonato) para frações molares do dimetil carbonato de (0,0242 a 0,1484), temperaturas de (308,15 a 337,45) K e pressões de (6,16 a 16,67) MPa. Os dados decorrentes do comportamento de fases foram correlacionados de forma satisfatória pela equação de estado de Peng-Robinson, utilizando a regra de misturas de van der Waals. Observou-se que a densidade da mistura decrescia consideravelmente quando a pressão decrescia para o ponto crítico. Os valores da compressibilidade isotérmica também variaram de forma considerável quando o sistema se aproximava do processo de separação de fases: tal valor aumentava próximo aos pontos de bolha e orvalho e aumentava bruscamente próximo ao ponto crítico. Tal estudo foi impulsionado pelo fato do comportamento de fases afetar significantemente a conversão de equilíbrio na reação de produção de DMC, a partir do metanol e do CO<sub>2</sub>. Sendo assim, os resultados do estudo citado são muito úteis, já que Hou et al. (2002) verificaram que a conversão era maximizada em regiões críticas do meio reacional.

Zhou et al. (2010a) coletaram dados de densidade para o sistema (dimetil carbonato + ciclohexano) para nove diferentes composições a temperaturas entre (293,15 e 313,15) K e pressões de (0,1 a 40) MPa. Os dados de densidade foram correlacionados pela equação de Tait

e foram utilizados para o cálculo do volume molar excesso, da compressibilidade isotérmica e da expansividade isobárica. Os resultados para o volume molar excesso, correlacionados por um polinômio de Redlich-Kister, foram positivos em todas as faixas de composição, pressão e temperatura estudadas, indicando que contribuições positivas, tais como a quebra de interações dipolo-dipolo durante o processo de mistura, prevalecem em relação a contribuições negativas, como o efeito de volumes livres.

Zhou et al. (2010b) mediram dados de densidade para o sistema (dimetil carbonato + *n*-hexano) para doze diferentes composições a temperaturas entre (293,15 e 313,15) K e pressões de (0,1 a 40) MPa. Tais dados foram ajustados pela equação de Tait e serviram para calcular a compressibilidade isotérmica, a expansividade isobárica e o volume molar excesso, sendo este último ajustado pelo polinômio de Redlich-Kister. O volume molar excesso resultou em valores positivos para todas as condições estudadas. Ao se comparar tais valores com aqueles obtidos por Zhou et al. (2010a), observa-se que a amplitude das curvas de volume molar excesso é maior no sistema contendo ciclohexano do que no sistema contendo *n*-hexano. Isso, possivelmente, deve-se a um efeito estrutural decorrente do impedimento estérico da estrutura cíclica do ciclohexano, o que leva a uma menor acomodação das moléculas dos compostos presentes nos sistemas. Estes estudos de Zhou et al. (2010a e 2010b) complementam o trabalho de Gayol et al. (2013) já descrito anteriormente.

Comuñas et al. (2001) coletaram dados de viscosidade e de densidade de dois poliéteres (trietheno glicol dimetil éter e tetraetheno glicol dimetil éter) e dois dialquil carbonatos (dimetil carbonato e dietil carbonato), em temperaturas entre (283,15 e 353,15) K e pressões até 60 MPa. O propósito do estudo foi obter dados de densidades de componentes puros que são usados como fluidos refrigerantes para ar-condicionado de automóveis. Os resultados experimentais de densidade foram correlacionados pela equação de Tait modificada e utilizados para o cálculo da compressibilidade isotérmica, do coeficiente de expansão térmica e da pressão interna. Dos resultados do coeficiente de expansão térmica, os autores observaram um ponto de intersecção das isotermas, o que está relacionado a um valor mínimo da capacidade calorífica isobárica. Os resultados da pressão interna mostraram que a inserção de um grupo polar na cadeia carbônica, de forma contrária ao aumento de grupos metíleno, aumentou a pressão interna do composto. Os dados de viscosidade, por sua vez, foram ajustados de forma isobárica por uma modificação na equação de Andrade, foram descritos por isoterma com base na equação de Tait modificada e foram representados em função da pressão e da temperatura por uma equação polinomial com cinco parâmetros, através de um software conjuntamente com o algoritmo de Marquardt-Levenberg. Os autores ainda correlacionaram os dados de viscosidade por uma equação em

função da densidade e temperatura reduzidas e propuseram outra equação para determinação da viscosidade numa dada pressão e temperatura, com base nas equações de Andrade e Tait.

Troncoso et al. (2004) mediram dados de densidade para o sistema (dimetil carbonato + decano) a  $T = (283,15 \text{ a } 328,15) \text{ K}$  e  $p = (0,1 \text{ a } 40) \text{ MPa}$ . Tais dados foram ajustados pela equação de Tait e foram utilizados para o cálculo da compressibilidade isotérmica ( $\kappa_T$ ), da expansividade isobárica térmica ( $\alpha_P$ ), do volume molar excesso ( $V_m^E$ ), da compressibilidade isotérmica excesso ( $\kappa_T^E$ ) e da expansividade isobárica térmica excesso ( $\alpha_P^E$ ). Os resultados de  $V_m^E$  foram correlacionados por um polinômio de Redlich-Kister e apresentaram valores positivos em todas as condições de pressão e temperatura estudadas, devido a dois fatores: quebra da ordem dipolar do dimetil carbonato e da ordem de orientação do decano, e interações dispersivas entre moléculas distintas.  $\kappa_T^E$  e  $\alpha_P^E$  foram calculados utilizando-se o critério de Benson e Kiyohara, ambos resultando em valores positivos, e também foram correlacionados pelo polinômio de Redlich-Kister. Além disso, observou-se que os valores do  $V_m^E$  aumentaram com o aumento da cadeia do alcano, comparando tais resultados com aqueles obtidos por Zhou et al. (2010b). É possível que esse comportamento tenha ocorrido por motivos de impedimentos estéricos decorrentes do crescimento da cadeia do alcano, o que leva a um maior volume livre entre as moléculas de DMC e *n*-decano, em comparação ao sistema contendo *n*-hexano.

Zhou e Wu (2011) desenvolveram uma equação de estado para o dimetil carbonato válida para temperaturas entre seu ponto triplo ( $277,06 \pm 0,63$ ) K a 600 K e pressões até 60 MPa. A equação foi desenvolvida a partir da energia de Helmotz utilizando dados  $p\varphi T$ , de capacidades caloríficas, de velocidades do som, de pressões de vapor e de densidades de líquidos saturados. Os autores realizaram cálculos de incertezas para as propriedades ajustadas e também verificaram que a extração de tal equação para outras faixas de temperaturas e pressões também podem apresentar valores aceitáveis.

Lugo et al. (2001) coletaram dados de densidade para o sistema (dimetil carbonato + octano) a temperaturas entre (278,15 e 353,15) K e pressões até 25 MPa. Os dados foram ajustados pela equação de Tait e foram utilizados para a determinação das compressibilidades isotérmicas, dos coeficientes de expansão isobárica térmica e das pressões internas. Os autores observaram flutuações nos períodos para alguns dados em altas pressões para composições de dimetil carbonato entre 50 e 70%, que podem estar associadas ao equilíbrio líquido-líquido. Os valores da pressão interna foram positivos (entre 244 e 440 MPa) e aumentavam com o aumento da composição do dimetil carbonato, uma vez que este apresenta grupos polares. Porém, tais

valores decresciam com o aumento da temperatura, uma vez que a distribuição das moléculas se tornava mais aleatória. Os autores ainda realizaram uma análise das pressões internas atrativa e repulsiva, determinando os expoentes do potencial de Mie, através de ajustes da pressão interna total.

Como continuação do estudo anterior, Lugo et al. (2002) calcularam o volume molar excesso para o sistema (dimetil carbonato + octano) e ajustaram parte dos resultados a um polinômio de Redlich-Kister e a um polinômio que representava tais resultados de forma isotérmica. Os autores também propuseram uma equação para o cálculo do volume molar excesso a uma dada pressão, temperatura e composição. Os resultados do volume molar excesso foram positivos em todas as condições estudadas, o que se compara à tendência observada pelos estudos de Zhou et al. (2010b) e Troncoso et al. (2004), já que as amplitudes das curvas de volume molar excesso são intermediárias às observadas nos sistemas contendo hexano e decano.

## 2.3 ESTUDOS ENVOLVENDO PROPRIEDADES TERMODINÂMICAS DE ÁLCOOIS EM ALTAS PRESSÕES

Abdulagatov e Azizov (2014) mediram dados de densidade para o sistema (1-propanol + água) nas temperaturas de (298 a 582) K e pressões até 40 MPa, em seis diferentes composições. Os dados foram utilizados para o cálculo do volume molar excesso, do volume molar aparente e do volume parcial molar à diluição infinita. Os resultados negativos do volume molar excesso foram atribuídos à diferença de forma e tamanho das moléculas dos componentes e a interações específicas entre os mesmos, principalmente ligações de hidrogênio. O comportamento do volume molar aparente apresentou um mínimo estreito em baixas concentrações do 1-propanol, o que pode estar associado a fortes interações por ligações de hidrogênio entre o soluto (1-propanol) e o solvente (água). A altas temperaturas, contudo, este fenômeno não foi verificado.

Hauk (2011) estudou os sistemas {metil *terc*-butil éter (MTBE) + metanol, ou + etanol, ou + 1-propanol, ou + 1-butanol} à temperatura de 290 K e pressões até 35 MPa. Foram determinados dados de densidade, os quais foram utilizados no cálculo do volume molar excesso, dos volumes parciais molares, dos volumes molares aparentes, dos volumes parciais molares à diluição infinita e dos volumes parciais molares excesso à diluição infinita. Os valores calculados para o volume molar excesso foram ajustados por um polinômio de Redlich-Kister e modelados com base na Teoria PFP. Os resultados negativos para o volume molar excesso

sugerem a predominância de efeitos químicos e estruturais sobre efeitos físicos. Os efeitos estruturais também podem ser verificados pela diminuição do volume molar excesso com o aumento da cadeia carbônica do álcool. Ao se aumentar a pressão, contudo, tais valores aumentam, o que pode estar associado a uma menor acomodação das moléculas do éter e dos álcoois quando o complexo é formado, em comparação com os componentes puros. Os resultados negativos para os volumes parciais molares excesso à diluição infinita reforçam a hipótese de que provavelmente há a predominância de efeitos químicos e estruturais. As conclusões do ajuste pela Teoria PFP, por sua vez, mostram que as contribuições interacionais e do volume livre prevalecem nos sistemas estudados.

Muche (2012) realizou medidas de densidade dos sistemas binários {2-(dimetilamino)etyl metacrilato (DMAEMA) + metanol, ou + etanol, ou + 1-propanol, ou + 1-butanol ou + 1-pentanol} nas temperaturas de (293,15; 303,15 e 313,15) K e pressões entre (0,1 e 35) MPa, em toda a faixa de composição. Tais dados foram utilizados para o cálculo do volume molar excesso, que forneceu resultados negativos em todos os sistemas, o que sugere que efeitos químicos (ligações de hidrogênio entre o éster e os álcoois e interações de elétrons- $\pi$  entre o éster e as hidroxilas dos álcoois) e estruturais predominem sobre os efeitos físicos. Também foram calculados os volumes parciais molares à diluição infinita e os volumes parciais molares excesso à diluição infinita, sendo que os últimos apresentaram valores negativos, contribuindo para a possibilidade da predominância dos efeitos químicos e estruturais. Os valores do volume molar excesso também foram ajustados pelo polinômio de Redlich-Kister e foram utilizados para testar a aplicabilidade da Teoria PFP. As conclusões obtidas com o comportamento das propriedades volumétricas foram reforçadas, pois, dentre as três contribuições decorrentes da Teoria PFP, prevaleceu a contribuição interacional. Apesar de estudarem compostos com estruturas bem diferentes, é interessante notar que os dois últimos estudos citados (HAUK, 2011; MUCHE, 2012) resultaram em conclusões muito semelhantes. Contudo, o volume molar excesso para os sistemas contendo DMAEMA apresentou valores mais negativos que os sistemas contendo MTBE, o que pode ser um indício de que as moléculas dos álcoois estudados interagem mais fortemente ou, até mesmo, se acomodam melhor com as moléculas de DMAEMA.

Alaoui et al. (2011 e 2012) determinaram experimentalmente dados de densidade para o 1-butanol e o 1-hexanol puros nas temperaturas de (293,15 a 403,15) K e pressões até 140 MPa. Os dados foram ajustados pela equação de Tait e usados para o cálculo da expansividade isobárica térmica e da compressibilidade isotérmica. Os autores ainda citaram a importância dos resultados experimentais para o desenvolvimento de uma equação de estado para

substâncias auto-associativas, tais como os álcoois. Por exemplo, os dados obtidos são muito úteis para testar a aplicabilidade de uma equação de estado da família SAFT. Verificou-se ainda um estudo semelhante para o 1-pentanol, realizado por Boned, Baylaucq e Bazile (2008).

Geyer et al. (2001) mediram a densidade dos sistemas líquidos binários (água + 1,2-propanodiol, ou + 1,2-butanodiol) em diferentes composições, temperaturas (288,15 a 308,15 K) e pressões (0,1 a 60 MPa). Os resultados experimentais permitiram os autores determinar os volumes molares excesso, os quais foram correlacionados por um polinômio de Redlich-Kister adaptado por Myers e Scott. Os valores da propriedade excesso estudada foram negativos, e aumentaram com o aumento de temperatura e pressão. Um ponto que poderia ter enriquecido o trabalho seria uma breve introdução a respeito da importância dos dióis em questão. Ademais, em se tratando de compostos associativos, vale salientar que os dados experimentais podem ser aplicados no teste de uma equação de estado, como por exemplo as da família SAFT.

Dávila et al. (2012) determinaram dados de densidade de álcoois primários (etanol a undecanol) na faixa de temperatura de (278,15 a 358,15) K e pressões até 60 MPa e os resultados foram correlacionados pela equação de TRIDEN com 10 parâmetros. Os resultados experimentais da densidade foram usados para o cálculo da compressibilidade isotérmica, da expansividade isobárica térmica e da pressão interna. A densidade diminuiu com o aumento da temperatura e com a diminuição da pressão, porém, aumentou com o aumento da cadeia carbônica do álcool. Os autores observaram que, com o aumento da cadeia carbônica dos álcoois, tanto a compressibilidade isotérmica quanto a expansividade isobárica térmica diminuíram, levando a acreditar que esse comportamento está associado ao empacotamento mais eficiente em álcoois de cadeias mais longas. Por fim, os valores de pressão interna indicaram fortes interações intermoleculares, que se intensificaram com o aumento da cadeia carbônica do álcool.

Cano-Gómez, Iglesias-Silva e Ramos-Estrada (2015) apresentaram uma correlação baseada na equação de Tait, que forneceu um bom ajuste para os dados de densidade a altas pressões (até 279 MPa) para álcoois primários (metanol a 1-decanol). As temperaturas analisadas se encontram na faixa de (173,15 a 373,15) K. Partindo desta equação, os autores ainda obtiveram um modelo para correlacionar dados de viscosidade do metanol ao 1-hecadecanol em pressões até 423 MPa e temperaturas de (293 a 423) K. À pressão atmosférica, a equação para a determinação da viscosidade foi uma função do índice de refração, enquanto, a altas pressões, foi utilizada uma expressão dependente da densidade. Comparativamente ao trabalho citado anteriormente de Dávila et al. (2012), este estudo abrangeu faixas maiores de temperatura e pressão na análise da densidade, além de ter desenvolvido um modelo para

estimativa da viscosidade dos álcoois, enquanto o trabalho anterior se aprofundou no estudo de propriedades volumétricas.

Hayer et al. (2014) realizaram um estudo de predição da densidade de seis álcoois (metanol a 1-hexanol) a diferentes temperatura e pressão, com base em duas abordagens: o método computacional SVM e o modelo termodinâmico CPA EoS. Para todos os álcoois e condições analisadas, o ajuste pelo método SVM forneceu resultados muito próximos dos dados experimentais mesmo a altas pressões, enquanto o modelo CPA EoS resultou em ajustes com consideráveis desvios. Contudo, os autores citaram que o modelo, por ser uma ferramenta preditiva, ainda é muito preciso. Além disso, ele é mais versátil por ter sido desenvolvido através de uma fundamentação teórica, enquanto o método SVM fornece um mero ajuste dos dados, sendo limitado pelas faixas de temperatura e pressão estudadas.

Watson et al. (2006a) mediram a densidade do sistema binário (etanol + heptano) em função da composição, temperatura (293,15 a 333,15 K) e pressão (até 65 MPa), a qual foi correlacionada pela equação de Tait e utilizada para o cálculo da compressibilidade isotérmica, da expansão isobárica térmica e do volume molar excesso. Os autores observaram que o heptano é mais compressível que o etanol em todas as condições estudadas e que o etanol se expande menos que o heptano a baixas pressões. Entretanto, com o aumento da pressão, o etanol tende a sofrer uma expansão maior que o heptano. Tal comportamento pode estar relacionado com as ligações de hidrogênio do etanol, que o tornam mais rígido, diminuindo sua expansão. Contudo, com o aumento da pressão, essas interações se tornam menos importantes em comparação com as forças de dispersão. O volume molar excesso apresentou um desvio positivo da idealidade. Com o aumento da temperatura, o desvio aumentou devido à quebra das ligações de hidrogênio entre os álcoois. Contudo, o aumento da pressão levou a um comportamento contrário, o que pode ser explicado pela diminuição da distância molecular e dos volumes livres permitindo uma melhor acomodação intersticial das moléculas. Conforme será discutido posteriormente, o comportamento do volume molar excesso para o sistema contendo etanol no presente estudo foi semelhante ao observado por Watson et al. (2006a).

Abdulagatov et al. (2008a) mediram dados de densidade e calcularam o volume molar excesso e os volumes parciais molares para o sistema (metanol + etanol) a temperaturas de (298,15 a 423,15) K e pressões até 40 MPa. Os valores do volume molar excesso foram, em sua maioria, negativos. Entretanto, conforme esperado, devido à semelhança química entre os dois componentes, tais valores foram muito baixos, o que comprova que o sistema não desvia muito do comportamento de uma solução ideal. Os autores também utilizaram uma extração analítica para calcular a pressão de vapor e as densidades das misturas saturadas,

com base em valores da literatura. Os resultados experimentais também proporcionaram o desenvolvimento de uma equação de estado.

Hynčica, Hnědkovský e Cibulka (2004) estudaram o volume parcial molar de soluções aquosas de metanol, etanol, 1-propanol e 2-propanol na faixa de temperaturas entre  $T = (298$  e  $573)$  K e pressões até 30 MPa. À diluição infinita, os volumes parciais molares dos propanóis isoméricos resultaram em valores muito próximos. Verificou-se ainda o efeito do aumento da cadeia carbônica na derivada parcial de tais volumes em relação à pressão. Os resultados mostraram que a compressibilidade isotérmica variava pouco em relação aos álcoois.

Zéberg-Mikkelsen, Lugo e Fernández (2005) determinaram a densidade do sistema (etanol + tolueno) como função da pressão (até 45 MPa), temperatura (283,15 a 353,15 K) e composição. Esses resultados foram correlacionados pela equação de Tait e utilizados no cálculo da compressibilidade isotérmica, da expansão isobárica térmica e do volume molar excesso. A baixas temperaturas, o volume molar excesso apresentou um comportamento sigmoidal em função da composição, com valores positivos e negativos ao longo da composição. Os resultados positivos foram atribuídos à quebra das ligações de hidrogênio, sendo acentuados em baixas concentrações do álcool. Contudo, variações no volume livre e possível formação de ligações de hidrogênio entre os elétrons- $\pi$  do anel do tolueno e o grupo hidroxila do álcool contribuíram para valores negativos do volume molar excesso. Em comparação ao estudo de Watson (2006a) já mencionado anteriormente, é interessante notar o efeito do anel aromático no sistema. Mesmo apresentando maior impedimento estérico que o heptano, o tolueno é capaz de realizar ligações de hidrogênio com o álcool, sendo um efeito possivelmente predominante, ao menos a baixas temperaturas. Com o aumento da temperatura, contudo, o volume molar excesso apresentou valores positivos de  $V_m^E$  em toda faixa de composição. Por fim, os autores utilizaram a equação PC-SAFT para predizer os valores de densidade do sistema estudado e, a partir destes, foi calculado o volume molar excesso, o qual apresentou grandes desvios dos valores calculados em relação aos dados experimentais.

Hofman et al. (2008) mediram a densidade do sistema contendo o líquido iônico (LI) etilsulfato de 1-etil-3-metilimidazólio + metanol a temperaturas  $T = (283,15 – 333,15)$  K e pressões  $p = (0,1 – 35)$  MPa. Esses resultados foram correlacionados pela equação de Tait para o LI puro e com base na equação de van Laar para as misturas. Os resultados também possibilitaram o cálculo do volume molar excesso, da expansividade isobárica e da compressibilidade isotérmica, mostrando um forte efeito da pressão e da temperatura sobre as propriedades volumétricas. O volume molar excesso, representado pelas equações de Redlich-

Kister, SSF e de uma soma na forma de termos de van Laar, resultou apenas em valores negativos. Apesar de não ter sido discutido pelos autores, os resultados sugerem que efeitos químicos e estruturais devem ser predominantes no sistema. Essas hipóteses são razoáveis, levando-se em conta que as moléculas de metanol podem interagir fortemente com os íons do LI, além da possibilidade de um empacotamento entre as moléculas na solução, como decorrência da diferença de forma e tamanho entre as mesmas.

Watson et al. (2006b) obtiveram dados de densidade do sistema (1-propanol + tolueno) a temperaturas entre  $T = (293,15 \text{ e } 353,15) \text{ K}$  e de 14 isóbaras até 65 MPa. Esses resultados permitiram aos autores calcular a compressibilidade isotérmica, a expansividade isobárica térmica e o volume molar excesso. O volume molar excesso resultou em um comportamento sigmoidal, com valores negativos na região rica em álcool, e com valores positivos na região de alta concentração do tolueno. Todavia, com o aumento da temperatura esse comportamento desapareceu e os valores do volume molar excesso foram positivos em toda a faixa de composição. Os valores positivos foram explicados em termos da quebra das ligações de hidrogênio do álcool, mais efetiva a baixas concentrações do mesmo. Por sua vez, os valores negativos foram relacionados a fatores estruturais e à formação de interações do tipo doador-aceitor de elétrons entre os compostos. Uma comparação com o trabalho de Zéberg-Mikkelsen, Lugo e Fernández (2005), o qual analisou o sistema (etanol + tolueno), mostrou que, em geral, o aumento da cadeia carbônica do álcool levou a valores mais positivos para o volume molar excesso, o que sugere um aumento de interações físicas entre os compostos, com predominância de forças de dispersão. Além disso, os autores verificaram que as equações de estado PC-SAFT e SAFT-VR são capazes de predizer satisfatoriamente a densidade do sistema estudado nas faixas de temperatura e pressão consideradas, mesmo não sendo empregados parâmetros de interação binária nem levando em conta a presença das interações citadas anteriormente.

#### 2.4 ESTUDOS ENVOLVENDO PROPRIEDADES ESPECTROSCÓPICAS E TERMODINÂMICAS DE SISTEMAS BINÁRIOS

Wisniak et al. (2008) determinaram a densidade dos sistemas binários (dimetil carbonato + butil metacrilato, ou + alil metacrilato, ou + estireno, ou + acetato de vinila) em toda a faixa de composição, à pressão atmosférica e as temperaturas de (293,15; 303,15 e 313,15) K. Os resultados experimentais possibilitaram o cálculo do volume molar excesso, dos volumes parciais molares e dos volumes molares aparentes. Os resultados do volume molar excesso, correlacionados por uma equação de Redlich-Kister e por uma série de polinômios de

Legendre, foram positivos, com exceção do sistema contendo acetato de vinila. Os autores também submeteram os sistemas a análises de espectroscopia na região do infravermelho. Os resultados desta análise, juntamente com os valores do volume molar excesso, sugerem: (1) um efeito repulsivo entre os grupos metil do DMC e o anel aromático do estireno, impedindo a interação do anel com o grupamento carbonila do DMC; (2) efeitos estéricos, causados pelo grupamento metila do butil metacrilato, impedindo a interação da insaturação presente no mesmo com o grupamento carbonila do DMC, levando a valores positivos do volume molar excesso; (3) interação entre o grupamento carbonila do DMC com a insaturação do acetato de vinila, contribuindo para a contração das misturas; (4) resultados semelhantes para o sistema (DMC + alil metacrilato) aos propostos pelo sistema contendo butil metacrilato, ou seja, efeitos estéricos resultando em predominância de forças de repulsão entre as moléculas. Este estudo é um exemplo de como a análise espectroscópica é capaz de fornecer informações conclusivas a respeito de fenômenos microscópicos presentes nos sistemas, sendo, portanto, complementar ao estudo termodinâmico.

Kumar et al. (2012) realizaram um estudo volumétrico, a partir de dados de densidade, para sistemas os binários contendo os líquidos iônicos (LIs) cloreto de 1-butil-3-metilimidazólio, cloreto de 1-octil-3-metilimidazólio e metilsulfato de 1-butil-3-metilimidazólio e etileno glicol (EG) a temperaturas  $T = (298,15 - 318,15)$  K. Além de calculados o volume molar excesso e os volumes molares aparentes, as amostras também foram submetidas a análises de espectroscopia na região do infravermelho e por ressonância magnética nuclear. Os valores positivos do volume molar excesso indicaram a predominância de forças de dispersão em relação aos demais efeitos presentes nas misturas. Contudo, os autores identificaram, através das análises espectroscópicas, a presença de interações entre o grupamento hidroxila do EG e os íons dos LIs. Para os sistemas com LIs contendo os íons cloretos, esse efeito decorrente das interações com EG ocorreu de forma mais acentuada a baixas concentrações de LI. Com o aumento da concentração de LI, as interações com EG diminuíram, sendo observados valores próximos aos característicos de ligações de hidrogênio entre moléculas de EG. É interessante notar que a contradição observada entre as conclusões dos resultados de volume molar excesso e de espectroscopia não necessariamente anula uma das análises. É possível que as interações entre o grupamento hidroxila do EG e os íons dos LIs sejam relevantes. Todavia, pela magnitude do volume molar excesso, é provável que as forças de dispersão entre os compostos sejam predominantes sobre os demais efeitos presentes nos sistemas estudados.

Mehta et al. (2009) mediram o volume molar excesso, em um dilatômetro de diluição contínua, a velocidade do som, a viscosidade e realizaram análises de espectroscopia por ressonância magnética nuclear e na região do infravermelho para os sistemas binários (*N*-metil-2-pirrolidona (NPY) + butanodiois isoméricos) à temperatura de 308,15 K. Os dados foram utilizados no cálculo da compressibilidade isentrópica excesso, do desvio da viscosidade e da energia de Gibbs de ativação do escoamento viscoso excesso. Segundo os autores, os resultados experimentais possibilitaram confirmar a presença de interações de hidrogênio entre os grupamentos hidroxilas dos diois e o grupamento carbonila da NPY. Contudo, o efeito das forças de dispersão na quebra das autoassociações entre os diois também foi verificado. A posição dos grupamentos hidroxilas nos diois também foi comparada: 1,2- e 1,4-butanodiol interagem de forma mais intensa com NPY do que com 1,3- e 2,3-butanodiol.

Balaji et al. (2016) mediram a densidade, a velocidade do som e a viscosidade para os sistemas {*N*-metilformamida (NMF) + 2-metoxietanol (ME), ou + 2-etoxietanol (EE), ou + 2-butoxietanol (BE)} a temperaturas entre  $T = (303,15 - 318,15)$  K. Com os dados experimentais, foram calculados o volume molar excesso, os volumes parciais molares, a compressibilidade isentrópica excesso, o desvio da viscosidade e a energia de Gibbs de ativação do escoamento viscoso excesso. Os autores também realizaram estudos de espectroscopia na região do infravermelho para verificar as possíveis interações entre os componentes presentes nas soluções. Os autores concluíram que, para os sistemas estudados, os efeitos químicos são predominantes. Mais especificamente, predominam ligações de hidrogênio entre o oxigênio do grupamento amida da NMF e o hidrogênio do grupamento hidroxila do ME, EE e do BE, ou ainda, entre o hidrogênio de NMF e o oxigênio do grupamento hidroxila dos 2-alcoxietanois. Vale observar que as análises e conclusões obtidas foram muito semelhantes ao estudo de Mehta et al. (2009) citado anteriormente. Isto era esperado, considerando que as interações entre os compostos descritas em ambos os trabalhos são referentes a grupamentos semelhantes.

Soldatović et al. (2016) determinaram dados de densidade, viscosidade e índice de refração para os sistemas binários (nicotina + 1-butanol, ou + 2-butanol, ou + 1,2-propanodiol, ou + 1,3-propanodiol) na faixa de temperaturas de  $T = (293,15 - 323,15)$  K e à pressão atmosférica. As medidas experimentais possibilitaram a determinação do volume molar excesso ( $V_m^E$ ), do desvio da viscosidade ( $\Delta\eta$ ), do desvio do índice de refração ( $\Delta n_D$ ), da energia de Gibbs de ativação do escoamento viscoso excesso ( $\Delta G^{*E}$ ), do coeficiente de expansão térmica ( $\alpha$ ), do coeficiente de expansão térmica excesso ( $\alpha^E$ ) e dos volumes parciais molares ( $\bar{V}_i$ ) e parciais molares excesso ( $\bar{V}_i^E$ ). Também foram realizadas análises de espectroscopia FT-IR a 298,15

K. Foram observados valores negativos para  $V_m^E$ , positivos para  $\Delta n_D$ , positivos e negativos para  $\Delta\eta$ , positivos e negativos para  $\Delta G^{*E}$ , positivos para  $\alpha^E$  (exceto para o sistema contendo 1-butanol) e negativos para  $\bar{V}_i^E$ . Os resultados termodinâmicos, juntamente com aqueles obtidos por espectroscopia, possibilitaram concluir a predominância de efeitos químicos, devido a ligações de hidrogênio entre os hidrogênios dos grupamentos hidroxilas do 2-butanol e dos diois e os nitrogênios da piridina e piperidina presentes na nicotina. Contudo, para o sistema contendo 1-butanol, as ligações de hidrogênio não foram comprovadas, prevalecendo, portanto, efeitos estruturais associados ao eficiente empacotamento molecular decorrentes da diferença entre os volumes molares do álcool e da nicotina.

Libório (2015) mediu a densidade, velocidade do som e viscosidade dos sistemas binários (dietil malonato + metanol, ou + etanol, ou + 1-propanol, ou + 1-butanol, ou + 1-pentanol) nas temperaturas de (288,15 a 308,15) K. Com estes resultados, foram calculados o volume molar excesso, o desvio da compressibilidade isentrópica e o desvio da viscosidade. Com o objetivo de estudar as possíveis interações intermoleculares, também foram realizadas análises de espectroscopia FT-IR e RMN. Para o sistema contendo metanol, os resultados sugerem a predominância de efeitos estruturais e químicos. Para o sistema com etanol, houve uma alternância de sinais, podendo estar associada aos três efeitos (químicos, físicos e estruturais). Já os resultados dos demais sistemas podem ser relativos à predominância de efeitos físicos. As análises de espectroscopia FT-IR podem indicar um enfraquecimento das interações entre os álcoois puros. Conforme será apresentado posteriormente, os resultados obtidos no presente trabalho são muito próximos aos de Libório (2015), o que pode ser explicado devido à semelhança entre os grupos funcionais do dietil malonato e do dimetil carbonato. Portanto, são esperadas interações semelhantes quando tais compostos formam soluções com álcoois.

### 3 FORMALISMO TERMODINÂMICO

O formalismo termodinâmico apresentado a seguir segue o trabalho de Torres (1998).

#### 3.1 FUNÇÕES EXCESSO

Funções excesso são grandezas termodinâmicas que descrevem o desvio do comportamento de uma solução real em relação a uma solução ideal nas mesmas condições de temperatura, pressão e composição. Apesar do conceito ter sido utilizado por Scatchard (1931), o termo função excesso foi introduzido por Scatchard e Hamer (1935) e, posteriormente, sua definição foi estabelecida por Scatchard (1937, 1938).

A representação matemática de uma função excesso é dada pela equação (1), onde  $M$  é uma grandeza extensiva qualquer de um sistema com  $j$  componentes,  $T$  é a temperatura do sistema,  $p$  é a pressão do sistema e  $n_i$  é o número de mols do componente  $i$  no sistema.

$$M^E(T, p, n_1 \dots) = M(T, p, n_1 \dots) - M^{\text{ideal}}(T, p, n_1 \dots) \quad (1)$$

O conceito de grandeza excesso também pode ser escrito para grandezas molares e grandezas parciais molares, através das equações (2) e (3), respectivamente.

$$M_m^E(T, p, x_1 \dots) = M_m(T, p, x_1 \dots) - M_m^{\text{ideal}}(T, p, x_1 \dots) \quad (2)$$

$$\overline{M}_i^E(T, p, x_1 \dots) = \overline{M}_i(T, p, x_1 \dots) - \overline{M}_i^{\text{ideal}}(T, p, x_1 \dots) \quad (3)$$

O formalismo termodinâmico para muitas das grandezas excesso fornece relações análogas às funções termodinâmicas usuais, conforme exemplos mostrados nas equações seguintes, para a entalpia ( $H$ ), energia de Gibbs ( $G$ ), energia de Helmholtz ( $A$ ), calor específico ( $C_p$ ) e potencial químico ( $\mu_i$ ).

$$H = U + pV \quad H^E = U^E + pV^E \quad (4)$$

$$G = H - TS \quad G^E = H^E - TS^E \quad (5)$$

$$A = U - TS \quad A^E = U^E - TS^E \quad (6)$$

$$C_p = \left( \frac{\partial H}{\partial T} \right)_{p,x} \quad C_p^E = \left( \frac{\partial H^E}{\partial T} \right)_{p,x} \quad (7)$$

$$\left[ \frac{\partial(\mu_i/T)}{\partial T} \right]_{p,x} = -\frac{\bar{H}_i}{T^2} \quad \left[ \frac{\partial(\mu_i^E/T)}{\partial T} \right]_{p,x} = -\frac{\bar{H}_i^E}{T^2} \quad (8)$$

Contudo, tal analogia não pode ser aplicada para algumas propriedades intensivas, como pode ser observado, por exemplo, pelo coeficiente de expansão térmica ( $\alpha$ ), definido por:

$$\alpha = \frac{1}{V} \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_{p,x} \quad (9)$$

Considerando uma solução ideal, a definição é análoga, dada por:

$$\alpha^{\text{ideal}} = \frac{1}{V^{\text{ideal}}} \left( \frac{\partial V^{\text{ideal}}}{\partial T} \right)_{p,x} \quad (10)$$

O coeficiente de expansão térmica excesso pode ser escrito a partir do conceito de grandeza excesso, resultando na equação (11).

$$\alpha^E = \alpha - \alpha^{\text{ideal}} \quad (11)$$

A substituição das equações (9) e (10) na equação (11) resulta em:

$$\alpha^E = \frac{1}{V} \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_{p,x} - \frac{1}{V^{\text{ideal}}} \left( \frac{\partial V^{\text{ideal}}}{\partial T} \right)_{p,x} \quad (12)$$

A equação (12) também pode ser escrita como a equação abaixo:

$$\alpha^E = \frac{1}{V} \left[ \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_{p,x} - \frac{V}{V^{\text{ideal}}} \left( \frac{\partial V^{\text{ideal}}}{\partial T} \right)_{p,x} \right] \quad (13)$$

Substituindo  $V = V^E + V^{\text{ideal}}$  na equação (13), tem-se:

$$\alpha^E = \frac{1}{V} \left[ \left( \frac{\partial (V^E + V^{\text{ideal}})}{\partial T} \right)_{p,x} - \frac{(V^E + V^{\text{ideal}})}{V^{\text{ideal}}} \left( \frac{\partial V^{\text{ideal}}}{\partial T} \right)_{p,x} \right] \quad (14)$$

Reescrevendo a equação (14), é possível obter:

$$\alpha^E = \frac{1}{V} \left[ \left( \frac{\partial V^E}{\partial T} \right)_{p,x} + \left( \frac{\partial V^{\text{ideal}}}{\partial T} \right)_{p,x} - \frac{V^E}{V^{\text{ideal}}} \left( \frac{\partial V^{\text{ideal}}}{\partial T} \right)_{p,x} - \left( \frac{\partial V^{\text{ideal}}}{\partial T} \right)_{p,x} \right] \quad (15)$$

Assim, pode-se mostrar que a analogia descrita anteriormente não é válida para esta propriedade intensiva, pois:

$$\alpha^E = \frac{1}{V} \left[ \left( \frac{\partial V^E}{\partial T} \right)_{p,x} - V^E \alpha^{\text{ideal}} \right] \neq \frac{1}{V^E} \left( \frac{\partial V^E}{\partial T} \right)_{p,x} \quad (16)$$

### 3.2 VOLUME MOLAR EXCESSO

O volume molar excesso pode ser definido pela equação (17), obtida a partir do conceito de uma grandeza excesso.

$$V_m^E = V_m - V_m^{\text{ideal}} \quad (17)$$

Para uma solução multicomponente, o volume molar ideal pode ser descrito pela equação (18), sendo  $x_i$  a fração molar do componente  $i$  na solução e  $V_i^{\text{o}}$  o volume molar do componente  $i$ .

$$V_m^{\text{ideal}} = \sum_{i=1}^m x_i V_i^{\text{o}} \quad (18)$$

Ao se aplicar a equação (18) para um sistema líquido binário e substituir na equação (17), obtém-se:

$$V_m^E = V_m - x_1 V_1^{\text{o}} - x_2 V_2^{\text{o}} \quad (19)$$

Reescrevendo a equação (19) em função das densidades da solução ( $\rho$ ), dos componentes puros ( $\rho_i$ ) e das massas molares dos componentes ( $M_i$ ), é possível escrever:

$$V_m^E = \frac{x_1 M_1 + x_2 M_2}{\rho} - x_1 \frac{M_1}{\rho_1} - x_2 \frac{M_2}{\rho_2} = x_1 M_1 \left( \frac{1}{\rho} - \frac{1}{\rho_1} \right) + x_2 M_2 \left( \frac{1}{\rho} - \frac{1}{\rho_2} \right) \quad (20)$$

### 3.3 VOLUME PARCIAL MOLAR

O formalismo termodinâmico permite a determinação de grandezas parciais molares a partir de grandezas molares aparentes ou de grandezas molares da solução.

Considerando um sistema binário, o volume molar do mesmo pode ser definido como a relação entre o volume total e o somatório do número de mols dos componentes presentes na solução:

$$V_m = \frac{V}{n_1 + n_2} \quad (21)$$

Em uma solução binária, o volume parcial molar do componente 1 pode ser definido pela equação abaixo (GUGGENHEIM, 1967):

$$\bar{V}_1 = \left( \frac{\partial V}{\partial n_1} \right)_{T, p, n_2} \quad (22)$$

Tal definição provém da seguinte equação para um sistema com  $m$  componentes:

$$V = \sum_{i=1}^m n_i \bar{V}_i \quad (23)$$

Ao se derivar a equação (21) em relação a  $n_1$ , aplicando a mesma para um sistema binário e mantendo constantes a temperatura, a pressão e o número de mols do componente 2, tem-se como resultado a seguinte equação:

$$\left( \frac{\partial V_m}{\partial n_1} \right)_{T, p, n_2} = \frac{(n_1 + n_2)(\partial V / \partial n_1)_{T, p, n_2} - V}{(n_1 + n_2)^2} \quad (24)$$

Novamente utilizando a equação (21), na forma  $V = V_m(n_1 + n_2)$ , e substituindo a equação (24), obtém-se:

$$\left( \frac{\partial V_m}{\partial n_1} \right)_{T,p,n_2} = \frac{\bar{V}_1}{n_1 + n_2} - \frac{V_m}{n_1 + n_2} \quad (25)$$

Define-se a fração molar do componente 1 pela equação (26):

$$x_1 = \frac{n_1}{n_1 + n_2} \quad (26)$$

Derivando a equação (26) em relação a  $n_1$ , mantendo a temperatura, a pressão e o número de mols do componente 2 constantes, é possível escrever:

$$\left( \frac{\partial x_1}{\partial n_1} \right)_{T,p,n_2} = \frac{n_2}{(n_1 + n_2)^2} \quad (27)$$

A derivada parcial do volume molar em relação a  $n_1$  pode ser escrita aplicando a derivação em cadeia.

$$\left( \frac{\partial V_m}{\partial n_1} \right)_{T,p,n_2} = \left( \frac{\partial V_m}{\partial x_1} \right)_{T,p} \left( \frac{\partial x_1}{\partial n_1} \right)_{T,p,n_2} = \left( \frac{\partial V_m}{\partial x_1} \right)_{T,p} \frac{n_2}{(n_1 + n_2)^2} = \frac{\bar{V}_1}{n_1 + n_2} - \frac{V_m}{n_1 + n_2} \quad (28)$$

Considerando os dois últimos membros da igualdade acima, a mesma pode ser reescrita como:

$$\left( \frac{\partial V_m}{\partial x_1} \right)_{T,p} \frac{n_2}{(n_1 + n_2)} = \bar{V}_1 - V_m \quad (29)$$

Assim, é possível expressar o volume parcial molar como:

$$\bar{V}_1 = V_m + x_2 \left( \frac{\partial V_m}{\partial x_1} \right)_{T,p} \quad (30)$$

Analogamente, o volume parcial molar para o componente 2 pode ser determinado pela equação (31).

$$\bar{V}_2 = V_m + x_1 \left( \frac{\partial V_m}{\partial x_2} \right)_{T,p} \quad (31)$$

### 3.4 VOLUME PARCIAL MOLAR EXCESSO

O volume parcial molar excesso de um componente em solução é definido pela diferença entre o volume parcial molar e o volume molar do componente puro. Considerando uma solução binária, pode-se escrever o volume parcial molar excesso para os componentes 1 e 2 fazendo uso das equações seguintes:

$$\bar{V}_1^E = \bar{V}_1 - V_1^\circ \quad (32)$$

$$\bar{V}_2^E = \bar{V}_2 - V_2^\circ \quad (33)$$

Tais grandezas também podem ser determinadas por analogia das equações (30) e (31).

$$\bar{V}_1^E = V_m^E + x_2 \left( \frac{\partial V_m^E}{\partial x_1} \right)_{T,p} \quad (34)$$

$$\bar{V}_2^E = V_m^E + x_1 \left( \frac{\partial V_m^E}{\partial x_2} \right)_{T,p} \quad (35)$$

### 3.5 VOLUME PARCIAL MOLAR E PARCIAL MOLAR EXCESSO EM SOLUÇÕES DILUÍDAS

O estudo do volume parcial molar e parcial molar excesso em soluções diluídas pode fornecer informações importantes relacionadas a interações soluto-solvente, uma vez que, em tais condições, as moléculas de soluto se encontram isoladasumas das outras, e as interações soluto-soluto desaparecem (ABDULAGATOV; AZIZOV, 2014).

Para sistemas binários, o volume parcial molar do componente 1 à diluição infinita pode ser determinado aplicando a equação (30) para  $x_1 = 0$  e  $x_2 = 1$ . De forma análoga, determina-se o volume parcial molar do componente 2 à diluição infinita através da substituição de  $x_1 = 1$  e  $x_2 = 0$  na equação (31).

### 3.6 VOLUME MOLAR APARENTE

O volume molar aparente ( $V_\phi$ ) é uma grandeza que, embora apresente pouca utilidade termodinâmica, pode ser utilizada como uma alternativa para determinar o volume parcial molar.

Escrevendo a equação (23) para uma grandeza extensiva  $M$ , tem-se:

$$M = \sum_{i=1}^m n_i \bar{M}_i \quad (36)$$

A relação entre  $M$  e  $M_{\phi_i}$ , a grandeza molar aparente do componente  $i$ , é dada pela equação (37), onde  $M_j^\circ$  a grandeza molar do componente puro  $j$  (ACREE, 1984):

$$M = n_i M_{\phi_i} + \sum_{j=1; j \neq i}^m n_j M_j^\circ \quad (37)$$

A equação (37) também pode ser reescrita como:

$$M_{\phi_i} = \frac{M - \sum_{j=1; j \neq i}^m n_j M_j^\circ}{n_i} \quad (38)$$

Ao se derivar a equação (37) em relação a  $n_i$ , mantendo constantes a temperatura, a pressão, e o número de mols dos demais componentes  $j$ , obtém-se:

$$\left( \frac{\partial M}{\partial n_i} \right)_{T, p, n_j \neq n_i} = \bar{M}_i = M_{\phi_i} + n_i \left( \frac{\partial M_{\phi_i}}{\partial n_i} \right)_{T, p, n_j \neq n_i} \quad (39)$$

Aplicando a equação (39) para uma diluição infinita do componente  $i$ , é possível observar que a grandeza molar aparente é idêntica à grandeza parcial molar:

$$\lim_{n_i \rightarrow 0} M_{\phi_i} = \bar{M}_i \quad (40)$$

A grandeza molar aparente também pode ser relacionada com a respectiva grandeza molar excesso. Utilizando como exemplo o volume molar aparente para o componente 1 de um sistema binário, pode-se escrever, a partir da equação (38):

$$V_{\phi_1} = \frac{V_m - x_2 V_2^o}{x_1} \quad (41)$$

Substituindo a equação (19) na equação (41), tem-se como resultado:

$$V_{\phi_1} = \frac{V_m^E + x_1 V_1^o}{x_1} \quad (42)$$

Analogamente, para o componente 2:

$$V_{\phi_2} = \frac{V_m^E + x_2 V_2^o}{x_2} \quad (43)$$

Portanto, aplicando a equação (40) em (42), é possível determinar o volume parcial molar à diluição infinita do componente 1 a partir de uma extrapolação da tendência do  $V_{\phi_1}$  para  $x_1 = 0$ . Analogamente, por meio da equação (43), extrapolando a tendência do  $V_{\phi_2}$  para  $x_1 = 1$  determina-se o volume parcial molar à diluição infinita para o componente 2.

Por fim, há ainda um terceiro método para o cálculo dos volumes parciais molares à diluição infinita, que consiste no conceito de “volume reduzido”. Este pode ser obtido rearranjando a equação (42) e dividindo-a por  $x_2$ :

$$\frac{V_m^E}{x_1 x_2} = \frac{V_{\phi_1} - V_1^o}{x_2} \quad (44)$$

Ao se realizar uma extrapolação do “volume reduzido” para os pontos extremos ( $x_1 = 0$  e  $x_2 = 0$ ), são obtidos os volumes parciais molares excesso à diluição infinita dos componentes presentes nas soluções binárias. Fazendo uso das equações (32) e (33), pode-se converter facilmente tais valores nos respectivos volumes parciais molares à diluição infinita.

## 4 MODELAGEM

Este tópico descreve os modelos que foram utilizados para ajustar os dados experimentais de densidade e as propriedades termodinâmicas derivadas dela.

### 4.1 EQUAÇÃO DE TAIT

Os estudos realizados por Hayward (1967) e Dymond e Malhotra (1988) apresentam de forma detalhada como foi desenvolvida a equação de Tait (TAIT, 1888).

Peter Guthrie Tait desenvolveu a equação de Tait a partir dos experimentos realizados na expedição do *H.M.S. Challenger*, entre 1873 e 1876. Com o equipamento que Tait construiu, ele determinou a compressibilidade média da água doce e da água do mar e, a partir do comportamento dos dados obtidos, escreveu a isoterma abaixo (DYMOND; MALHOTRA, 1988).

$$\frac{V_0 - V}{pV_0} = \frac{A}{\pi + p} \quad (45)$$

Na equação acima,  $V_0$  representa o volume da água doce a 1 atm,  $V$  é o volume devido à pressão adicional  $p$ , e  $A$  e  $\pi$  são constantes determinadas pela correlação dos dados de  $V$  e  $p$ .

A equação de Tait representa satisfatoriamente os dados de compressibilidade para sólidos, até a ordem de GPa de pressão. Para certos líquidos orgânicos, a equação fornece resultados precisos somente até 150 MPa. Para a água, é possível obter valores satisfatórios até 300 MPa.

Em 1895, Tamman reescreveu a equação de Tait fazendo uso da seguinte equação diferencial (TAMMANN, 1895):

$$-\frac{dV}{dp} = \frac{C}{B + p} \quad (46)$$

A equação (46) pode ser integrada, de modo a se obter a equação abaixo, onde  $C$  e  $B$  são constantes para uma determinada isoterma.

$$V = V_0 \left[ 1 - C \ln \left( \frac{B + p}{B + p_0} \right) \right] \quad (47)$$

A equação (47) pode ainda ser expressa por uma equação equivalente em termos das densidades:

$$\rho = \frac{\rho_0}{1 - C \ln\left(\frac{B + p}{B + p_0}\right)} \quad (48)$$

A equação (48) é denominada equação de Tait modificada. Apesar de não fornecer ajustes tão bons para a água em comparação à equação (45), a equação de Tait modificada tem sido utilizada para representar dados de densidade a altas pressões para líquidos e misturas de líquidos, inclusive para pressões superiores a 150 MPa (DYMOND; MALHOTRA, 1988). Tal equação tem sido utilizada para correlacionar dados de densidade a altas pressões, conforme verificado em vários estudos (ALAOUI et al., 2011; ALAOUI et al., 2012; GAYOL et al., 2013; COMUÑAS et al., 2000; COMUÑAS et al., 2001; BONED; BAYLAUCQ; BAZILE, 2008; LUGO et al., 2001; MIYAKE et al., 2008; REGUEIRA; LUGO; FERNÁNDEZ, 2012; TRONCOSO et al., 2004).

Na equação (48),  $\rho_0$  representa a densidade à pressão atmosférica, sendo dependente da temperatura,  $T$ , e da composição molar dos sistemas binários,  $x_1$ , conforme equação abaixo:

$$\rho_0 = x_1 D_1 + (1 - x_1) D_2 + x_1 (1 - x_1) (D_3 + D_4 T + D_5 x_1 T) \quad (49)$$

Os parâmetros  $D_1$  e  $D_2$  representam as densidades dos componentes puros dos sistemas binários à pressão atmosférica, sendo expressos por polinômios de primeiro grau em função da temperatura:

$$D_1 = D_{10} + D_{11} T \quad (50)$$

$$D_2 = D_{20} + D_{21} T \quad (51)$$

Ainda na equação (48), tem-se  $B$ , que foi expresso pelo seguinte polinômio:

$$B = x_1 B_1 + (1 - x_1) B_2 + x_1 (1 - x_1) (B_3 + B_4 T + B_5 x_1 T) \quad (52)$$

Na equação (52),  $B_1$  e  $B_2$ , parâmetros relacionados aos componentes puros, foram expressos em função da temperatura conforme equações abaixo:

$$B_1 = B_{10} + B_{11}T \quad (53)$$

$$B_2 = B_{20} + B_{21}T \quad (54)$$

Já o terceiro parâmetro da equação de Tait modificada,  $C$ , foi considerado dependente somente da composição do sistema binário, por meio de um simples polinômio:

$$C = x_1 C_1 + (1 - x_1) C_2 \quad (55)$$

Nas equações (49), (50) e (51),  $D_{10}$ ,  $D_{11}$ ,  $D_{20}$ ,  $D_{21}$ ,  $D_3$ ,  $D_4$  e  $D_5$  são parâmetros ajustáveis aos valores de densidade dos componentes puros e dos sistemas binários em diferentes composições e à pressão atmosférica. Já nas equações (52), (53), (54) e (55),  $B_{10}$ ,  $B_{11}$ ,  $B_{20}$ ,  $B_{21}$ ,  $B_3$ ,  $B_4$ ,  $B_5$ ,  $C_1$  e  $C_2$  são parâmetros ajustáveis com base nos dados de densidade dos componentes puros e dos sistemas binários em diferentes composições e pressões. Os 16 parâmetros acima foram determinados para cada sistema binário com base na minimização do desvio-padrão ( $\sigma$ ), conforme equação (56). Esse procedimento que leva em conta o somatório dos erros quadráticos entre os valores de densidade calculados pela equação de Tait modificada e os valores experimentais de densidade, bem como o número de dados experimentais ( $N$ ).

$$\sigma = \left[ \frac{\sum_{i=1}^N (\rho_{\text{cal},i} - \rho_{\text{exp},i})^2}{N} \right]^{1/2} \quad (56)$$

Neste trabalho, o ajuste dos parâmetros descritos acima partiu de uma estimativa inicial nula para todos e foi realizado em etapas, conforme a seguinte metodologia:

- 1) Com os valores de densidade à pressão atmosférica para o componente 1 puro ( $D_1$ ), os parâmetros  $D_{10}$  e  $D_{11}$  foram determinados, com base nas equações (50) e (56);
- 2) Com os valores de densidade à pressão atmosférica para o componente 2 puro ( $D_2$ ), os parâmetros  $D_{20}$  e  $D_{21}$  foram determinados, com base nas equações (51) e (56);
- 3) Utilizando as equações (49) e (56) e os dados de densidade à pressão atmosférica dos sistemas binários, os parâmetros  $D_3$ ,  $D_4$  e  $D_5$  puderam ser estimados;
- 4) Considerando os resultados de densidade para o componente 1 puro em diferentes pressões, através das equações (48), (52), (53), (55) e (56), foram ajustados os parâmetros  $B_{10}$ ,  $B_{11}$  e  $C_1$ ;

- 5) Considerando os resultados de densidade para o componente 2 puro em diferentes pressões, através das equações (48), (52), (54), (55) e (56), foram ajustados os parâmetros  $B_{20}$ ,  $B_{21}$  e  $C_2$ ;  
 6) Por fim, ao se utilizar as equações (48), (52) e (56) e os dados de densidade dos sistemas binários em diferentes pressões, os parâmetros  $B_3$ ,  $B_4$  e  $B_5$  foram determinados.

Com o ajuste dos dados de densidade utilizando a equação (48), é possível calcular a compressibilidade isotérmica ( $\kappa$ ), o coeficiente de expansão térmica ( $\alpha$ ) e a pressão interna ( $\pi$ ):

$$\kappa = -\frac{1}{V} \left( \frac{\partial V}{\partial p} \right)_T = \frac{1}{\rho} \left( \frac{\partial \rho}{\partial p} \right)_T = \frac{C}{(B+p) \left[ 1 - C \ln \left( \frac{B+p}{B+p_0} \right) \right]} \quad (57)$$

$$\begin{aligned} \alpha &= \frac{1}{V} \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_p = -\frac{1}{\rho} \left( \frac{\partial \rho}{\partial T} \right)_p = \\ &= -\frac{x_1 D_{11} + (1-x_1) D_{21} + x_1 (1-x_1) (D_4 + D_5 x_1)}{\rho_0} - \\ &\quad - \kappa \left[ 1 - \left( \frac{B+p}{B+p_0} \right) \right] \left[ x_1 B_{11} + (1-x_1) B_{21} + x_1 (1-x_1) (B_4 + B_5 x_1) \right] \end{aligned} \quad (58)$$

$$\pi = \left( \frac{\partial U}{\partial V} \right)_T = T \left( \frac{\partial P}{\partial T} \right)_V - p = T \frac{\alpha}{\kappa} - p \quad (59)$$

## 4.2 EQUAÇÃO DE REDLICH-KISTER

Redlich e Kister (1948) desenvolveram um método para representar propriedades termodinâmicas de soluções não-eletrolíticas. Segundo os autores, o tratamento de dados experimentais deve eliminar inconsistências sem distorcer os resultados pela implementação de condições arbitrárias, deve ser flexível de modo a ser aplicável praticamente a todos os casos, e deve ser simples na operação.

A forma mais simples da equação de Redlich-Kister consiste em uma função polinomial, de modo que, para um sistema binário, ela pode ser expressa pela equação (60), onde  $x_i$  é a

fração molar do componente  $i$  e  $A_j$  são os coeficientes determinados pelo ajuste dos dados experimentais.

$$V_m^E = x_1 x_2 \left[ A_0 + A_1 (x_2 - x_1) + A_2 (x_2 - x_1)^2 + \dots \right] \quad (60)$$

Reescrevendo a equação acima apenas em função de  $x_1$ , ela pode ser apresentada pela seguinte equação:

$$V_m^E = x_1 (1 - x_1) \sum_{j=0}^n A_j (1 - 2x_1)^j \quad (61)$$

Peneloux (1974) recomenda uma regra bem rigorosa para o cálculo do número da ordem do polinômio no somatório ( $n$ ) pela seguinte equação:

$$n = 1 + \text{inteiro} \left( \frac{N - 4}{8} \right) \quad (62)$$

onde  $N$  é o número de dados experimentais.

Já Treszczanowicz, Treszczanowicz e Benson (1993) sugerem que não sejam utilizados menos que 3 a 4 pontos experimentais por parâmetro.

Os coeficientes de Redlich-Kister podem ser determinados através da minimização do desvio-padrão ( $\sigma$ ), dado pela equação (63). No presente estudo, assumiu-se uma estimativa inicial nula para todos os parâmetros.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (V_{m,cal,i}^E - V_{m,exp,i}^E)^2}{N - n}} \quad (63)$$

Através da combinação das equações (32) e (34), já descritas anteriormente, pode-se escrever o volume parcial molar para o composto 1 através da equação:

$$\bar{V}_1 = V_m^E + V_1^o + (1 - x_1) \left( \frac{\partial V_m^E}{\partial x_1} \right)_{T,p} \quad (64)$$

De forma semelhante, combinando as equações (33) e (35), obtém-se:

$$\bar{V}_2 = V_m^E + V_2^o - x_1 \left( \frac{\partial V_m^E}{\partial x_1} \right)_{T,p} \quad (65)$$

Substituindo a equação (61) em (64) e (65), e aplicando a derivada na função do volume molar excesso, obtém-se:

$$\bar{V}_1 = V_1^o + (1-x_1)^2 \sum_{j=0}^n A_j (1-2x_1)^j - 2x_1 (1-x_1)^2 \sum_{j=0}^n A_j (j)(1-2x_1)^{j-1} \quad (66)$$

$$\bar{V}_2 = V_2^o + x_1^2 \sum_{j=0}^n A_j (1-2x_1)^j + 2x_1^2 (1-x_1) \sum_{j=0}^n A_j (j)(1-2x_1)^{j-1} \quad (67)$$

O volume parcial molar à diluição infinita para o componente 1 pode ser determinado aplicando-se a equação (66) para  $x_1 = 0$ .

$$\bar{V}_1^\infty = V_1^o + \sum_{j=0}^n A_j \quad (68)$$

Já para o composto 2, o volume parcial molar à diluição infinita é obtido substituindo  $x_1 = 1$  na equação (67).

$$\bar{V}_2^\infty = V_2^o + \sum_{j=0}^n A_j (-1)^j \quad (69)$$

#### 4.3 TEORIA PFP

A Teoria de Prigogine-Flory-Patterson (PFP) foi desenvolvida a partir dos estudos de Prigogine (1957), Flory, Orwoll e Vrij (1964a e 1964b), e Patterson e Delmas (1970). Anteriormente à Teoria PFP, a Teoria de Prigogine-Flory descrevia o comportamento termodinâmico de soluções líquidas através de três contribuições: um termo combinatório, um termo referente às diferenças químicas entre os componentes presentes na solução e um termo referente ao volume livre. Contudo, quando as substâncias apresentam formas ou tamanhos muito distintos, o modelo não é adequado. Os estudos de Patterson e Delmas (1970) contribuíram para a extensão da Teoria de Flory, originando a Teoria PFP.

O cálculo do volume molar excesso, segundo a Teoria PFP, se dá através de três contribuições: um termo de interação molecular, proporcional ao parâmetro de Flory ( $\chi_{12}$ ); um termo de contribuição do volume, relacionado com a diferença do grau de expansão entre os

componentes; e um termo relacionado à pressão interna, dependente das diferenças de pressão interna e volumes reduzidos dos componentes. A equação para o volume molar excesso descrito pela Teoria pode ser escrita da seguinte forma:

$$\begin{aligned} \frac{V_m^E}{x_1 V_1^* + x_2 V_2^*} &= \frac{\left(\tilde{V}^{1/3} - 1\right) \tilde{V}^{2/3} \psi_1 \theta_2 \left(\chi_{12}/P_1^*\right)}{\left((4/3)\tilde{V}^{-1/3} - 1\right)} - \frac{\left(\tilde{V}_1 - \tilde{V}_2\right)^2 \left((14/9)\tilde{V}^{-1/3} - 1\right) \psi_1 \psi_2}{\left((4/3)\tilde{V}^{-1/3} - 1\right) \tilde{V}} + \\ &\quad (\text{Contribuição } \chi_{12}) \qquad \qquad \qquad (\text{Contribuição } \tilde{V}) \\ &+ \frac{\left(\tilde{V}_1 - \tilde{V}_2\right) \left(P_1^* - P_2^*\right) \psi_1 \psi_2}{P_2^* \psi_1 + P_1^* \psi_2} \qquad \qquad \qquad (70) \\ &\quad (\text{Contribuição } P^*) \end{aligned}$$

O volume reduzido pode ser determinado pela equação abaixo (FLORY; ORWOLL; VRIJ, 1964a e 1964b), sendo  $\alpha_i$  ( $i = 1, 2$ ) o coeficiente de expansão térmica.

$$\tilde{V}_i = \left[ \frac{1 + (4/3)\alpha_i T}{1 + \alpha_i T} \right]^3 \qquad (71)$$

Os volumes característicos são definidos por:

$$V_i^* = \frac{V_i}{\tilde{V}_i} \qquad (72)$$

A pressão característica é dada pela equação abaixo, em que  $T$  é a temperatura absoluta e  $\kappa_i$  é a compressibilidade isotérmica.

$$P_i^* = \frac{T \tilde{V}_i^2 \alpha_i}{\kappa_i} \qquad (73)$$

As frações da energia de contato entre as moléculas são dadas por:

$$\psi_1 = 1 - \psi_2 = \frac{\Phi_1 P_1^*}{\Phi_1 P_1^* + \Phi_2 P_2^*} \qquad (74)$$

As frações volumétricas podem ser determinadas por:

$$\Phi_1 = 1 - \Phi_2 = \frac{x_1 V_1^*}{x_1 V_1^* + x_2 V_2^*} \qquad (75)$$

A fração superficial é calculada por:

$$\theta_2 = \frac{\Phi_2 S_2}{\Phi_1 S_1 + \Phi_2 S_2} \quad (76)$$

$S_1$  e  $S_2$  são as relações entre a área e o volume das moléculas 1 e 2, determinadas pelo método de Bondi (1964).

Os resultados experimentais do  $V_m^E$  foram usados para testar a aplicabilidade da teoria PFP. O parâmetro  $\chi_{12}$  foi determinado através do método dos mínimos quadrados conjuntamente com o método de Levenberg-Marquardt (MARQUARDT, 1963). A função objetivo utilizada foi o somatório do quadrado da diferença entre os valores calculados e os valores experimentais (método dos mínimos quadrados), dada por:

$$F = \frac{1}{2} \left[ \sum_{i=1}^N (V_{m,cal,i}^E - V_{m,exp,i}^E)^2 \right] \quad (77)$$

#### 4.4 MODELO ERAS

Em 1985, Andreas Heintz combinou, por meio de uma função partição, o modelo de solução associada real (KRETSCHMER; WIEBE, 1954; RENON; PRAUSNITZ, 1967) com uma contribuição do efeito do volume livre, usando a equação de estado desenvolvida por Flory Orwoll e Vrij (1964a e 1964b). Tal combinação deu origem ao chamado Modelo de Solução Associada Real Estendida, ou simplesmente, Modelo ERAS.

O volume molar excesso calculado pelo do modelo ERAS é decorrente de uma contribuição física e uma contribuição química, conforme equação abaixo:

$$V_{m,cal}^E = V_F^E + V_Q^E \quad (78)$$

##### 4.4.1 Contribuição física (Teoria de Flory)

A contribuição física das propriedades excesso necessária para o desenvolvimento do Modelo ERAS advém da equação de estado proposta por Flory, Orwoll e Vrij (1964a e 1964b). Tal equação é aplicada tanto para componentes puros quanto para misturas e é baseada na teoria de Prigogine (1957) de divisão de moléculas em segmentos. A equação de Flory é dada pela seguinte expressão, na forma reduzida:

$$\frac{\tilde{P}\tilde{V}}{\tilde{T}} = \frac{\tilde{V}^{1/3}}{\tilde{V}^{1/3} - 1} - \frac{1}{\tilde{V}\tilde{T}} \quad (79)$$

onde  $\tilde{P}$ ,  $\tilde{V}$  e  $\tilde{T}$  são as grandezas reduzidas para a pressão, o volume molar e a temperatura, respectivamente. Tais grandezas são definidas como a relação entre as grandezas do fluido e as respectivas grandezas características:

$$\tilde{P} = \frac{P}{P^*} \quad \tilde{V} = \frac{V}{V^*} \quad \tilde{T} = \frac{T}{T^*} \quad (80)$$

#### 4.4.2 Contribuição química

A contribuição química das propriedades excesso no modelo ERAS está associada às interações químicas entre as moléculas, mais especificamente às ligações de hidrogênio. Esta assume a hipótese de haver um equilíbrio de associação de cadeia linear dos componentes A e B e a possibilidade de associação cruzada entre os mesmos, conforme mostram, respectivamente, as reações abaixo (KRETSCHMER; WIEBE, 1954):



As constantes de associação  $K_i$  ( $i = A, B$  ou  $AB$ ) não dependem dos comprimentos  $j$  ou  $k$  das cadeias, somente da temperatura, conforme equação abaixo, em que  $\Delta h_i^*$  é a entalpia de associação devido às ligações de hidrogênio e  $K_{i0}$  é a constante de associação referente à temperatura  $T_0$ .

$$K_i = K_{i0} \exp \left[ -\frac{\Delta h_i^*}{R} \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right) \right] \quad (84)$$

#### 4.4.3 Equações do modelo ERAS

As equações do modelo ERAS (contribuição física e contribuição química) para um sistema binário composto por A e B, considerando que ambos os componentes se autoassociam e que formam um complexo de solvatação são dadas por:

$$V_F^E = \left( x_A V_A^* + x_B V_B^* \right) \left( \tilde{V}_M - \Phi_A \tilde{V}_A - \Phi_B \tilde{V}_B \right) \quad (85)$$

$$V_Q^E = \tilde{V}_M \left[ x_A \Delta v_A^* K_A (\phi_{A1} - \phi_{A1}^o) + x_B \Delta v_B^* K_B (\phi_{B1} - \phi_{B1}^o) + \frac{x_A K_{AB} \Delta v_{AB}^* \phi_{B1} (1 - K_A \phi_{A1})}{V_B / V_A (1 - K_B \phi_{B1}) + K_{AB} \phi_{B1}} \right] \quad (86)$$

As frações molares dos componentes A e B são expressas, respectivamente, por  $x_A$  e  $x_B$ .

As frações volumétricas dos componentes A e B são expressas em termos das frações molares e dos volumes característicos dos dois componentes e são dadas por:

$$\Phi_A = 1 - \Phi_B = \frac{x_A V_A^*}{x_A V_A^* + x_B V_B^*} \quad (87)$$

$\phi_{A1}$  e  $\phi_{B1}$  são, respectivamente, as frações volumétricas dos monômeros de A e de B na solução e são obtidas pela resolução simultânea das equações abaixo:

$$\Phi_A = \frac{\phi_{A1}}{(1 - K_A \phi_{A1})^2} \left[ 1 + \frac{V_A K_{AB} \phi_{B1}}{V_B (1 - K_B \phi_{B1})} \right] \quad (88)$$

$$\Phi_B = \frac{\phi_{B1}}{(1 - K_B \phi_{B1})^2} \left[ 1 + \frac{K_{AB} \phi_{A1}}{(1 - K_A \phi_{A1})} \right] \quad (89)$$

A fração volumétrica do monômero no líquido puro,  $\phi_i^o$ , é obtida fazendo  $\Phi_A = 1$  e  $\Phi_B = 0$  para o componente puro A, e  $\Phi_A = 0$  e  $\Phi_B = 1$  para o componente B puro.

A temperatura e pressão características da solução são dadas pelas respectivas expressões:

$$T_M^* = \frac{P_M^*}{P_A^* \Phi_A / T_A^* + P_B^* \Phi_B / T_B^*} \quad (90)$$

$$P_M^* = P_A^* \Phi_A + P_B^* \Phi_B - \Phi_A \Theta_B \chi_{AB} \quad (91)$$

A fração superficial  $\Theta_B$  é definida por:

$$\Theta_B = \frac{S_B \Phi_B}{S_B \Phi_B + S_A \Phi_A} \quad (92)$$

$S_A$  e  $S_B$  são as relações entre a área e o volume das moléculas A e B, determinadas pelo método de Bondi (1964).

Os volumes característicos  $V_i^*$  ( $i = A, B$ ) são calculados a partir dos dados de coeficientes de expansão térmica  $\alpha_i$  das substâncias puras, usando a seguinte equação:

$$V_i^* = V_i \left[ \frac{1 + (\alpha_i - \alpha_i^*)T}{1 + 4/3(\alpha_i - \alpha_i^*)T} \right]^3 \quad (93)$$

com

$$\alpha_i^* = \frac{\Delta v_i^*}{V_i^*} \frac{\Delta h_i^*}{RT^2} \left[ \frac{(4K_i + 1)^{1/2} - 2K_i(4K_i + 1)^{-1/2} - 1}{2K_i} \right] \quad (94)$$

A pressão característica  $P_i^*$  é obtida a partir do coeficiente de compressibilidade  $\kappa_i$  pela seguinte expressão:

$$P_i^* = (\alpha_i - \alpha_i^*)T \tilde{V}_i^2 \left( \kappa_i - \alpha_i^* T \frac{\Delta v_i^*}{\Delta h_i^*} \right)^{-1} \quad (95)$$

A temperatura característica é obtida diretamente através da equação de Flory (FLORY; ORWOLL; VRIJ, 1964a e 1964b), podendo ser expressa como:

$$T_i^* = \left( \frac{\tilde{V}_i^{1/3}}{\tilde{V}_i^{1/3} - 1} \right) \left( \tilde{P}_i \tilde{V}_i + \frac{1}{\tilde{V}_i} \right)^{-1} T \quad (96)$$

Por fim, o volume reduzido da mistura,  $\tilde{V}$ , também é determinado pela equação de Flory, porém, de forma iterativa.

Nas equações do modelo,  $\chi_{AB}$ ,  $K_{AB}$  e  $\Delta v_{AB}^*$  são parâmetros relacionados com as interações e associações entre os compostos A e B e são determinados através de regressão dos pontos experimentais de  $V_m^E$ , com base na equação (77).



## 5 METODOLOGIA E PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Neste item, encontra-se uma descrição da metodologia e do procedimento experimental utilizados no presente estudo.

### 5.1 REAGENTES

Os reagentes utilizados foram de alta pureza, conforme valores especificados pelo fabricante: *n*-hexano (Merck, pureza  $\geq 96,0\%$ ), dimetil carbonato (Sigma Aldrich, pureza  $\geq 99\%$ ), metanol (Merck, pureza  $\geq 99,9\%$ ), etanol (Merck, pureza  $\geq 99,9\%$ ) e 1-propanol (Merck, pureza  $\geq 99,5\%$ ). Todos os reagentes foram utilizados sem purificações adicionais.

### 5.2 EQUIPAMENTOS

Esta seção contempla a descrição dos equipamentos utilizados neste estudo.

#### 5.2.1 Balança Analítica

Foi utilizada uma balança analítica SHIMADZU AUY Series (Modelo AUY220), com resolução de 0,0001 g para a preparação das amostras de volumes de aproximadamente 15 mL. Estas, foram preparadas pela pesagem dos componentes puros em frascos de vidro de 50 cm<sup>3</sup>. A incerteza nos valores das massas dos componentes foi estimada em  $u(m) = 0,0010$  g.

#### 5.2.2 Densímetro

As densidades dos componentes puros e das soluções foram obtidas utilizando-se três equipamentos acoplados entre si: um sistema gerador de pressão, uma célula de alta pressão (Modelo DMA HP) e um densímetro de oscilação mecânica (Modelo DMA 4500), ambos fabricados pela Anton Paar.

O sistema gerador de pressão, fabricado pela AUTIC, foi desenvolvido para operar em uma faixa de pressão entre 1-1100 bar na escala manométrica, com precisão de 0,1 bar. A incerteza na determinação da pressão foi estimada em  $u(p) = 0,1$  bar = 0,01 MPa. O mecanismo para alteração da pressão era mecânico, de modo que, após o fechamento das válvulas de entrada e saída da amostra, acionava-se um êmbolo o qual pressionava a amostra até o valor da

pressão desejado. Para se estabilizar a pressão, a terceira válvula (válvula intermediária) era fechada. A Figura 5 representa a vista frontal deste equipamento.

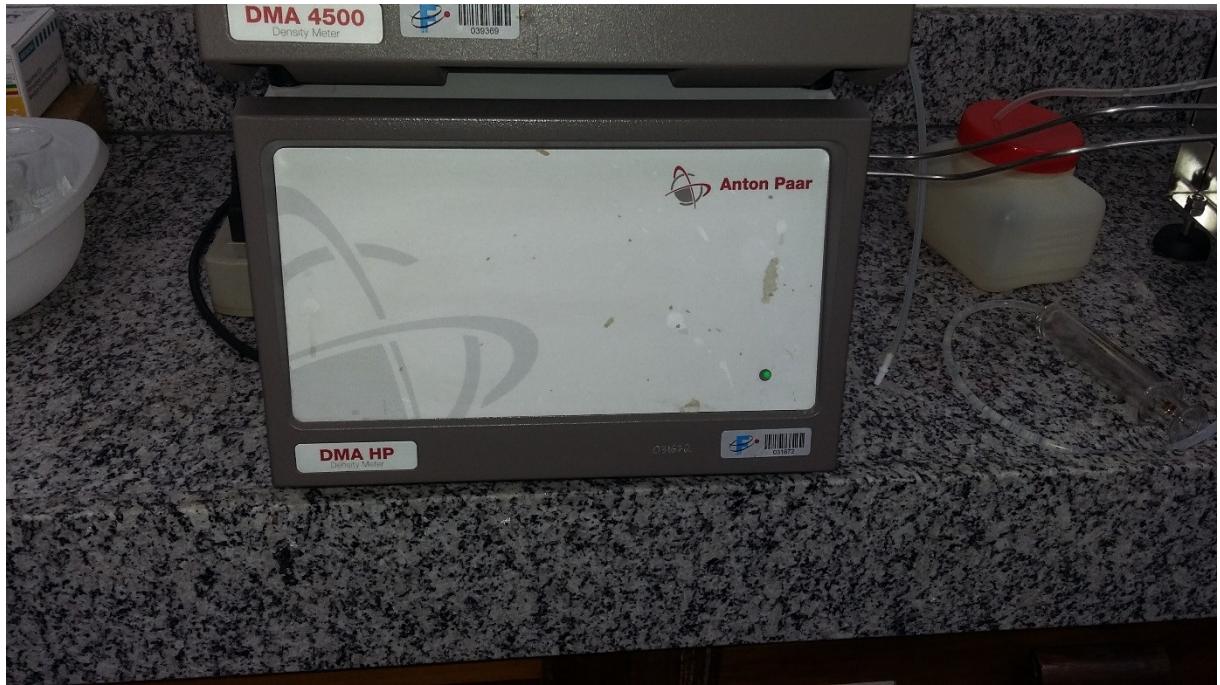
Figura 5 – Sistema gerador de pressão, fabricado pela AUTIC.



Fonte: Autor.

O princípio de funcionamento do densímetro é baseado na densitometria de oscilação mecânica. Neste equipamento, há um tubo oscilador em U construído em Vidro Duran 50 e envolto por um gás de alta condutividade térmica dentro de um cilindro. Ao preencher o tubo com a amostra, a massa do tubo oscilador varia, variando a frequência e o período de oscilação. Com isso, através da medição do período de oscilação no tubo em U devido à injeção de uma determinada amostra, pode-se determinar a densidade da mesma. Esse equipamento, representado pela Figura 6, opera numa faixa de pressão de 0 a 70 MPa, numa faixa de temperatura de -10 a 200 °C. Este possui um sistema Peltier, com precisão de 0,05 °C, não sendo necessária a utilização de um banho externo. Assim, estimou-se uma incerteza na temperatura  $u(T) = 0,01 \text{ } ^\circ\text{C} = 0,01 \text{ K}$ .

Figura 6 – DMA HP, fabricado pela Anton Paar.



Fonte: Autor.

Neste estudo, o DMA 4500 atua como uma interface ou indicador de densidade, de temperatura e dos valores de período de oscilação. Em outras palavras, o DMA HP realiza as medidas das densidades e o DMA 4500 fornece tais valores através de um visor. A densidade é fornecida com precisão de  $10^{-5} \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$  numa faixa de 0 a  $3 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ , a temperatura é fornecida com precisão de  $0,01^\circ\text{C}$  e o período de oscilação é fornecido com precisão de  $0,01 \mu\text{s}$ . Adotando um nível de confiança de 95%, estimou-se a incerteza combinada da densidade como sendo  $U_c(\rho) = 0,00005 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$  (detalhes para o cálculo desta incerteza encontram-se no Apêndice D). O DMA 4500 pode ser visualizado na Figura 7.

Figura 7 – DMA 4500, fabricado pela Anton Paar.



Fonte: Autor.

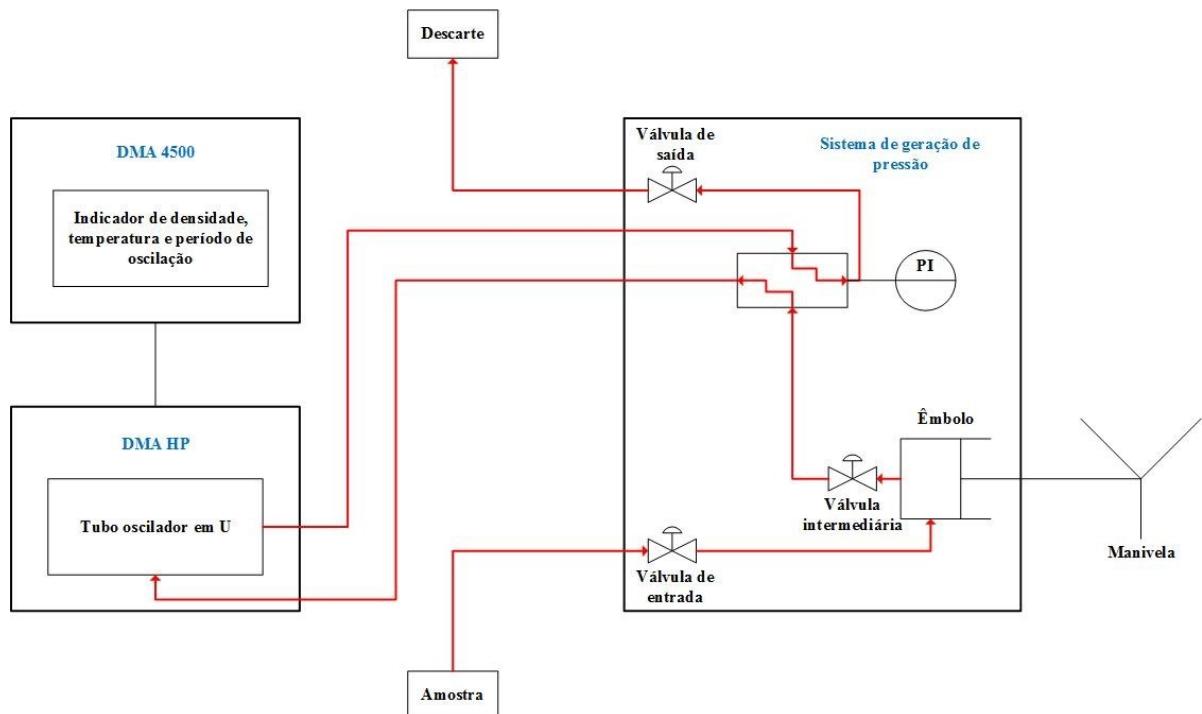
As Figuras 8 e 9 mostram os equipamentos necessários para as medidas de densidade a altas pressões conectados.

Figura 8 – Os três equipamentos utilizados na medição da densidade em altas pressões.



Fonte: Autor.

Figura 9 – Esquema simplificado da medição de densidade em altas pressões.



Fonte: Autor.

### 5.2.3 Thermo Scientific Nicolet 6700 FT-IR

Para realização das análises de espectroscopia na região do infravermelho, foi utilizado o aparelho Thermo Scientific Nicolet 6700 FT-IR, fabricado pela Thermo Fisher Scientific (Figura 10). Neste equipamento, a energia da fonte de infravermelho é enviada a um divisor de feixes, onde é direcionada a dois espelhos, um fixo e um móvel. Os sinais refletidos pelos espelhos se combinam novamente no divisor de feixes, gerando um feixe combinado que abrange uma ampla faixa de comprimentos de onda. O feixe combinado atravessa a amostra, de modo que os movimentos vibracionais das ligações das moléculas da amostra são amplificados devido à energia absorvida. Por fim, o sinal resultante é enviado ao detector, gerando um interferograma no domínio temporal, que é convertido no usual espectro no domínio das frequências por intermédio da transformada de Fourier (PAVIA et al., 2010).

Figura 10 – Thermo Scientific Nicolet 6700 FT-IR.



Fonte: Autor.

#### 5.2.4 Espectrômetro Avance III 600 HD

O Espectrômetro Avance III 600 HD (Figura 11), fabricado pela Bruker, foi utilizado nas análises de espectroscopia de ressonância magnética nuclear (RMN), que foram realizadas no Instituto de Química da UNESP, campus de Araraquara. No interior deste equipamento, as amostras são submetidas a um campo magnético, de modo que um gerador de radiofrequência gera energia eletromagnética para alterar as orientações de spin dos núcleos, que, posteriormente, são “relaxados”, ou seja, seus spins retornam a seu estado original, emitindo radiação eletromagnética, cuja intensidade é detectada no domínio do tempo. Por meio da transformada de Fourier, pode-se converter os dados obtidos em um espectro no domínio das frequências (PAVIA et al., 2010).

Para a realização dos testes de RMN, a amostra precisa ser dissolvida em um solvente inerte, com baixo ponto de ebulição e que não interfira nas análises. Além disso, é desejável que o solvente contenha deutério em sua estrutura, visto que os instrumentos modernos dependem do deutério para estabilizar o campo magnético. Neste caso, foi utilizado o clorofórmio deuterado ( $\text{CDCl}_3$ ), já que o pico referente a sua impureza ( $\text{CHCl}_3$ ) é um pico pequeno, estreito e que raramente interfere na análise (SILVERSTEIN; WEBSTER; KIEMLE, 2006).

Figura 11 – (a) Espectrômetro Avance III 600 HD; (b) Local de inserção das amostras no equipamento.



Fonte: Autor.

### 5.3 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

#### 5.3.1 Calibração do densímetro

A determinação dos valores de densidade das amostras,  $\rho$ , em função do período de oscilação,  $\tau$ , pode ser interpretada comparando-o a um sistema equivalente, representado por um corpo oco de massa  $m$  suspenso por uma mola de constante elástica  $c$ . Ao se preencher o volume  $V$  do corpo com a amostra, a frequência natural do sistema,  $f$ , pode ser expressa pela seguinte equação (TORRES, 1998):

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{c}{\rho V + m}} \quad (97)$$

Sendo o período de oscilação o inverso da frequência natural do sistema, a equação (97) pode ser reescrita como:

$$\tau = 2\pi \sqrt{\frac{\rho V + m}{c}} \quad (98)$$

A equação (98) também pode ser escrita explicitando a densidade como função do período de oscilação, resultando em:

$$\rho = \frac{c}{4\pi^2 V} \tau^2 - \frac{m}{V} \quad (99)$$

Em uma dada temperatura e pressão, os valores  $c$ ,  $V$  e  $m$  são constantes. Sendo assim, podem ser definidos  $A$  e  $B$  como:

$$A = \frac{c}{4\pi^2 V} \quad (100)$$

$$B = \frac{m}{V} \quad (101)$$

Portanto, a equação (99) pode ser reescrita como:

$$\rho = A\tau^2 - B \quad (102)$$

Os dados de densidade podem ser obtidos de duas maneiras: diretamente pelo equipamento, desde que este esteja calibrado adequadamente; ou podem ser obtidos pelos períodos de oscilação da amostra e convertidos em valores de densidade fazendo uso da equação (102).

No presente estudo, optou-se pelo segundo método, ou seja, foram coletados dados de período de oscilação das amostras, os quais foram utilizados para o cálculo dos dados de densidade. Para tanto, foi necessária a determinação dos parâmetros  $A$  e  $B$  presentes na equação (102), como função da temperatura e da pressão, conforme as equações seguintes:

$$A = \frac{\rho_1 - \rho_2}{\tau_1^2 - \tau_2^2} \quad (103)$$

$$B = \frac{\tau_2^2 \rho_1 - \tau_1^2 \rho_2}{\tau_1^2 - \tau_2^2} \quad (104)$$

No cálculo dos parâmetros  $A$  e  $B$ , foram necessários dados de densidade em diferentes temperaturas e pressões encontrados na literatura para duas substâncias de referência, além da determinação experimental dos respectivos valores de período de oscilação. Neste estudo, foram utilizados dimetil carbonato e *n*-hexano como substâncias de referência. A Tabela 1 apresenta os valores do período de oscilação medidos e as densidades encontradas na literatura para tais substâncias. Os estudos utilizados como referência para os dados de densidade na calibração foram os trabalhos de Ivaniš et al. (2015) e Troncoso et al. (2004), para *n*-hexano e dimetil carbonato, respectivamente.

Tabela 1 – Períodos de oscilação e densidades do dimetil carbonato e do *n*-hexano e resultados dos valores *A* e *B*, em função da temperatura e da pressão.

<i>p</i> / MPa	$\tau_{DMC}$ / $\mu\text{s}$	$\tau_{n\text{-hexano}}$ / $\mu\text{s}$	$\rho_{DMC}$ / $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$\rho_{n\text{-hexano}}$ / $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^7A$ / $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}\cdot\mu\text{s}^{-2}$	<i>B</i> / $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$
<i>T</i> = 288,15 K						
0,1	2617,54 <sup>a</sup>	2533,51 <sup>a</sup>	1,07643 <sup>c</sup>	0,6641 <sup>b</sup>	9,5261 <sup>a</sup>	5,4504 <sup>a</sup>
5	2618,54 <sup>a</sup>	2534,62 <sup>a</sup>	1,08080 <sup>c</sup>	0,6688 <sup>b</sup>	9,5270 <sup>a</sup>	5,4517 <sup>a</sup>
10	2619,53 <sup>a</sup>	2535,70 <sup>a</sup>	1,08502 <sup>c</sup>	0,6733 <sup>b</sup>	9,5270 <sup>a</sup>	5,4523 <sup>a</sup>
15	2620,46 <sup>a</sup>	2536,73 <sup>a</sup>	1,08907 <sup>c</sup>	0,6775 <sup>b</sup>	9,5312 <sup>a</sup>	5,4559 <sup>a</sup>
20	2621,40 <sup>a</sup>	2537,68 <sup>a</sup>	1,09300 <sup>c</sup>	0,6816 <sup>b</sup>	9,5250 <sup>a</sup>	5,4523 <sup>a</sup>
25	2622,32 <sup>a</sup>	2538,64 <sup>a</sup>	1,09679 <sup>c</sup>	0,6853 <sup>b</sup>	9,5281 <sup>a</sup>	5,4553 <sup>a</sup>
30	2623,21 <sup>a</sup>	2539,56 <sup>a</sup>	1,10048 <sup>c</sup>	0,6889 <sup>b</sup>	9,5303 <sup>a</sup>	5,4575 <sup>a</sup>
35	2624,09 <sup>a</sup>	2540,46 <sup>a</sup>	1,10403 <sup>c</sup>	0,6923 <sup>b</sup>	9,5327 <sup>a</sup>	5,4601 <sup>a</sup>
40	2624,99 <sup>a</sup>	2541,37 <sup>a</sup>	1,10750 <sup>c</sup>	0,6956 <sup>b</sup>	9,5345 <sup>a</sup>	5,4623 <sup>a</sup>
<i>T</i> = 293,15 K						
0,1	2617,95 <sup>a</sup>	2534,25 <sup>a</sup>	1,06976 <sup>c</sup>	0,6596 <sup>b</sup>	9,5112 <sup>a</sup>	5,4489 <sup>a</sup>
5	2618,98 <sup>a</sup>	2535,39 <sup>a</sup>	1,07422 <sup>c</sup>	0,6645 <sup>b</sup>	9,5095 <sup>a</sup>	5,4484 <sup>a</sup>
10	2620,01 <sup>a</sup>	2536,51 <sup>a</sup>	1,07858 <sup>c</sup>	0,6692 <sup>b</sup>	9,5079 <sup>a</sup>	5,4481 <sup>a</sup>
15	2621,00 <sup>a</sup>	2537,57 <sup>a</sup>	1,08276 <sup>c</sup>	0,6736 <sup>b</sup>	9,5070 <sup>a</sup>	5,4482 <sup>a</sup>
20	2621,95 <sup>a</sup>	2538,59 <sup>a</sup>	1,08683 <sup>c</sup>	0,6777 <sup>b</sup>	9,5106 <sup>a</sup>	5,4514 <sup>a</sup>
25	2622,87 <sup>a</sup>	2539,52 <sup>a</sup>	1,09073 <sup>c</sup>	0,6816 <sup>b</sup>	9,5083 <sup>a</sup>	5,4505 <sup>a</sup>
30	2623,78 <sup>a</sup>	2540,47 <sup>a</sup>	1,09450 <sup>c</sup>	0,6853 <sup>b</sup>	9,5111 <sup>a</sup>	5,4532 <sup>a</sup>
35	2624,69 <sup>a</sup>	2541,39 <sup>a</sup>	1,09819 <sup>c</sup>	0,6888 <sup>b</sup>	9,5133 <sup>a</sup>	5,4555 <sup>a</sup>
40	2625,59 <sup>a</sup>	2542,34 <sup>a</sup>	1,10174 <sup>c</sup>	0,6921 <sup>b</sup>	9,5214 <sup>a</sup>	5,4621 <sup>a</sup>
<i>T</i> = 298,15 K						
0,1	2618,36 <sup>a</sup>	2534,96 <sup>a</sup>	1,06310 <sup>c</sup>	0,6551 <sup>b</sup>	9,4931 <sup>a</sup>	5,4452 <sup>a</sup>
5	2619,44 <sup>a</sup>	2536,12 <sup>a</sup>	1,06770 <sup>c</sup>	0,6601 <sup>b</sup>	9,4888 <sup>a</sup>	5,4430 <sup>a</sup>
10	2620,49 <sup>a</sup>	2537,29 <sup>a</sup>	1,07221 <sup>c</sup>	0,6650 <sup>b</sup>	9,4893 <sup>a</sup>	5,4440 <sup>a</sup>
15	2621,52 <sup>a</sup>	2538,39 <sup>a</sup>	1,07652 <sup>c</sup>	0,6696 <sup>b</sup>	9,4866 <sup>a</sup>	5,4430 <sup>a</sup>
20	2622,49 <sup>a</sup>	2539,45 <sup>a</sup>	1,08070 <sup>c</sup>	0,6738 <sup>b</sup>	9,4927 <sup>a</sup>	5,4478 <sup>a</sup>
25	2623,43 <sup>a</sup>	2540,45 <sup>a</sup>	1,08474 <sup>c</sup>	0,6778 <sup>b</sup>	9,4969 <sup>a</sup>	5,4514 <sup>a</sup>
30	2624,36 <sup>a</sup>	2541,42 <sup>a</sup>	1,08862 <sup>c</sup>	0,6816 <sup>b</sup>	9,4998 <sup>a</sup>	5,4542 <sup>a</sup>
35	2625,29 <sup>a</sup>	2542,38 <sup>a</sup>	1,09239 <sup>c</sup>	0,6852 <sup>b</sup>	9,5038 <sup>a</sup>	5,4577 <sup>a</sup>
40	2626,24 <sup>a</sup>	2543,44 <sup>a</sup>	1,09604 <sup>c</sup>	0,6887 <sup>b</sup>	9,5162 <sup>a</sup>	5,4674 <sup>a</sup>
<i>T</i> = 303,15 K						
0,1	2618,78 <sup>a</sup>	2535,65 <sup>a</sup>	1,05641 <sup>c</sup>	0,6505 <sup>b</sup>	9,4731 <sup>a</sup>	5,4402 <sup>a</sup>
5	2619,89 <sup>a</sup>	2536,90 <sup>a</sup>	1,06117 <sup>c</sup>	0,6558 <sup>b</sup>	9,4721 <sup>a</sup>	5,4403 <sup>a</sup>
10	2620,98 <sup>a</sup>	2538,13 <sup>a</sup>	1,06582 <sup>c</sup>	0,6608 <sup>b</sup>	9,4757 <sup>a</sup>	5,4435 <sup>a</sup>
15	2622,02 <sup>a</sup>	2539,25 <sup>a</sup>	1,07029 <sup>c</sup>	0,6656 <sup>b</sup>	9,4731 <sup>a</sup>	5,4425 <sup>a</sup>
20	2623,01 <sup>a</sup>	2540,33 <sup>a</sup>	1,07459 <sup>c</sup>	0,6700 <sup>b</sup>	9,4773 <sup>a</sup>	5,4460 <sup>a</sup>
25	2623,98 <sup>a</sup>	2541,33 <sup>a</sup>	1,07874 <sup>c</sup>	0,6741 <sup>b</sup>	9,4783 <sup>a</sup>	5,4473 <sup>a</sup>
30	2624,95 <sup>a</sup>	2542,30 <sup>a</sup>	1,08275 <sup>c</sup>	0,6780 <sup>b</sup>	9,4773 <sup>a</sup>	5,4475 <sup>a</sup>
35	2625,89 <sup>a</sup>	2543,26 <sup>a</sup>	1,08660 <sup>c</sup>	0,6817 <sup>b</sup>	9,4796 <sup>a</sup>	5,4499 <sup>a</sup>
40	2626,83 <sup>a</sup>	2544,26 <sup>a</sup>	1,09035 <sup>c</sup>	0,6852 <sup>b</sup>	9,4888 <sup>a</sup>	5,4571 <sup>a</sup>
<i>T</i> = 308,15 K						
0,1	2619,18 <sup>a</sup>	2536,43 <sup>a</sup>	1,04966 <sup>c</sup>	0,6459 <sup>b</sup>	9,4640 <sup>a</sup>	5,4427 <sup>a</sup>
5	2620,34 <sup>a</sup>	2537,70 <sup>a</sup>	1,05459 <sup>c</sup>	0,6514 <sup>b</sup>	9,4588 <sup>a</sup>	5,4400 <sup>a</sup>
10	2621,44 <sup>a</sup>	2538,95 <sup>a</sup>	1,05939 <sup>c</sup>	0,6566 <sup>b</sup>	9,4623 <sup>a</sup>	5,4430 <sup>a</sup>
15	2622,51 <sup>a</sup>	2540,10 <sup>a</sup>	1,06400 <sup>c</sup>	0,6615 <sup>b</sup>	9,4606 <sup>a</sup>	5,4426 <sup>a</sup>
20	2623,54 <sup>a</sup>	2541,19 <sup>a</sup>	1,06843 <sup>c</sup>	0,6661 <sup>b</sup>	9,4596 <sup>a</sup>	5,4426 <sup>a</sup>
25	2624,53 <sup>a</sup>	2542,22 <sup>a</sup>	1,07265 <sup>c</sup>	0,6703 <sup>b</sup>	9,4609 <sup>a</sup>	5,4442 <sup>a</sup>
30	2625,51 <sup>a</sup>	2543,22 <sup>a</sup>	1,07680 <sup>c</sup>	0,6743 <sup>b</sup>	9,4631 <sup>a</sup>	5,4464 <sup>a</sup>
35	2626,51 <sup>a</sup>	2544,17 <sup>a</sup>	1,08078 <sup>c</sup>	0,6781 <sup>b</sup>	9,4581 <sup>a</sup>	5,4439 <sup>a</sup>
40	2627,49 <sup>a</sup>	2545,14 <sup>a</sup>	1,08463 <sup>c</sup>	0,6817 <sup>b</sup>	9,4592 <sup>a</sup>	5,4457 <sup>a</sup>

Fonte: <sup>a</sup> Autor; <sup>b</sup> Ivaniš et al. (2015); <sup>c</sup> Troncoso et al. (2004).

### 5.3.2 Frações molares

Após a pesagem dos componentes puros, as frações molares de dimetil carbonato nas soluções ( $x_1$ ) foram calculadas através da equação (105):

$$x_1 = \frac{m_1/M_1}{m_1/M_1 + m_2/M_2} \quad (105)$$

onde  $m_1$  e  $m_2$  são as massas e  $M_1$  e  $M_2$  são as massas molares do dimetil carbonato e dos álcoois, respectivamente.

Utilizando o valor da incerteza na massa dos componentes apresentada anteriormente,  $u(m) = 0,0010$  g, a incerteza na fração molar foi estimada em  $u(x_1) = 0,0002$ . Maiores detalhes para o cálculo desta incerteza encontram-se no Apêndice D.

### 5.3.3 Sequência das análises

As soluções foram preparadas por pesagem utilizando-se uma balança analítica e pipetas. Após o preparo, as amostras eram imediatamente injetadas no sistema com o auxílio de uma seringa de 10 mL. Após o travamento das válvulas de entrada e saída da amostra e a estabilização do equipamento DMA HP na temperatura desejada, o período de oscilação da amostra à pressão atmosférica era anotado. Acionando o equipamento para gerar pressão, os períodos de oscilação eram obtidos em diferentes pressões, após a estabilização do sistema. Em seguida, alterava-se a temperatura do sistema e novamente determinavam-se dados a diferentes pressões. Obtidos os dados do período de oscilação da amostra nas pressões e temperaturas desejadas, realizava-se a limpeza do equipamento com acetona e ar e o procedimento era repetido para as amostras seguintes.

Com os dados obtidos dos períodos de oscilação, foi possível o cálculo das densidades das amostras a diferentes pressão e temperatura. Os resultados das densidades foram ajustados pela equação de Tait. Com estes resultados, também foi possível o cálculo da compressibilidade isotérmica, do coeficiente de expansão térmica e da pressão interna. Os valores de densidade foram utilizados no cálculo do volume molar excesso, o qual foi ajustado por um polinômio de Redlich-Kister e utilizado para testar a aplicabilidade da Teoria PFP e do Modelo ERAS. Os resultados do  $V_m^E$  possibilitaram o cálculo dos volumes parciais molares, volumes molares aparentes e volumes parciais molares à diluição infinita dos componentes presentes na solução.

Para as análises espectroscópicas, foram preparadas soluções de aproximadamente 10 mL, também por pesagem dos componentes puros. Alíquotas dessas amostras foram inseridas diretamente no equipamento Thermo Scientific Nicolet 6700 FT-IR para geração dos respectivos espectros na região do infravermelho. Já para as análises de espectroscopia de RMN, alíquotas de 10 µL das amostras foram dissolvidas em 750 µL de clorofórmio deuterado antes de serem inseridas no Espectrômetro Avance III 600 HD para obtenção dos espectros para os núcleos de hidrogênio (<sup>1</sup>H-RMN) e de carbono (<sup>13</sup>C-RMN).

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este tópico contempla os resultados obtidos neste estudo na forma de gráficos e tabelas, bem como uma discussão de tais resultados. No Apêndice A, são apresentadas diversas tabelas que complementam este item.

### 6.1 ANÁLISE ESPECTROSCÓPICA

Os sistemas líquidos binários foram estudados por análises espectroscópicas na região do infravermelho e por ressonância magnética nuclear, conforme será abordado neste tópico.

#### 6.1.1 Espectroscopia na região do infravermelho

Para cada sistema binário estudado, foram construídos espectros de infravermelho em função da composição da solução. Com o objetivo de se verificar interações entre os componentes, os espectros foram ampliados em duas faixas de número de onda: entre 3600 e  $3100\text{ cm}^{-1}$ , a faixa abrange a banda correspondente à ligação O-H dos álcoois. Já na faixa entre 1800 e  $1700\text{ cm}^{-1}$ , encontra-se a banda referente à ligação C=O do dimetil carbonato. Os resultados foram apresentados nas Figuras 12-14, que fornecem a absorbância em função do número de onda, e pela Tabela 2, que indica os valores de número de onda referentes aos picos de cada banda em diferentes frações molares para os sistemas estudados.

Pelos resultados apresentados, nota-se que o número de onda para a banda do grupamento carbonila do DMC não sofreu um deslocamento muito significativo, encontrando-se na faixa entre 1753,00 e 1758,79  $\text{cm}^{-1}$  para os três sistemas analisados. Isto sugere que tal grupamento do DMC parece apresentar fracas interações com os álcoois estudados.

Já ao se analisar a banda referente ao grupamento hidroxila dos álcoois, verifica-se deslocamentos no número de onda dos picos de até  $240\text{ cm}^{-1}$  conforme os álcoois foram diluídos pelo DMC. Contudo, tais resultados podem estar relacionados com a quebra das autoassociações dos álcoois pelo DMC. Um fato que corrobora para esta hipótese é o surgimento de novas bandas para o grupo hidroxila em números de onda mais elevados.

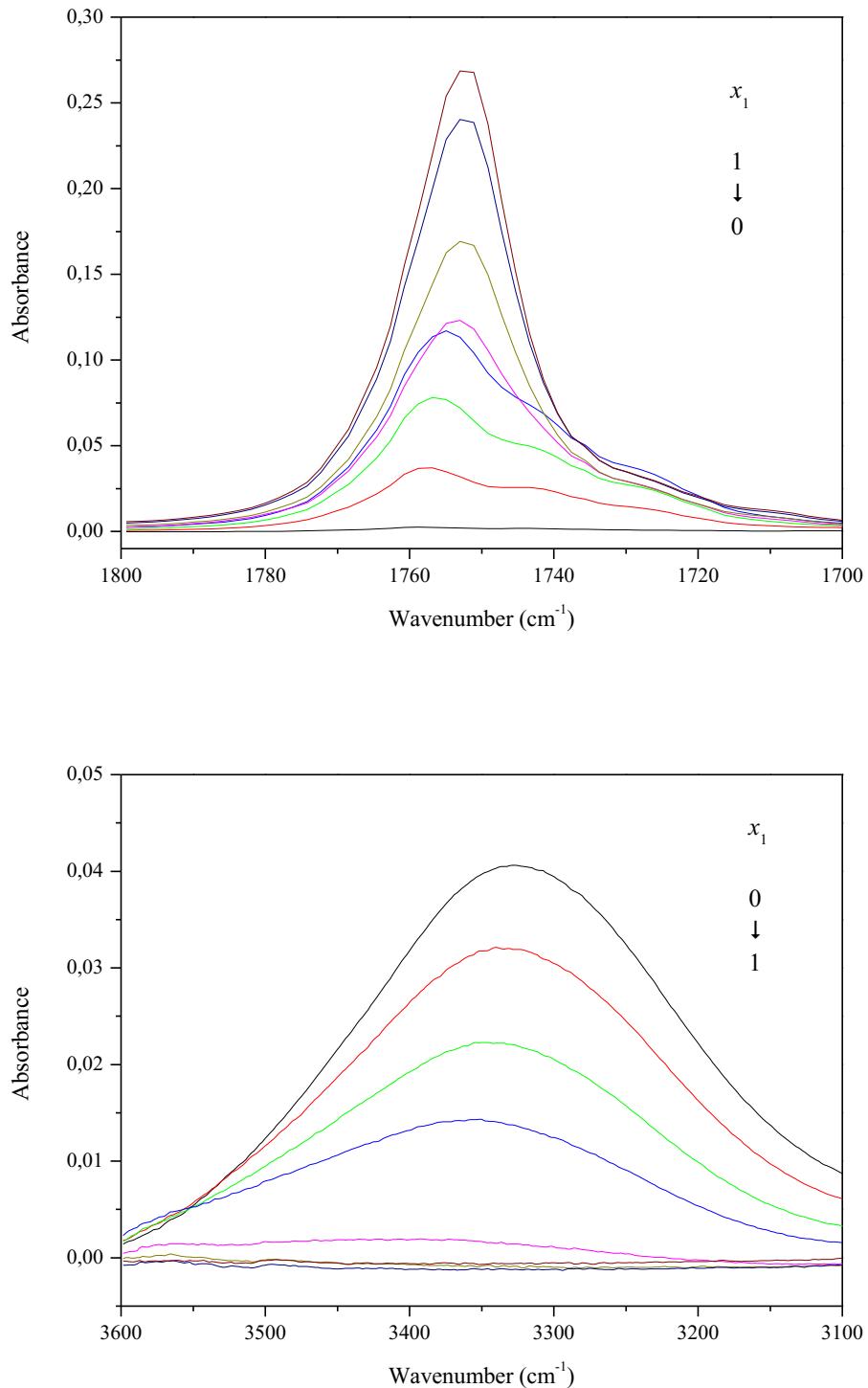
Segundo Pavia (2010), a banda correspondente à ligação O-H para os álcoois puros com ligação de hidrogênio (autoassociados) se encontra na faixa de  $3400\text{-}3300\text{ cm}^{-1}$ . Quando os álcoois apresentam a hidroxila livre de ligações de hidrogênio com outras moléculas, o estiramento deste grupamento gera um pico entre  $3650$  e  $3600\text{ cm}^{-1}$  para os álcoois puros.

Portanto, em solução, é razoável admitir que os picos encontrados entre 3554,22 e 3571,58 cm<sup>-1</sup> nas soluções concentradas em DMC devem se referir às hidroxilas livres, enquanto os demais valores encontrados em menores números de onda são referentes às ligações O-H autoassociadas.

Silverstein, Webster e Kiemle (2006) ainda citaram em seus estudos que ligações de hidrogênio tendem a deslocar as bandas X-H para menores números de onda do que os números de onda para X-H livre, geralmente com aumento de intensidade e alargamento da banda. Portanto, deslocamentos negativos das bandas O-H em solução, em relação ao componente puro, podem indicar fortes interações por associações cruzadas entre os componentes da solução. No presente estudo, houve um aumento do número de onda referente às ligações O-H com a diluição dos álcoois pelo DMC o que pode ser um indício de fracas interações entre os diferentes componentes presentes nas soluções.

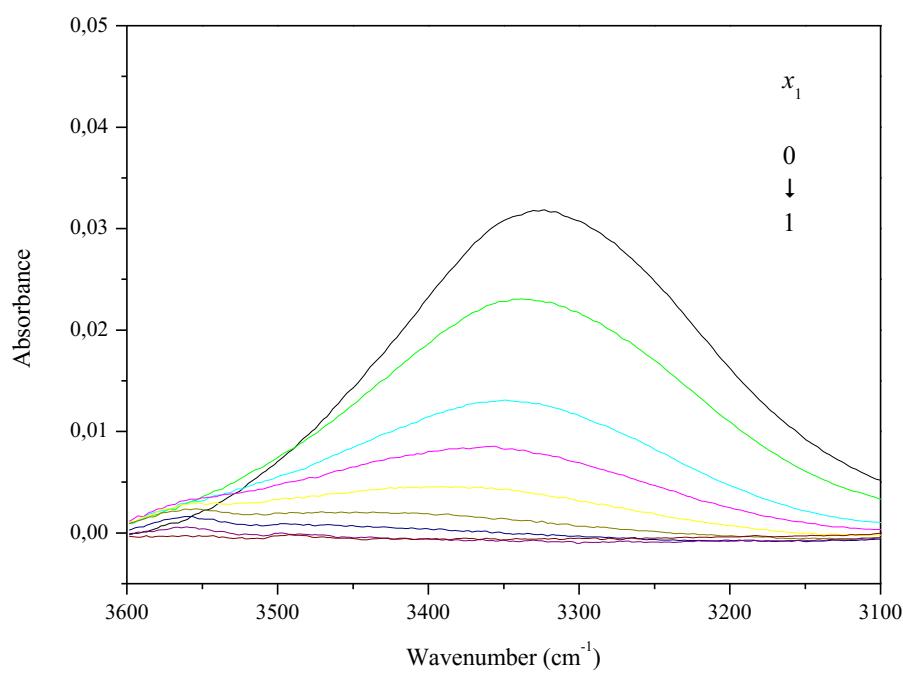
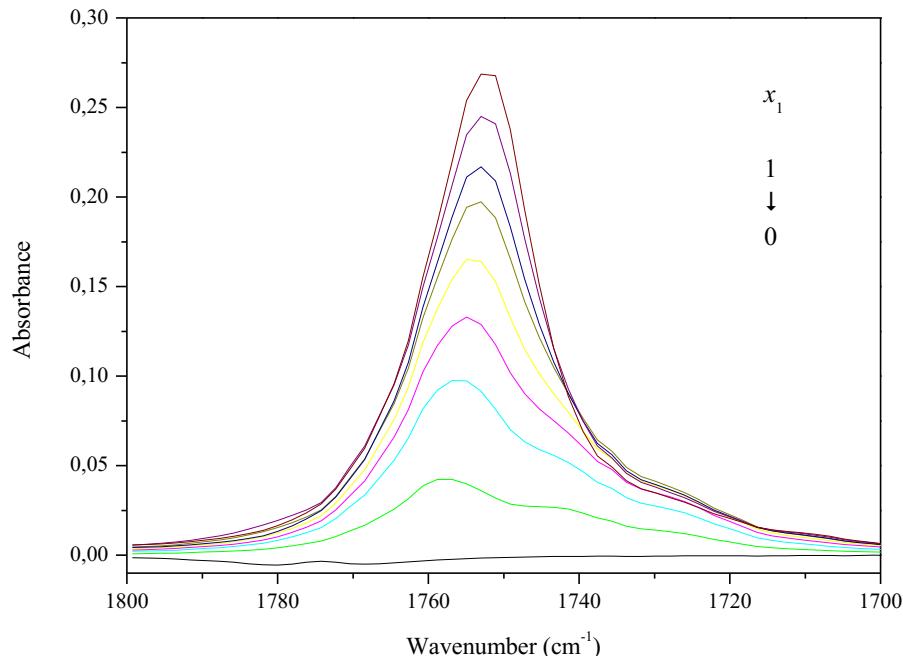
O estudo de Asprion, Hasse e Maurer (2001) levou a observações análogas: em soluções binárias, as bandas de ligações O-H sofreram um deslocamento para maiores valores de número de onda ao diluir álcoois em hidrocarbonetos (hexano ou ciclohexano), além de serem observadas as bandas de O-H monomérico. Contudo, sabe-se que os hidrocarbonetos não tendem a sofrer interações via associações cruzadas com os álcoois, o que corrobora a hipótese de que o deslocamento positivo das bandas O-H do presente estudo se deve a fracas interações entre os componentes presentes nas soluções, por analogia com os resultados observados por Asprion, Hasse e Maurer (2001).

Figura 12 – Espectros na região do infravermelho para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  metanol} em diferentes faixas de número onda e em função da fração molar de dimetil carbonato.



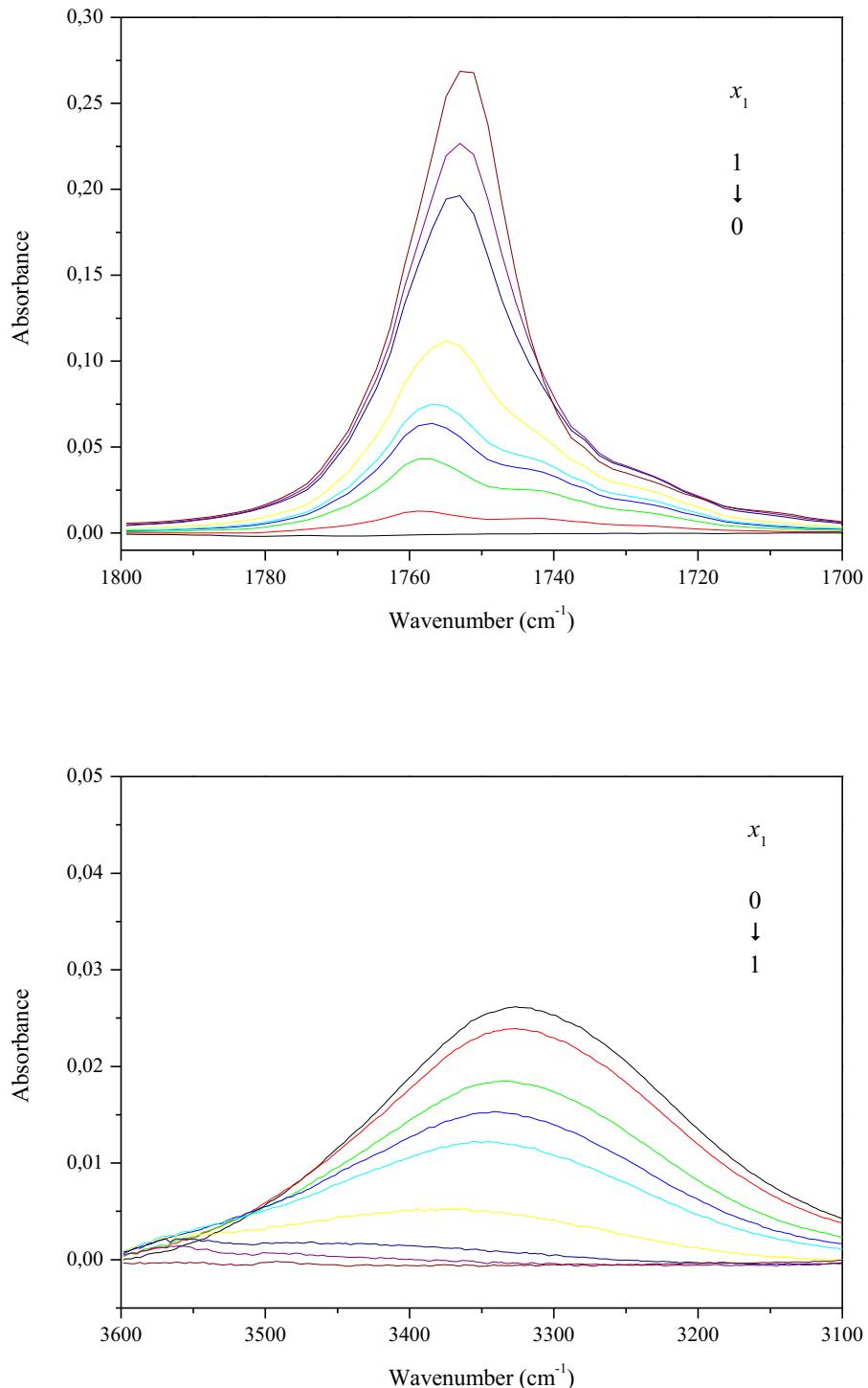
Fonte: Autor.

Figura 13 – Espectros na região do infravermelho para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  etanol} em diferentes faixas de número onda e em função da fração molar de dimetil carbonato.



Fonte: Autor.

Figura 14 – Espectros na região do infravermelho para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  1-propanol} em diferentes faixas de número onda e em função da fração molar de dimetil carbonato.



Fonte: Autor.

Tabela 2 – Números de onda correspondentes às bandas da hidroxila do álcool ( $\nu_{O-H}$ ) e da carbonila do dimetil carbonato ( $\nu_{C=O}$ ) em função da fração molar de dimetil carbonato para os sistemas  $\{x_1 \text{ dimetil carbonato} + (1 - x_1) \text{ álcool}\}$ .

$x_1$	$\nu_{O-H} / \text{cm}^{-1}$	$\nu_{C=O} / \text{cm}^{-1}$	$x_1$	$\nu_{O-H} / \text{cm}^{-1}$	$\nu_{C=O} / \text{cm}^{-1}$	$x_1$	$\nu_{O-H} / \text{cm}^{-1}$	$\nu_{C=O} / \text{cm}^{-1}$
$x_1 \text{ DMC} + (1 - x_1) \text{ metanol}$			$x_1 \text{ DMC} + (1 - x_1) \text{ etanol}$			$x_1 \text{ DMC} + (1 - x_1) \text{ 1-propanol}$		
0,0000	3326,66	-	0,0000	3322,80	-	0,0000	3326,66	-
0,1041	3340,16	1756,86	0,2080	3338,23	1756,86	0,1055	3326,66	1758,79
0,2014	3345,24	1756,86	0,3686	3349,80	1756,86	0,2040	3330,52	1758,79
0,3946	3361,37	1754,93	0,4955	3355,59	1754,93	0,3135	3342,09	1756,86
0,5010	3392,23/	1754,93	0,6045	3392,23/	1754,93	0,3999	3345,94	1756,86
	3567,72			3554,22				
0,6911	3567,72	1753,00	0,7017	3438,51/	1753,00	0,6001	3392,23	1754,93
				3558,08				
0,7959	-	1753,00	0,7903	3500,22/	1753,00	0,7901	3571,58	1753,00
				3563,86				
1,0000	-	1753,00	0,8887	3561,93	1753,00	0,8924	3565,79	1753,00
			1,0000	-	1753,00	1,0000	-	1753,00

Fonte: Autor.

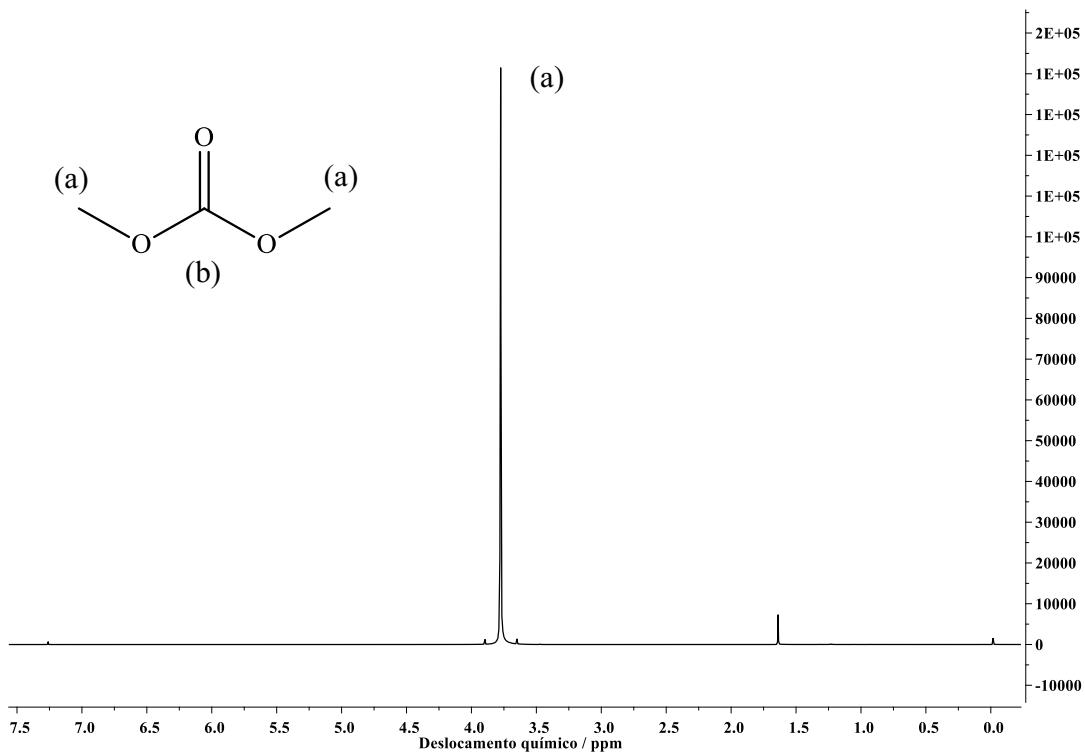
### 6.1.2 Espectroscopia por ressonância magnética nuclear

As soluções contendo DMC e álcoois também foram submetidas a análises de espectroscopia por ressonância magnética nuclear (RMN), em função da composição, nos núcleos de hidrogênio ( $^1\text{H-RMN}$ ) e de carbono ( $^{13}\text{C-RMN}$ ).

Com o objetivo de caracterizar os componentes puros, nas Figuras 15-22 são apresentados os seus espectros de RMN de carbono e hidrogênio.

A Figura 15 mostra o espectro  $^1\text{H-RMN}$  para o DMC, na qual foram observados 3 picos significativos, cujos deslocamentos químicos foram de 7,26, 3,78 e 1,64 ppm. O primeiro pico (7,26 ppm) se refere a traços de clorofórmio ( $\text{CHCl}_3$ ) presentes na quantidade de clorofórmio deuterado utilizado na análise. Devido à simetria observada na molécula de DMC, o singuleto situado em 3,78 ppm está relacionado aos 6 hidrogênios dos grupamentos metila (a) presentes no DMC. Tal valor de deslocamento químico está de acordo com estruturas semelhantes vistas em Silverstein, Webster e Kiemle (2006). Por fim, o deslocamento químico observado em 1,64 ppm deve se referir a traços de moléculas de água presentes na solução, em comparação com o valor de 1,56 ppm observado nos estudos de Gottlieb, Kotlyar e Nudelman (1997), que mostra valores de deslocamento químico para resíduos de impurezas referentes a cada solvente deuterado.

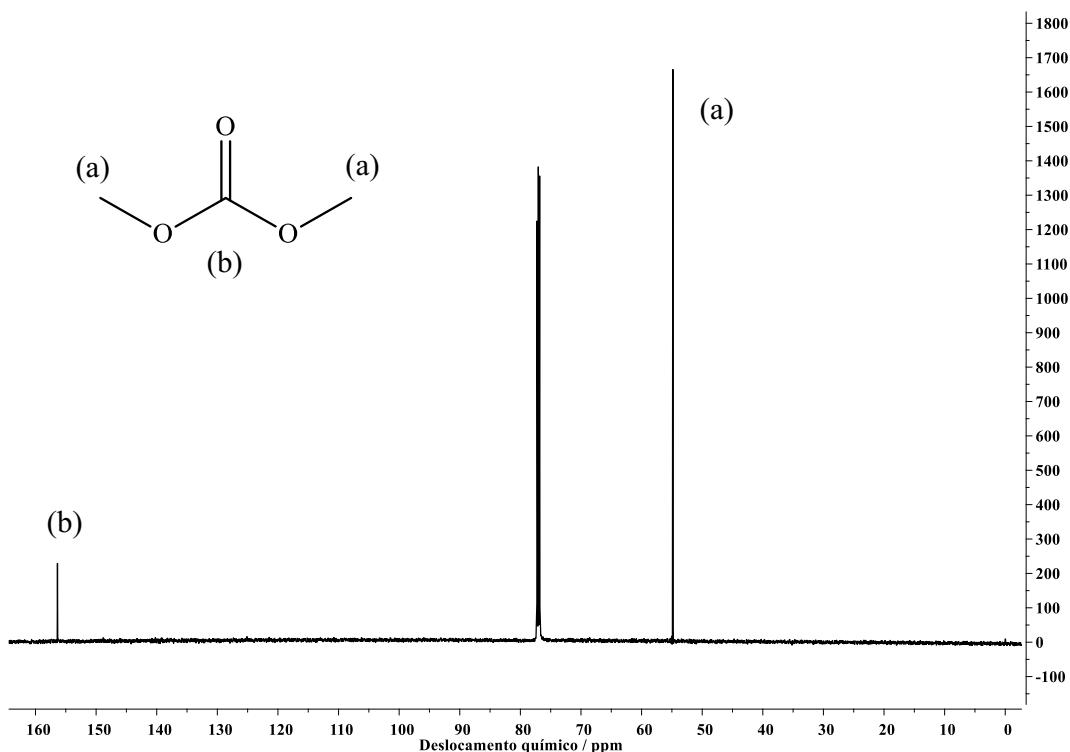
Figura 15 – Espectro  $^1\text{H}$ -RMN para o dimetil carbonato.



Fonte: Autor.

A Figura 16 apresenta o espectro  $^{13}\text{C}$ -RMN para o DMC puro, em que, novamente, foram observados 3 picos, com os seguintes valores de deslocamento químico: 156,38 ppm, um triplete em 77,03 ppm e 54,84 ppm. O triplete centrado em 77,03 ppm é típico do carbono presente no clorofórmio deuterado (SILVERSTEIN; WEBSTER; KIEMLE, 2006). Já os picos observados em 156,38 e 54,84 ppm se referem, respectivamente, aos carbonos da carbonila (b) e dos grupamentos metila (a) do DMC, em comparação com estruturas semelhantes apresentadas por Silverstein, Webster e Kiemle (2006). Além disso, a ausência de um pico significativo para um contaminante neste espectro corrobora a hipótese de que a impureza observada no espectro de hidrogênio deve ser a presença de água.

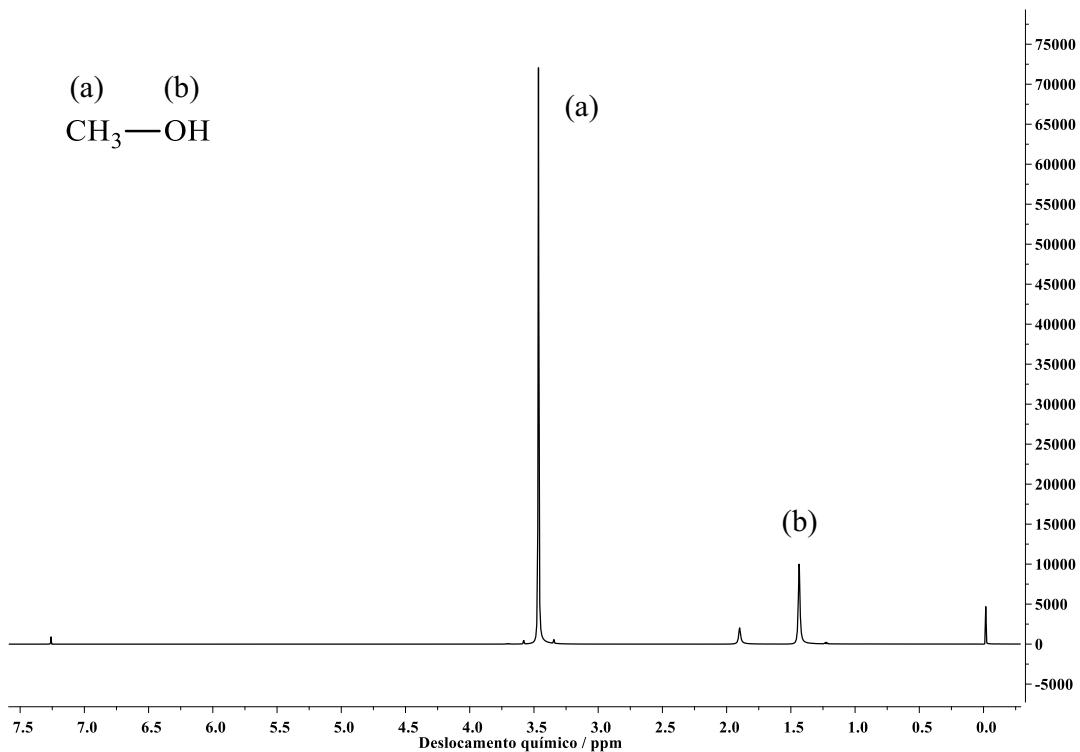
Figura 16 – Espectro  $^{13}\text{C}$ -RMN para o dimetil carbonato.



Fonte: Autor.

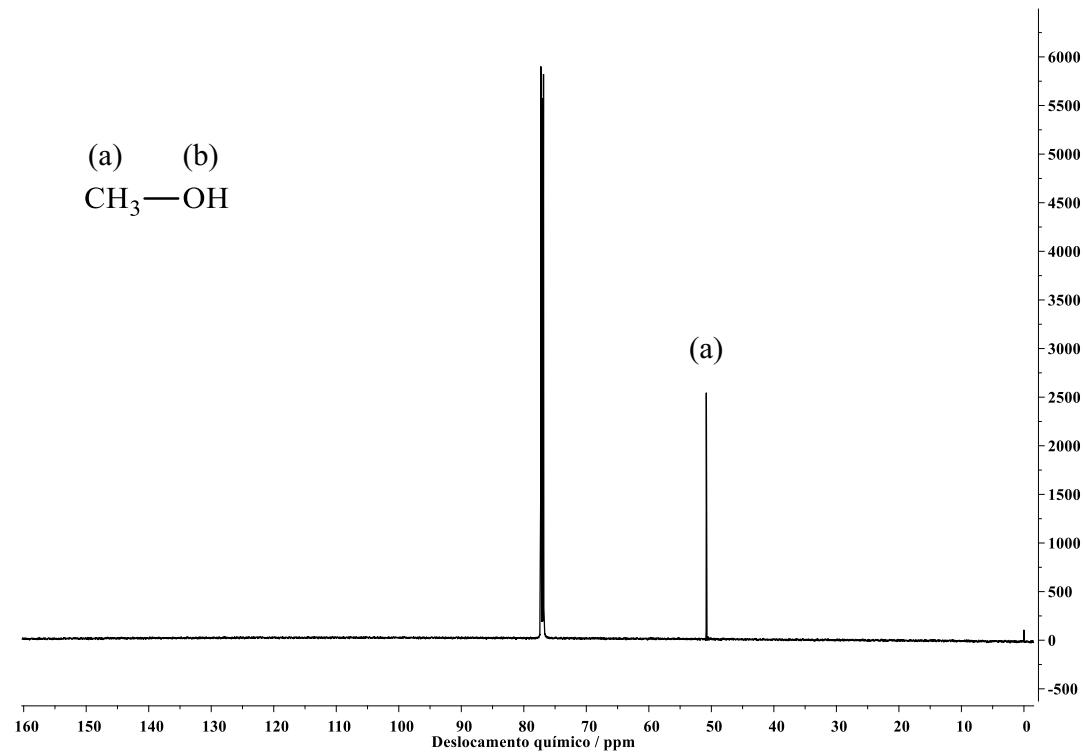
Os espectros  $^1\text{H}$ -RMN e  $^{13}\text{C}$ -RMN para o metanol puro encontram-se, respectivamente, nas Figuras 17 e 18. Pela Figura 17, são observados os picos em 7,26, 3,47, 1,90 e 1,44 ppm. Conforme mencionado anteriormente, o pico de deslocamento químico igual a 7,26 ppm se refere a traços de clorofórmio no solvente deuterado. Já o pico em 1,90 ppm novamente deve se referir a traços de água. Contudo, tal valor de deslocamento químico é maior que o observado na Figura 48, indicando que os átomos de hidrogênio da água foram desblindados possivelmente devido a interações de hidrogênio com o álcool. Por fim, os picos observados em 3,47 e 1,44 ppm estão relacionados com os átomos de hidrogênio dos grupamentos metila (a) e hidroxila (b) do álcool, respectivamente, o que pode ser comprovado pela integração de tais sinais, que resulta numa proporção na quantidade de átomos de hidrogênio próxima a 3:1. Pela Figura 18, tem-se os picos de deslocamento químico iguais a 77,03 ppm (clorofórmio deuterado) e 50,80 ppm, o qual se refere ao átomo de carbono do metanol (a).

Figura 17 – Espectro  $^1\text{H}$ -RMN para o metanol.



Fonte: Autor.

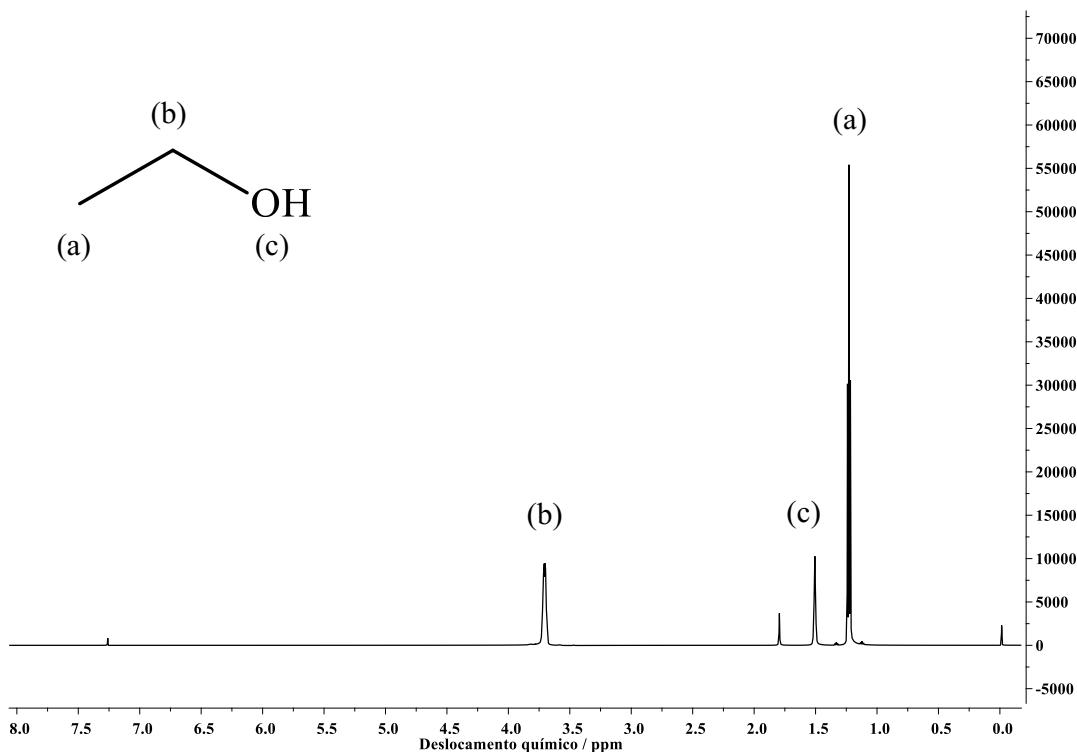
Figura 18 – Espectro  $^{13}\text{C}$ -RMN para o metanol.



Fonte: Autor.

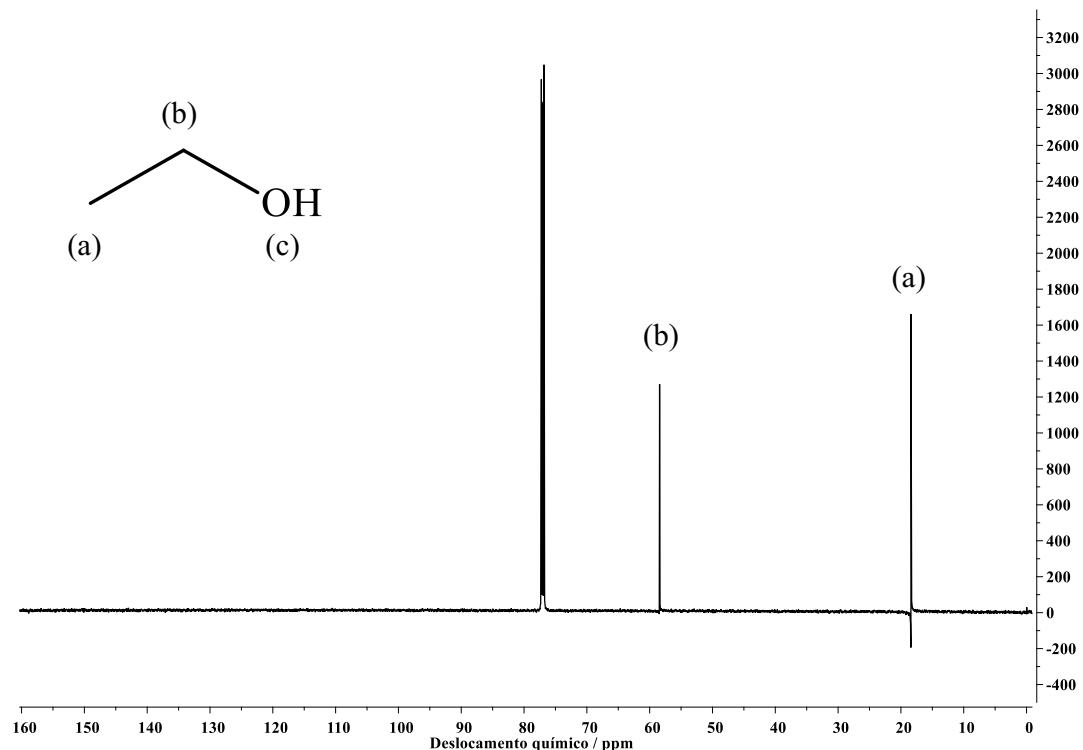
Para o etanol puro, os espectros  $^1\text{H}$ -RMN e  $^{13}\text{C}$ -RMN se encontram nas Figuras 19 e 20, respectivamente. A Figura 19 indica os seguintes picos: 7,26 ppm ( $\text{CHCl}_3$ ), 3,71 ppm, 1,79 ppm (água), 1,51 ppm e 1,23 ppm. Ao se analisar a multiplicidade e a integração dos sinais, é possível associar os três picos restantes à estrutura do etanol: o deslocamento químico de 3,71 ppm (quarteto) é integrado a 2 átomos de hidrogênio, isto é, refere-se ao grupamento metileno (b); o pico em 1,51 ppm (singuleto) se refere a 1 átomo de hidrogênio, que está presente na hidroxila do etanol (c); já o sinal em 1,23 ppm (triploto) está associado ao grupamento metila do etanol (a), uma vez que a integração deste sinal resulta em 3 átomos de hidrogênio. Outro fator que contribui para esta distribuição de sinais é a proximidade maior do grupamento metileno (b) ao heteroátomo em comparação ao grupamento metila (a), o que leva a uma desblindagem maior (maior deslocamento químico) no sinal do grupamento metileno (b). Já pela Figura 20, além do pico do clorofórmio deuterado (77,03 ppm), observam-se os sinais em 58,42 e 18,39 ppm, que se referem, respectivamente, aos átomos de carbono dos grupamentos metileno (b) e metila (a) do álcool.

Figura 19 – Espectro  $^1\text{H}$ -RMN para o etanol.



Fonte: Autor.

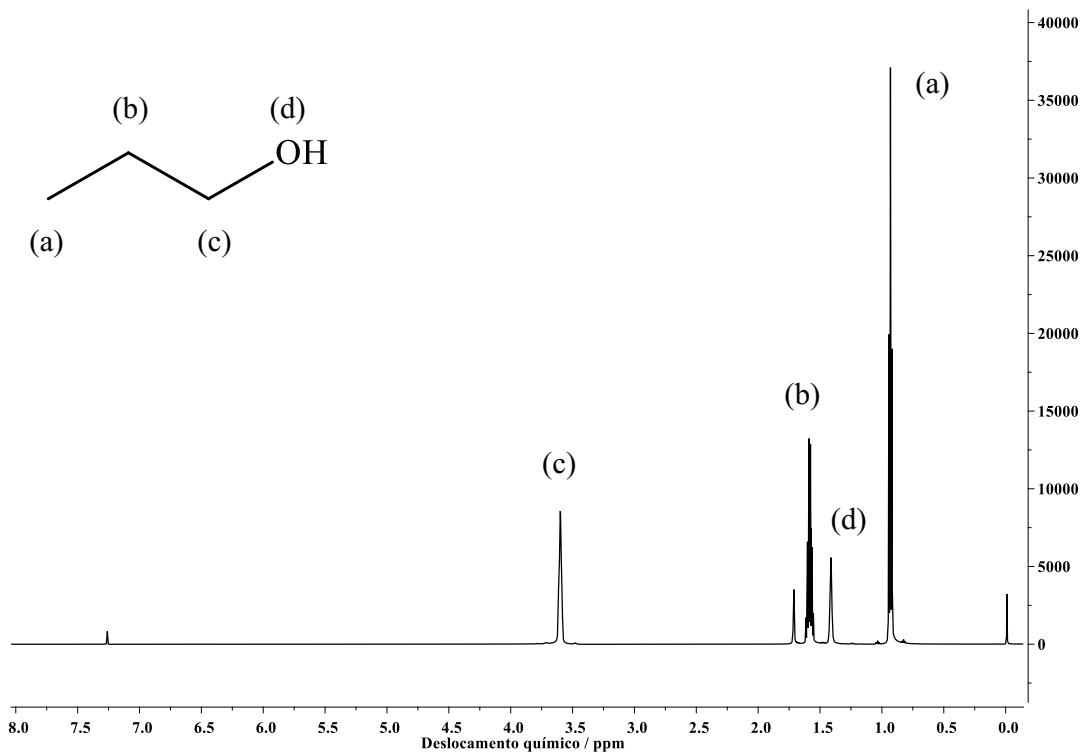
Figura 20 – Espectro  $^{13}\text{C}$ -RMN para o etanol.



Fonte: Autor.

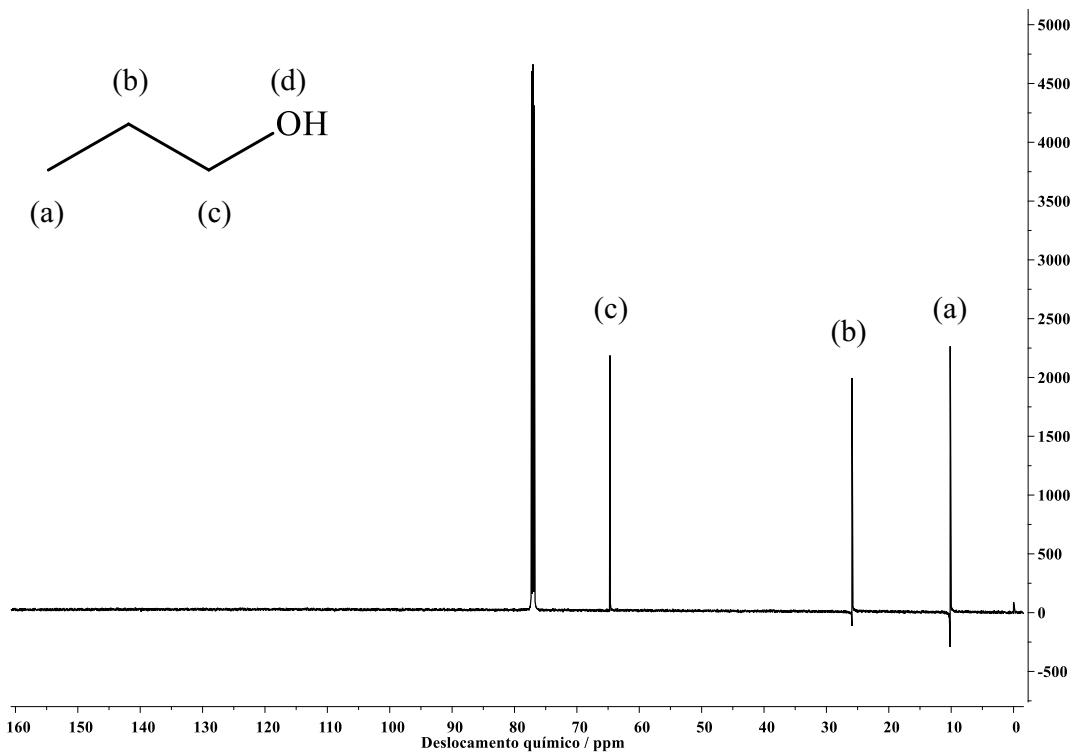
As Figuras 21 e 22 ilustram os espectros  $^1\text{H}$ -RMN e  $^{13}\text{C}$ -RMN para o 1-propanol puro. Pela Figura 21, têm-se os sinais em: 7,26, 3,60, 1,71, 1,58, 1,41 e 0,93 ppm. Novamente, os sinais em 7,26 e 1,71 ppm estão, respectivamente, relacionados com traços de clorofórmio e de água. Por sua vez, os sinais do 1-propanol em 3,60 ppm (triploto), 1,71 ppm (singleto), 1,41 ppm (multiploto) e 0,93 ppm (triploto) referem-se aos átomos de hidrogênio dos grupamentos metileno (c), metileno (b), hidroxila (d) e metila (a), respectivamente, sendo comprovados pela multiplicidade e integração dos sinais. Já a Figura 22 fornece os seguintes picos: 77,03 ppm para o clorofórmio deuterado, 64,69 ppm para o grupamento metileno (c), 25,89 ppm para o grupamento metileno (b) e 10,15 ppm para o grupamento metila (a) do 1-propanol.

Figura 21 – Espectro  $^1\text{H}$ -RMN para o 1-propanol.



Fonte: Autor.

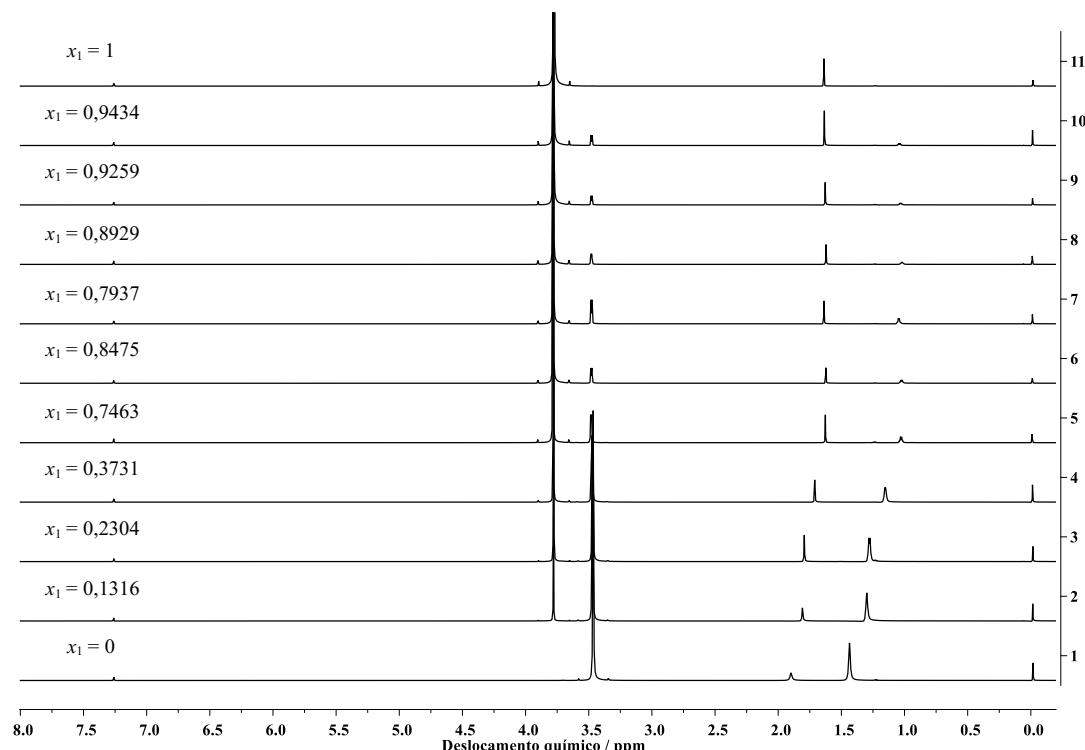
Figura 22 – Espectro  $^{13}\text{C}$ -RMN para o 1-propanol.



Fonte: Autor.

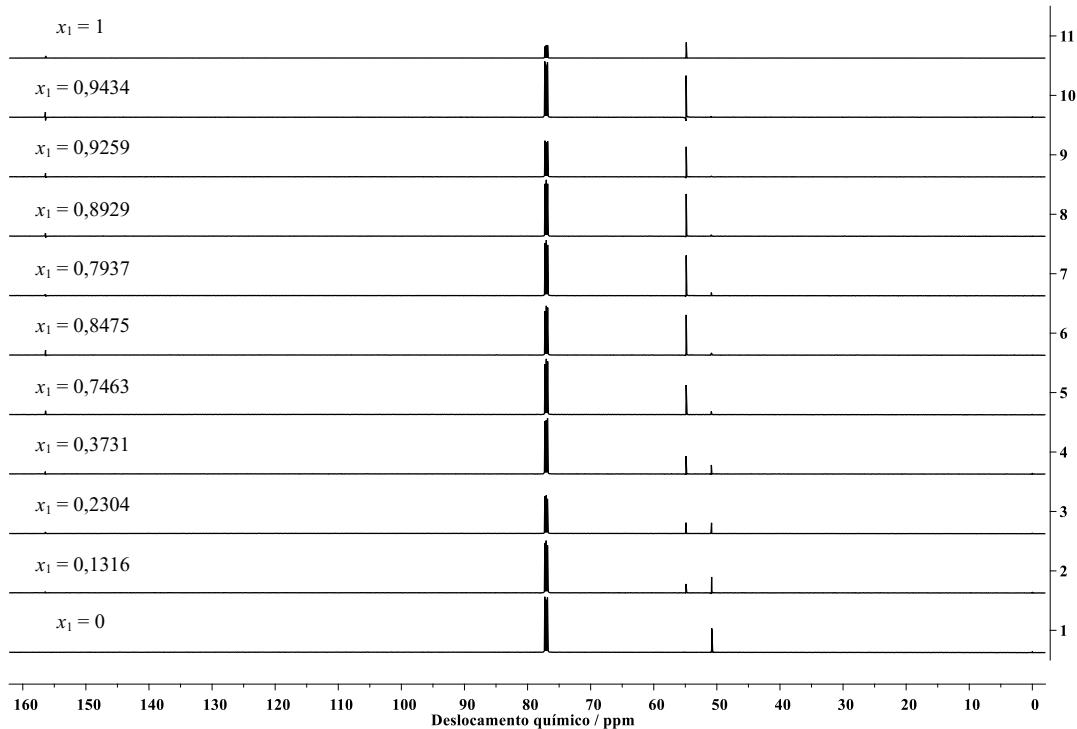
As Figuras 23-28 representam os espectros  $^1\text{H}$ -RMN e  $^{13}\text{C}$ -RMN para os sistemas binários  $\{x_1 \text{ DMC} + (1 - x_1) \text{ álcool}\}$  em diferentes composições. O objetivo dessa análise foi a verificação da influência da composição das amostras nos valores de deslocamento químico para os grupamentos carbonila do DMC e hidroxila dos álcoois, com o intuito de verificar a presença de interações específicas entre os componentes, sobretudo, aquelas por meio ligações de hidrogênio.

Figura 23 – Espectro  $^1\text{H}$ -RMN para o sistema  $\{x_1 \text{ dimetil carbonato} + (1 - x_1) \text{ metanol}\}$ .



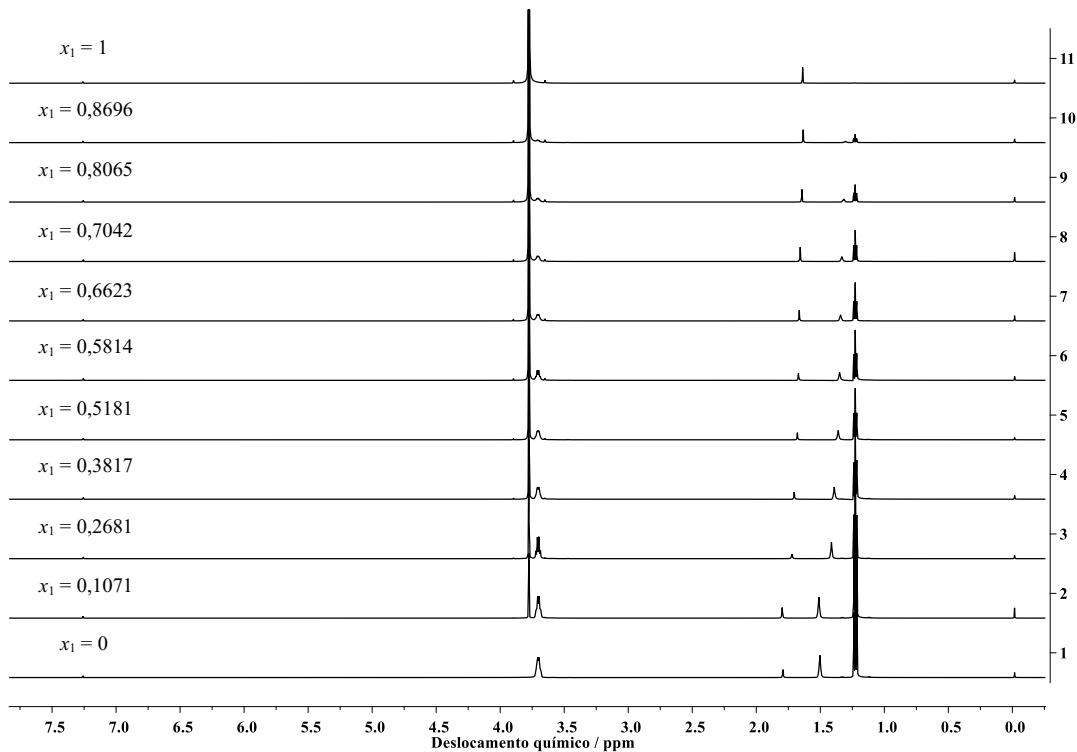
Fonte: Autor.

Figura 24 – Espectro  $^{13}\text{C}$ -RMN para o sistema  $\{x_1 \text{ dimetil carbonato} + (1 - x_1) \text{ metanol}\}$ .



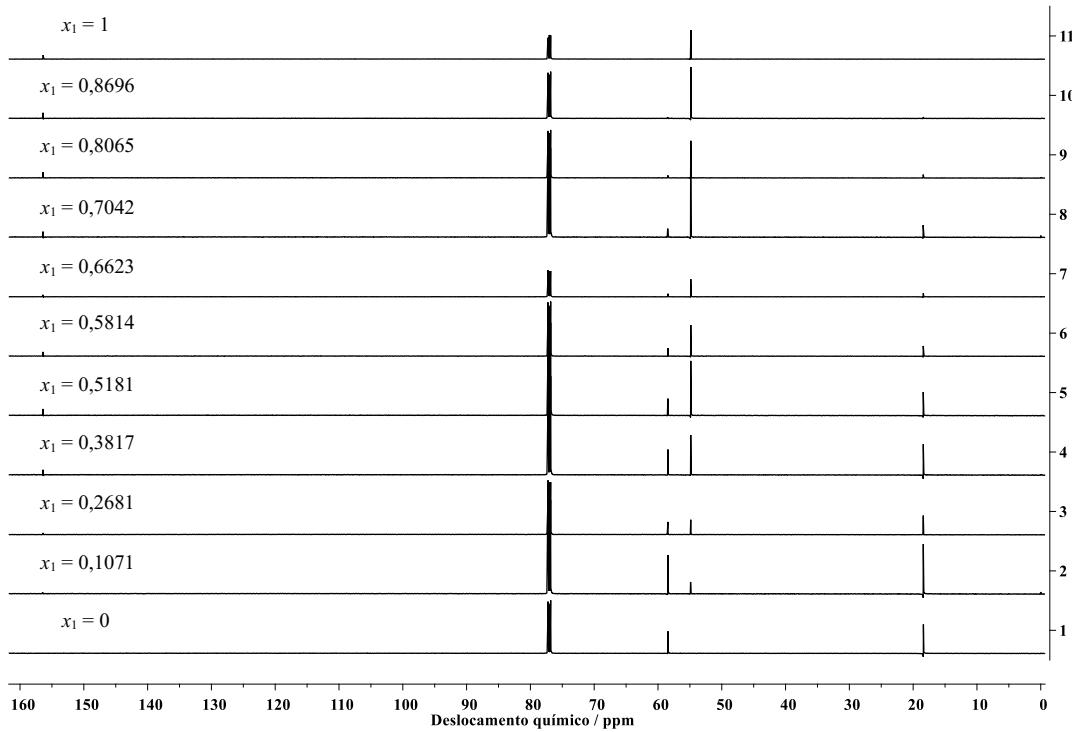
Fonte: Autor.

Figura 25 – Espectro  $^1\text{H}$ -RMN para o sistema  $\{x_1 \text{ dimetil carbonato} + (1 - x_1) \text{ etanol}\}$ .



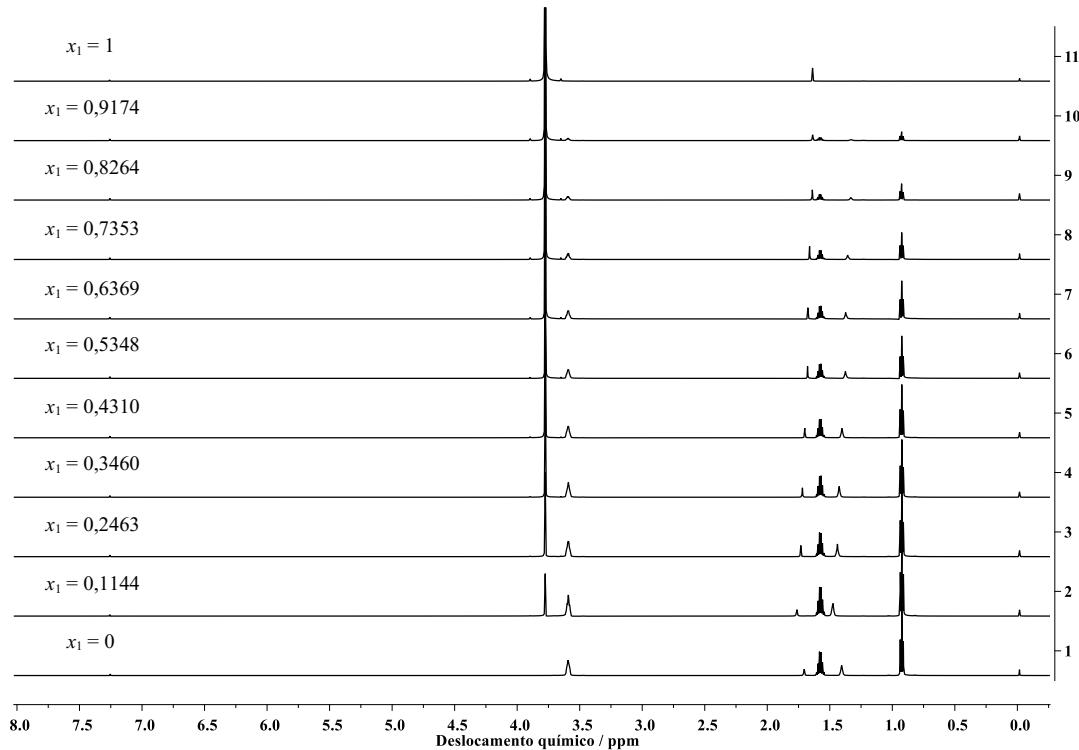
Fonte: Autor.

Figura 26 – Espectro  $^{13}\text{C}$ -RMN para o sistema  $\{x_1 \text{ dimetil carbonato} + (1 - x_1) \text{ etanol}\}$ .



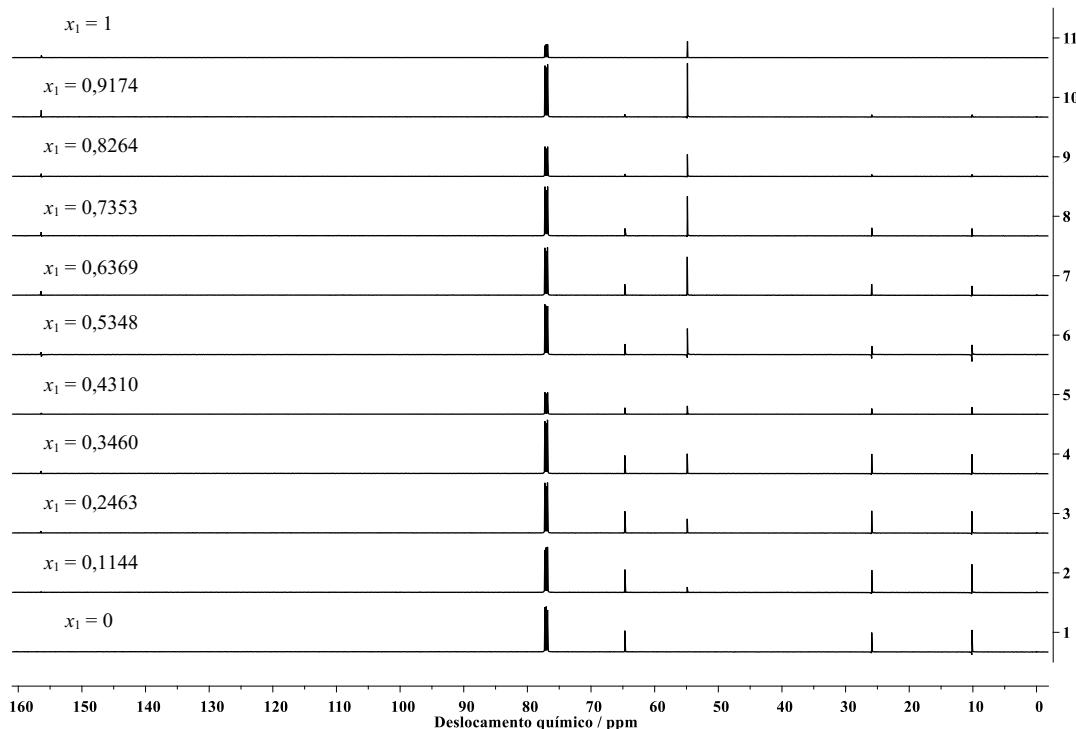
Fonte: Autor.

Figura 27 – Espectro  $^1\text{H}$ -RMN para o sistema  $\{x_1 \text{ dimetil carbonato} + (1 - x_1) 1\text{-propanol}\}$ .



Fonte: Autor.

Figura 28 – Espectro  $^{13}\text{C}$ -RMN para o sistema  $\{x_1 \text{ dimetil carbonato} + (1 - x_1) \text{ 1-propanol}\}$ .

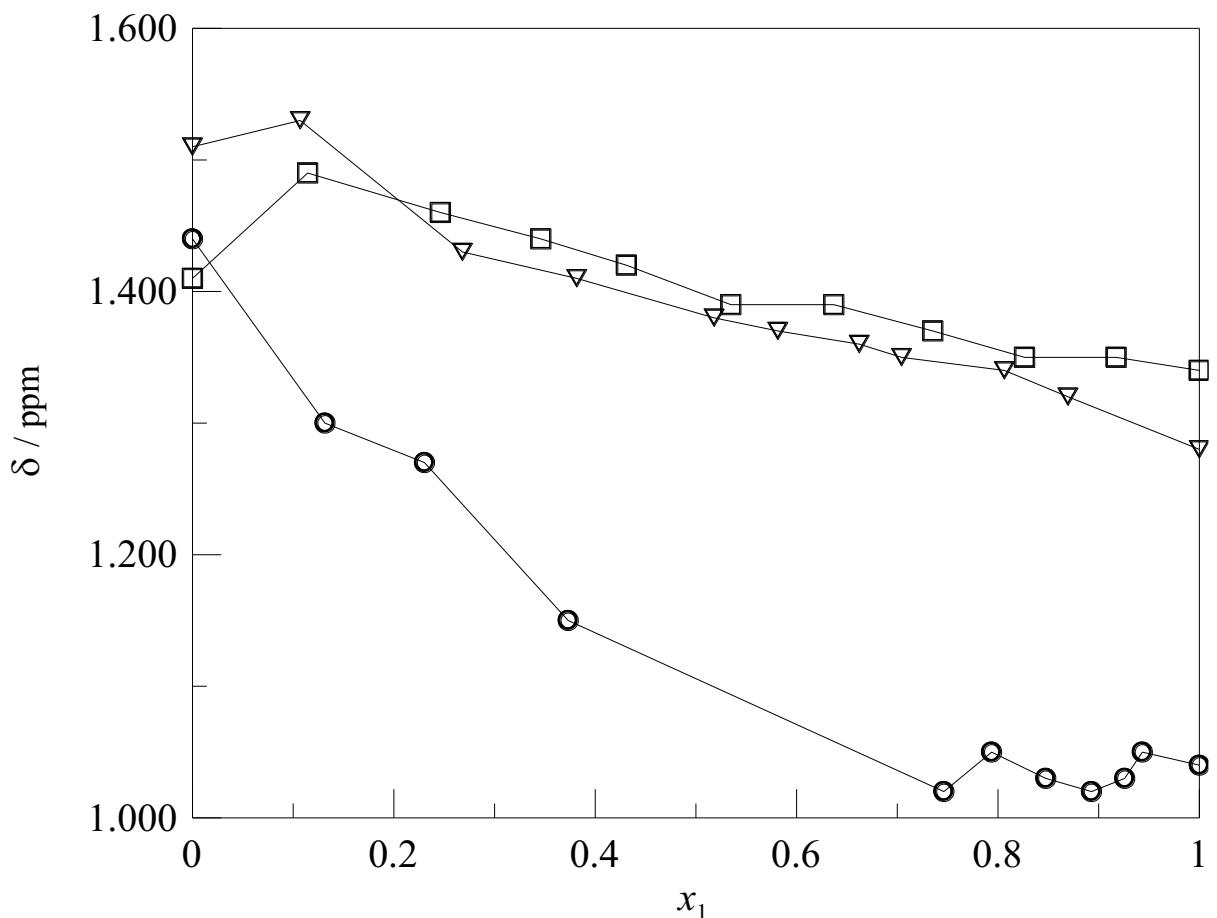


Fonte: Autor.

Conforme observado pelas Figuras 24, 26 e 28, os picos referentes ao átomo de carbono do grupamento carbonila do DMC nos espectros  $^{13}\text{C}$ -RMN não sofreram variação no deslocamento químico em função da composição para os três sistemas estudados, o que possivelmente indica fracas interações do DMC com os álcoois.

Todavia, as Figuras 23, 25 e 27 apontam uma variação significativa no deslocamento químico para os átomos de hidrogênio dos grupamentos hidroxilas dos álcoois nos espectros  $^1\text{H}$ -RMN. Esse comportamento pode ser visto mais claramente na Figura 29 e na Tabela 3.

Figura 29 – Deslocamento químico do átomo de hidrogênio do grupamento hidroxila do álcool no espectro  $^1\text{H}$ -RMN em função da fração molar de dimetil carbonato para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  álcool $\}$ : metanol ( $\circ$ ), etanol ( $\nabla$ ), 1-propanol ( $\square$ ); as linhas são apenas guias visuais.



Fonte: Autor.

Tabela 3 – Deslocamento químico e desvio do deslocamento químico do átomo de hidrogênio do grupamento hidroxila do álcool no espectro  $^1\text{H}$ -RMN em função da fração molar de dimetil carbonato para o sistema  $\{x_1 \text{ dimetil carbonato} + (1 - x_1) \text{ álcool}\}$ .

$x_1$	$\delta / \text{ppm}$	$\Delta\delta / \text{ppm}$	$x_1$	$\delta / \text{ppm}$	$\Delta\delta / \text{ppm}$	$x_1$	$\delta / \text{ppm}$	$\Delta\delta / \text{ppm}$
$x_1$ DMC + (1 - $x_1$ ) metanol			$x_1$ DMC + (1 - $x_1$ ) etanol			$x_1$ DMC + (1 - $x_1$ ) 1-propanol		
0,0000	1,44	0,00	0,0000	1,51	0,00	0,0000	1,41	0,00
0,1316	1,30	-0,09	0,1071	1,53	0,04	0,1144	1,49	0,09
0,2304	1,27	-0,08	0,2681	1,43	-0,02	0,2463	1,46	0,07
0,3731	1,15	-0,14	0,3817	1,41	-0,01	0,3460	1,44	0,05
0,7463	1,02	-0,12	0,5181	1,38	-0,01	0,4310	1,42	0,04
0,8475	1,03	-0,07	0,5814	1,37	-0,01	0,5348	1,39	0,02
0,7937	1,05	-0,07	0,6623	1,36	0,00	0,6369	1,39	0,02
0,8929	1,02	-0,06	0,7042	1,35	0,00	0,7353	1,37	0,01
0,9259	1,03	-0,04	0,8065	1,34	0,02	0,8264	1,35	0,00
0,9434	1,05	-0,01	0,8696	1,32	0,01	0,9174	1,35	0,00
1,0000	1,04	0,00	1,0000	1,28	0,00	1,0000	1,34	0,00

Fonte: Autor.

A partir dos dados de deslocamento químico, é possível determinar a variação dos mesmos em relação à idealidade, através do cálculo do desvio do deslocamento químico ( $\Delta\delta$ ) (PAL; KUMAR, 2011):

$$\Delta\delta = \delta - x_1 \delta_1^\infty - (1 - x_1) \delta_2^\infty \quad (106)$$

onde  $\delta_1^\infty$  e  $\delta_2^\infty$  representam os valores de deslocamento químico do átomo de hidrogênio do grupamento da hidroxila para os álcoois à diluição infinita e para os álcoois puros, respectivamente.

Os valores de  $\delta_1^\infty$  foram obtidos por extrapolação para a fração molar  $x_1 = 1$  com base nos demais dados de deslocamento químico. Os resultados de  $\Delta\delta$  podem ser verificados na Tabela 3 e na Figura 30.

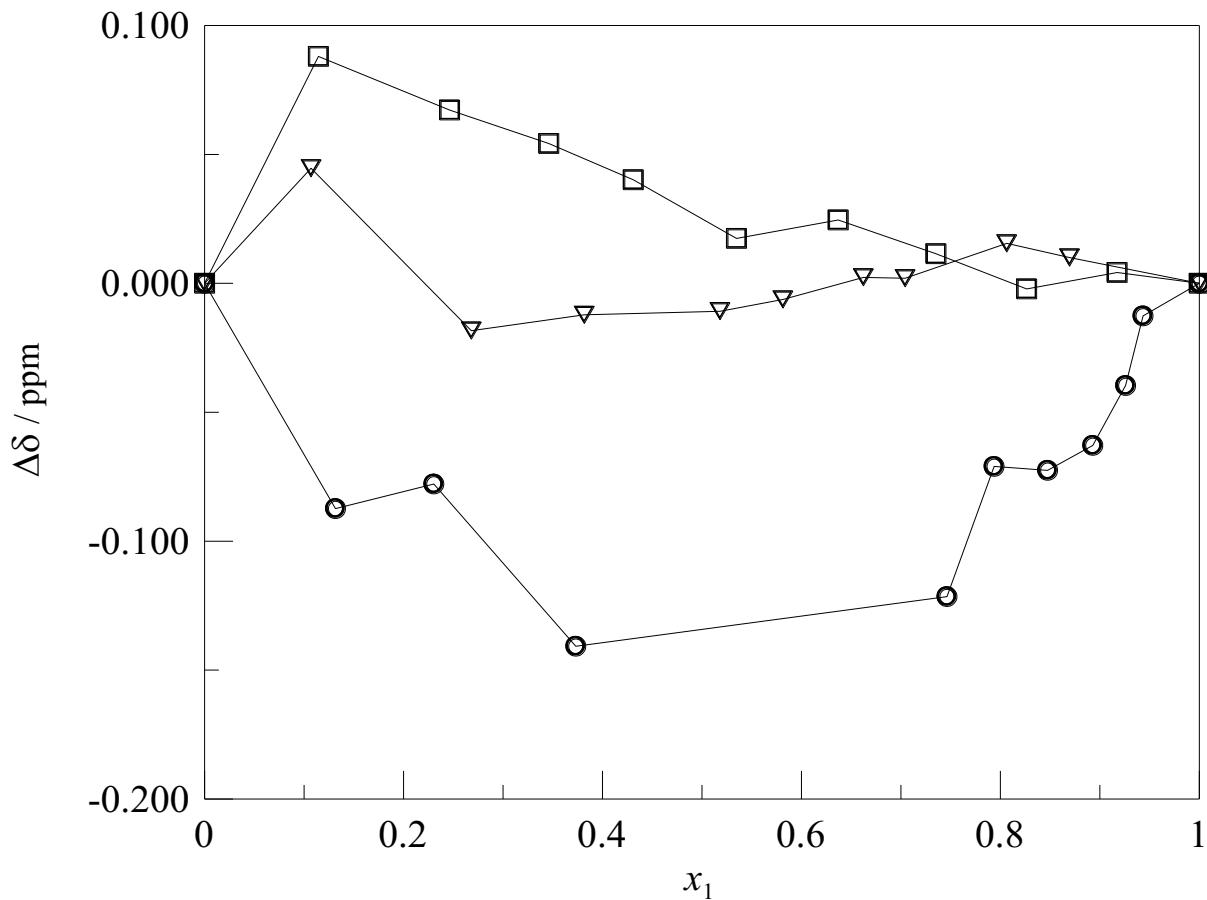
A análise desta propriedade é interessante, uma vez que ela proporciona informações acerca das interações soluto-solvente entre os componentes presentes nas soluções binárias. Valores positivos de  $\Delta\delta$  podem estar associados a interações físicas entre os componentes, enquanto valores negativos desta propriedade podem indicar a predominância de fortes interações entre o DMC e os álcoois (PAL; KUMAR, 2011; PAL; KUMAR, 2012; KUMAR et al., 2012; BITTENCOURT et al., 2017; OLIVIERI et al., 2018).

Sendo assim, os valores negativos obtidos no sistema {DMC + metanol} podem indicar a predominância de interações específicas entre os componentes em relação aos efeitos físicos, o que, a princípio, contradiz parte dos resultados obtidos pela espectroscopia na região do infravermelho. Entretanto, esses resultados serão explorados com mais detalhes posteriormente, juntamente com as conclusões obtidas pela análise termodinâmica.

Por sua vez, o sistema contendo 1-propanol resultou em valores predominantemente positivos, o que sugere que efeitos físicos devem prevalecer neste sistema.

Já o sistema contendo etanol apresentou valores positivos e negativos, o que sugere a predominância de efeitos físicos em regiões diluídas, enquanto interações específicas devem prevalecer para concentrações próximas a composição equimolar. Contudo, os valores de  $\Delta\delta$  para esse sistema são relativamente baixos, em comparação aos demais, o que pode levar a conclusões errôneas. Sendo assim, tais resultados foram considerados inconclusivos.

Figura 30 – Desvio do deslocamento químico do átomo de hidrogênio do grupamento hidroxila do álcool no espectro  $^1\text{H}$ -RMN em função da fração molar de dimetil carbonato para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  álcool}: metanol ( $\circ$ ), etanol ( $\nabla$ ), 1-propanol ( $\square$ ); as linhas são apenas guias visuais.



Fonte: Autor.

## 6.2 ANÁLISE TERMODINÂMICA

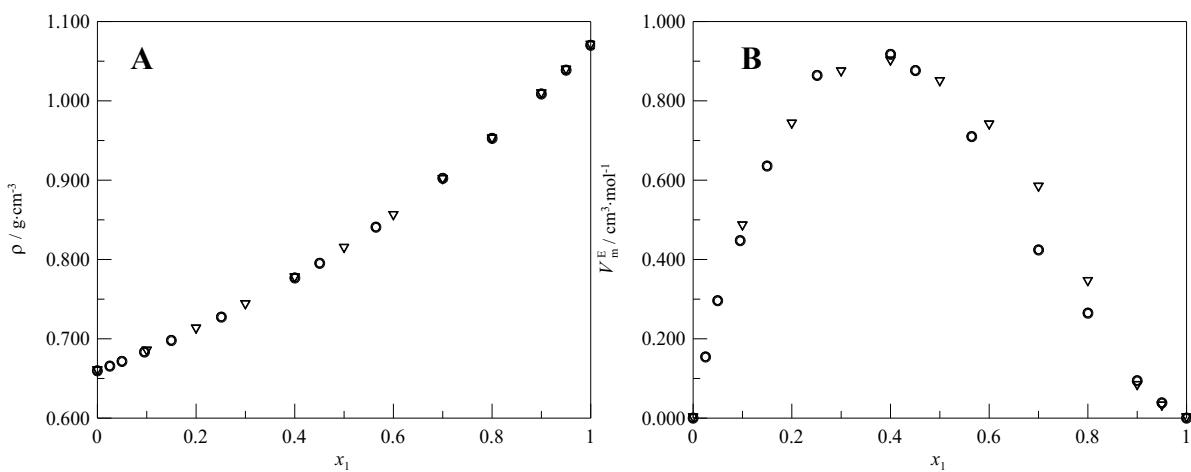
Esta seção aborda os resultados obtidos da análise termodinâmica, tanto para os componentes puros quanto para os sistemas binários.

### 6.2.1 Densidade

Para a validade do procedimento experimental para a obtenção das medidas de densidade, antes dos testes deste trabalho, foi realizado o estudo de um sistema-teste, constituído pelo sistema binário {dimetil carbonato + *n*-hexano}. Todos os resultados decorrentes deste sistema encontram-se na Tabela B1 do Apêndice B, enquanto a Figura 31

apresenta uma comparação dos dados de densidade e de volume molar excesso em relação ao estudo de Zhou et al. (2010b).

Figura 31 – (A) Densidade e (B) volume molar excesso, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  *n*-hexano} na temperatura de 293,15 K e pressão de 0,1 MPa: comparação deste estudo ( $\circ$ ) com os dados do estudo de Zhou et al. (2010b) ( $\nabla$ ).



Fonte: Autor.

Como se pode notar pela Figura 31, os resultados de densidade do sistema teste na temperatura de 293,15 K e pressão de 0,1 MPa apresentaram boa concordância com os obtidos por Zhou et al. (2010b), embora desvios significativos para o  $V_m^E$  tenham sido observados na faixa de composição entre  $x_1 = (0,5 - 0,8)$ . Nas demais temperaturas e pressões estudadas, os resultados foram semelhantes. Com esta comparação, a calibração do equipamento foi considerada validada.

Com base na equação (102) e sendo utilizados o dimetil carbonato e o *n*-hexano na calibração do equipamento, as densidades dos componentes puros foram determinadas e comparadas com dados da literatura. Tais valores se encontram na Tabela 4.

Tabela 4 – Densidades dos componentes puros a diferentes temperatura e pressão: valores experimentais em comparação à literatura.

<i>p</i> / MPa	<i>T</i> / K		288,15		293,15		298,15		303,15		308,15	
	Experimental	Literatura	Experimental	Literatura	Experimental	Literatura	Experimental	Literatura	Experimental	Literatura	Experimental	Literatura
<b>Dimetil carbonato</b>												
0,1	1,07683 <sup>m</sup>	1,07643 <sup>a</sup> ; 1,0765 <sup>c</sup> ; 1,07630 <sup>l</sup>	1,07006 <sup>m</sup>	1,06976 <sup>a</sup> ; 1,0694 <sup>d</sup> ; 1,07026 <sup>e</sup> ; 1,0698 <sup>f</sup> ; 1,06969 <sup>l</sup>	1,06345 <sup>m</sup>	1,06310 <sup>a</sup> ; 1,0629 <sup>c</sup> ; 1,0632 <sup>f</sup> ; 1,06311 <sup>l</sup>	1,05661 <sup>m</sup>	1,05641 <sup>a</sup> ; 1,0562 <sup>d</sup> ; 1,05694 <sup>e</sup> ; 1,0565 <sup>f</sup> ; 1,05635 <sup>l</sup>	1,04991 <sup>m</sup>	1,04966 <sup>a</sup> ; 1,0496 <sup>c</sup> ; 1,0498 <sup>f</sup>		
5	1,08115 <sup>m</sup>	1,08080 <sup>a</sup> ; 1,0806 <sup>c</sup>	1,07462 <sup>m</sup>	1,07422 <sup>a</sup> ; 1,07466 <sup>c</sup> ; 1,0739 <sup>d</sup> ; 1,0744 <sup>f</sup>	1,06800 <sup>m</sup>	1,06770 <sup>a</sup> ; 1,0680 <sup>c</sup> ; 1,0680 <sup>f</sup>	1,06147 <sup>m</sup>	1,06117 <sup>a</sup> ; 1,0611 <sup>d</sup> ; 1,06165 <sup>e</sup> ; 1,0613 <sup>f</sup>	1,05484 <sup>m</sup>	1,05459 <sup>a</sup> ; 1,0546 <sup>c</sup> ; 1,0546 <sup>f</sup>		
10	1,08532 <sup>m</sup>	1,08502 <sup>a</sup> ; 1,0848 <sup>c</sup>	1,07893 <sup>m</sup>	1,07858 <sup>a</sup> ; 1,0783 <sup>d</sup> ; 1,07901 <sup>e</sup> ; 1,0786 <sup>f</sup>	1,07251 <sup>m</sup>	1,07221 <sup>a</sup> ; 1,0721 <sup>c</sup> ; 1,0724 <sup>f</sup>	1,06602 <sup>m</sup>	1,06582 <sup>a</sup> ; 1,0657 <sup>d</sup> ; 1,06629 <sup>e</sup> ; 1,0660 <sup>f</sup>	1,05969 <sup>m</sup>	1,05939 <sup>a</sup> ; 1,0594 <sup>c</sup> ; 1,0594 <sup>f</sup>		
15	1,08952 <sup>m</sup>	1,08907 <sup>a</sup>	1,08301 <sup>m</sup>	1,08276 <sup>a</sup> ; 1,0824 <sup>d</sup> ; 1,08321 <sup>e</sup>	1,07672 <sup>m</sup>	1,07652 <sup>a</sup>	1,07049 <sup>m</sup>	1,07029 <sup>a</sup> ; 1,0702 <sup>d</sup> ; 1,07079 <sup>e</sup>	1,06430 <sup>m</sup>	1,06400 <sup>a</sup>		
20	1,09335 <sup>m</sup>	1,09300 <sup>a</sup> ; 1,0928 <sup>c</sup>	1,08708 <sup>m</sup>	1,08683 <sup>a</sup> ; 1,0865 <sup>d</sup> ; 1,08726 <sup>e</sup> ; 1,0869 <sup>f</sup>	1,08090 <sup>m</sup>	1,08070 <sup>a</sup> ; 1,0805 <sup>c</sup> ; 1,0808 <sup>f</sup>	1,07479 <sup>m</sup>	1,07459 <sup>a</sup> ; 1,0745 <sup>d</sup> ; 1,07511 <sup>e</sup> ; 1,0747 <sup>f</sup>	1,06873 <sup>m</sup>	1,06843 <sup>a</sup> ; 1,0683 <sup>c</sup> ; 1,0685 <sup>f</sup>		
25	1,09699 <sup>m</sup>	1,09679 <sup>a</sup>	1,09103 <sup>m</sup>	1,09073 <sup>a</sup> ; 1,0904 <sup>d</sup> ; 1,09117 <sup>e</sup>	1,08489 <sup>m</sup>	1,08474 <sup>a</sup>	1,07899 <sup>m</sup>	1,07874 <sup>a</sup> ; 1,0786 <sup>d</sup> ; 1,07925 <sup>e</sup>	1,07300 <sup>m</sup>	1,07265 <sup>a</sup>		
30	1,10063 <sup>m</sup>	1,10048 <sup>a</sup> ; 1,1003 <sup>c</sup>	1,09475 <sup>m</sup>	1,09450 <sup>a</sup> ; 1,0943 <sup>d</sup> ; 1,0945 <sup>f</sup>	1,08882 <sup>m</sup>	1,08862 <sup>a</sup> ; 1,0885 <sup>c</sup> ; 1,0887 <sup>f</sup>	1,08290 <sup>m</sup>	1,08275 <sup>a</sup> ; 1,0827 <sup>d</sup> ; 1,0829 <sup>f</sup>	1,07710 <sup>m</sup>	1,07680 <sup>a</sup> ; 1,0767 <sup>c</sup> ; 1,0770 <sup>f</sup>		
35	1,10408 <sup>m</sup>	1,10403 <sup>a</sup>	1,09834 <sup>m</sup>	1,09819 <sup>a</sup> ; 1,0980 <sup>d</sup>	1,09244 <sup>m</sup>	1,09239 <sup>a</sup>	1,08660 <sup>m</sup>	1,08660 <sup>a</sup> ; 1,0866 <sup>d</sup>	1,08078 <sup>m</sup>	1,08078 <sup>a</sup>		
40	1,10740 <sup>m</sup>	1,10750 <sup>a</sup> ; 1,1075 <sup>c</sup>	1,10184 <sup>m</sup>	1,10174 <sup>a</sup> ; 1,1015 <sup>d</sup> ; 1,1019 <sup>f</sup>	1,09604 <sup>m</sup>	1,09604 <sup>a</sup> ; 1,0959 <sup>c</sup> ; 1,0962 <sup>f</sup>	1,09040 <sup>m</sup>	1,09035 <sup>a</sup> ; 1,0903 <sup>d</sup> ; 1,0904 <sup>f</sup>	1,08438 <sup>m</sup>	1,08463 <sup>a</sup> ; 1,0845 <sup>c</sup> ; 1,0848 <sup>f</sup>		

Tabela 4 (Continuação) – Densidades dos componentes puros a diferentes temperatura e pressão: valores experimentais em comparação à literatura.

<i>p</i> / MPa	<i>T</i> / K									
	288,15		293,15		298,15		303,15		308,15	
	Experimental	Literatura	Experimental	Literatura	Experimental	Literatura	Experimental	Literatura	Experimental	Literatura
<b>Metanol</b>										
0,1	0,79619 <sup>m</sup>		0,79118 <sup>m</sup>	0,79124 <sup>i</sup> ; 0,79123 <sup>j</sup>	0,78676 <sup>m</sup>	0,78585 <sup>h</sup> ; 0,78657 <sup>i</sup> ; 0,78651 <sup>j</sup>	0,78207 <sup>m</sup>	0,78185 <sup>i</sup> ; 0,78196 <sup>j</sup>	0,77709 <sup>m</sup>	0,77710 <sup>i</sup>
5	0,80057 <sup>m</sup>		0,79597 <sup>m</sup>	0,79580 <sup>j</sup>	0,79152 <sup>m</sup>	0,79077 <sup>h</sup> ; 0,79118 <sup>j</sup>	0,78679 <sup>m</sup>	0,78678 <sup>j</sup>	0,78185 <sup>m</sup>	
10	0,80493 <sup>m</sup>		0,80047 <sup>m</sup>	0,80017 <sup>j</sup>	0,79580 <sup>m</sup>	0,79551 <sup>h</sup> ; 0,79570 <sup>j</sup>	0,79131 <sup>m</sup>	0,79148 <sup>j</sup>	0,78663 <sup>m</sup>	
15	0,80885 <sup>m</sup>		0,80452 <sup>m</sup>	0,80436 <sup>j</sup>	0,80013 <sup>m</sup>	0,79999 <sup>h</sup> ; 0,80002 <sup>j</sup>	0,79585 <sup>m</sup>	0,79584 <sup>j</sup>	0,79123 <sup>m</sup>	
20	0,81292 <sup>m</sup>		0,80843 <sup>m</sup>	0,80839 <sup>j</sup>	0,80418 <sup>m</sup>	0,80424 <sup>h</sup> ; 0,80415 <sup>j</sup>	0,80016 <sup>m</sup>	0,79997 <sup>j</sup>	0,79558 <sup>m</sup>	
25	0,81656 <sup>m</sup>		0,81234 <sup>m</sup>	0,81225 <sup>j</sup>	0,80804 <sup>m</sup>	0,80829 <sup>h</sup> ; 0,80810 <sup>j</sup>	0,80408 <sup>m</sup>	0,80395 <sup>j</sup>	0,79985 <sup>m</sup>	
30	0,82009 <sup>m</sup>		0,81593 <sup>m</sup>	0,81594 <sup>j</sup>	0,81169 <sup>m</sup>	0,81215 <sup>h</sup> ; 0,81188 <sup>j</sup>	0,80778 <sup>m</sup>	0,80783 <sup>j</sup>	0,80373 <sup>m</sup>	
35	0,82362 <sup>m</sup>		0,81932 <sup>m</sup>	0,81955 <sup>j</sup>	0,81529 <sup>m</sup>	0,81585 <sup>h</sup> ; 0,81552 <sup>j</sup>	0,81131 <sup>m</sup>	0,81151 <sup>j</sup>	0,80742 <sup>m</sup>	
40	0,82704 <sup>m</sup>		0,82248 <sup>m</sup>		0,81833 <sup>m</sup>	0,81940 <sup>h</sup>	0,81470 <sup>m</sup>		0,81108 <sup>m</sup>	
<b>Etanol</b>										
0,1	0,79439 <sup>m</sup>	0,7937 <sup>g</sup> ; 0,79365 <sup>l</sup>	0,78987 <sup>m</sup>	0,7895 <sup>b</sup> ; 0,7894 <sup>g</sup> ; 0,78934 <sup>l</sup>	0,78559 <sup>m</sup>	0,7852 <sup>g</sup> ; 0,78507 <sup>l</sup>	0,78119 <sup>m</sup>	0,7809 <sup>b</sup> ; 0,7809 <sup>g</sup> ; 0,78072 <sup>l</sup>	0,77660 <sup>m</sup>	0,7765 <sup>g</sup>
5	0,79818 <sup>m</sup>	0,7976 <sup>g</sup>	0,79383 <sup>m</sup>	0,7937 <sup>b</sup> ; 0,7935 <sup>g</sup>	0,78972 <sup>m</sup>	0,7893 <sup>g</sup>	0,78547 <sup>m</sup>	0,7853 <sup>b</sup> ; 0,7851 <sup>g</sup>	0,78098 <sup>m</sup>	0,7809 <sup>g</sup>
10	0,80220 <sup>m</sup>	0,8015 <sup>g</sup>	0,79788 <sup>m</sup>	0,7978 <sup>b</sup> ; 0,7974 <sup>g</sup>	0,79376 <sup>m</sup>	0,7934 <sup>g</sup>	0,78966 <sup>m</sup>	0,7896 <sup>b</sup> ; 0,7893 <sup>g</sup>	0,78542 <sup>m</sup>	0,7852 <sup>g</sup>
15	0,80602 <sup>m</sup>	0,8053 <sup>g</sup>	0,80184 <sup>m</sup>	0,8016 <sup>b</sup> ; 0,8013 <sup>g</sup>	0,79775 <sup>m</sup>	0,7973 <sup>g</sup>	0,79371 <sup>m</sup>	0,7937 <sup>b</sup> ; 0,7933 <sup>g</sup>	0,78962 <sup>m</sup>	0,7893 <sup>g</sup>
20	0,80969 <sup>m</sup>	0,8089 <sup>g</sup>	0,80545 <sup>m</sup>	0,8053 <sup>b</sup> ; 0,8050 <sup>g</sup>	0,80140 <sup>m</sup>	0,8011 <sup>g</sup>	0,79754 <sup>m</sup>	0,7975 <sup>b</sup> ; 0,7972 <sup>g</sup>	0,79363 <sup>m</sup>	0,7933 <sup>g</sup>

Tabela 4 (Continuação) – Densidades dos componentes puros a diferentes temperatura e pressão: valores experimentais em comparação à literatura.

<i>P</i> / MPa	<i>T</i> / K		288,15		293,15		298,15		303,15		308,15	
	Experimental	Literatura	Experimental	Literatura	Experimental	Literatura	Experimental	Literatura	Experimental	Literatura	Experimental	Literatura
<b>Etanol</b>												
25	0,81295 <sup>m</sup>	0,8124 <sup>g</sup>	0,80912 <sup>m</sup>	0,8089 <sup>b</sup> ; 0,8086 <sup>g</sup>	0,80507 <sup>m</sup>	0,8048 <sup>g</sup>	0,80126 <sup>m</sup>	0,8013 <sup>b</sup> ; 0,8010 <sup>g</sup>	0,79742 <sup>m</sup>	0,7971 <sup>g</sup>		
30	0,81623 <sup>m</sup>	0,8157 <sup>g</sup>	0,81252 <sup>m</sup>	0,8123 <sup>b</sup> ; 0,8120 <sup>g</sup>	0,80847 <sup>m</sup>	0,8083 <sup>g</sup>	0,80481 <sup>m</sup>	0,8048 <sup>b</sup> ; 0,8046 <sup>g</sup>	0,80106 <sup>m</sup>	0,8008 <sup>g</sup>		
35	0,81912 <sup>m</sup>	0,8190 <sup>g</sup>	0,81580 <sup>m</sup>	0,8156 <sup>b</sup> ; 0,8153 <sup>g</sup>	0,81158 <sup>m</sup>	0,8117 <sup>g</sup>	0,80829 <sup>m</sup>	0,8082 <sup>b</sup> ; 0,8080 <sup>g</sup>	0,80460 <sup>m</sup>	0,8043 <sup>g</sup>		
40	0,82229 <sup>m</sup>	0,8221 <sup>g</sup>	0,81881 <sup>m</sup>	0,8187 <sup>b</sup> ; 0,8185 <sup>g</sup>	0,81427 <sup>m</sup>	0,8149 <sup>g</sup>	0,81143 <sup>m</sup>	0,8115 <sup>b</sup> ; 0,8113 <sup>g</sup>	0,80806 <sup>m</sup>	0,8077 <sup>g</sup>		
<b>1-Propanol</b>												
0,1	0,80762 <sup>m</sup>	0,80755 <sup>l</sup>	0,80357 <sup>m</sup>	0,80354 <sup>i</sup> ; 0,8035 <sup>k</sup> ; 0,80352 <sup>l</sup>	0,79961 <sup>m</sup>	0,79967 <sup>i</sup> ; 0,79945 <sup>l</sup>	0,79562 <sup>m</sup>	0,79563 <sup>i</sup> ; 0,7952 <sup>k</sup> ; 0,79547 <sup>l</sup>	0,79131 <sup>m</sup>	0,79151 <sup>i</sup>		
5	0,81132 <sup>m</sup>		0,80724 <sup>m</sup>	0,8073 <sup>k</sup>	0,80349 <sup>m</sup>		0,79957 <sup>m</sup>	0,7992 <sup>k</sup>	0,79540 <sup>m</sup>			
10	0,81470 <sup>m</sup>		0,81080 <sup>m</sup>	0,8109 <sup>k</sup>	0,80715 <sup>m</sup>		0,80313 <sup>m</sup>	0,8029 <sup>k</sup>	0,79921 <sup>m</sup>			
15	0,81795 <sup>m</sup>		0,81422 <sup>m</sup>	0,8143 <sup>k</sup>	0,81050 <sup>m</sup>		0,80669 <sup>m</sup>	0,8067 <sup>k</sup>	0,80279 <sup>m</sup>			
20	0,82127 <sup>m</sup>		0,81746 <sup>m</sup>	0,8177 <sup>k</sup>	0,81378 <sup>m</sup>		0,81014 <sup>m</sup>	0,8101 <sup>k</sup>	0,80637 <sup>m</sup>			
25	0,82424 <sup>m</sup>		0,82074 <sup>m</sup>	0,8210 <sup>k</sup>	0,81692 <sup>m</sup>		0,81348 <sup>m</sup>	0,8136 <sup>k</sup>	0,80972 <sup>m</sup>			
30	0,82724 <sup>m</sup>		0,82370 <sup>m</sup>	0,8240 <sup>k</sup>	0,82004 <sup>m</sup>		0,81664 <sup>m</sup>	0,8167 <sup>k</sup>	0,81303 <sup>m</sup>			
35	0,83004 <sup>m</sup>		0,82650 <sup>m</sup>	0,8270 <sup>k</sup>	0,82287 <sup>m</sup>		0,81975 <sup>m</sup>	0,8198 <sup>k</sup>	0,81612 <sup>m</sup>			
40	0,83273 <sup>m</sup>		0,82909 <sup>m</sup>	0,8299 <sup>k</sup>	0,82528 <sup>m</sup>		0,82260 <sup>m</sup>	0,8229 <sup>k</sup>	0,81906 <sup>m</sup>			

Fonte: <sup>a</sup> Troncoso et al., 2004; <sup>b</sup> Zéberg-Mikkelsen, Lugo e Fernández, 2005; <sup>c</sup> Gayol et al., 2013; <sup>d</sup> Comuñas et al., 2000; <sup>e</sup> Lugo et al., 2001; <sup>f</sup> Zhou et al., 2010a; <sup>g</sup> Abdussalam et al., 2016; <sup>h</sup> Abdulagatov et al., 2008b; <sup>i</sup> Hoga e Tôrres, 2011; <sup>j</sup> Gołdon, Dąbrowska e Hofman, 2007; <sup>k</sup> Watson et al., 2006b; <sup>l</sup> Romano et al., 2003; <sup>m</sup> Autor.

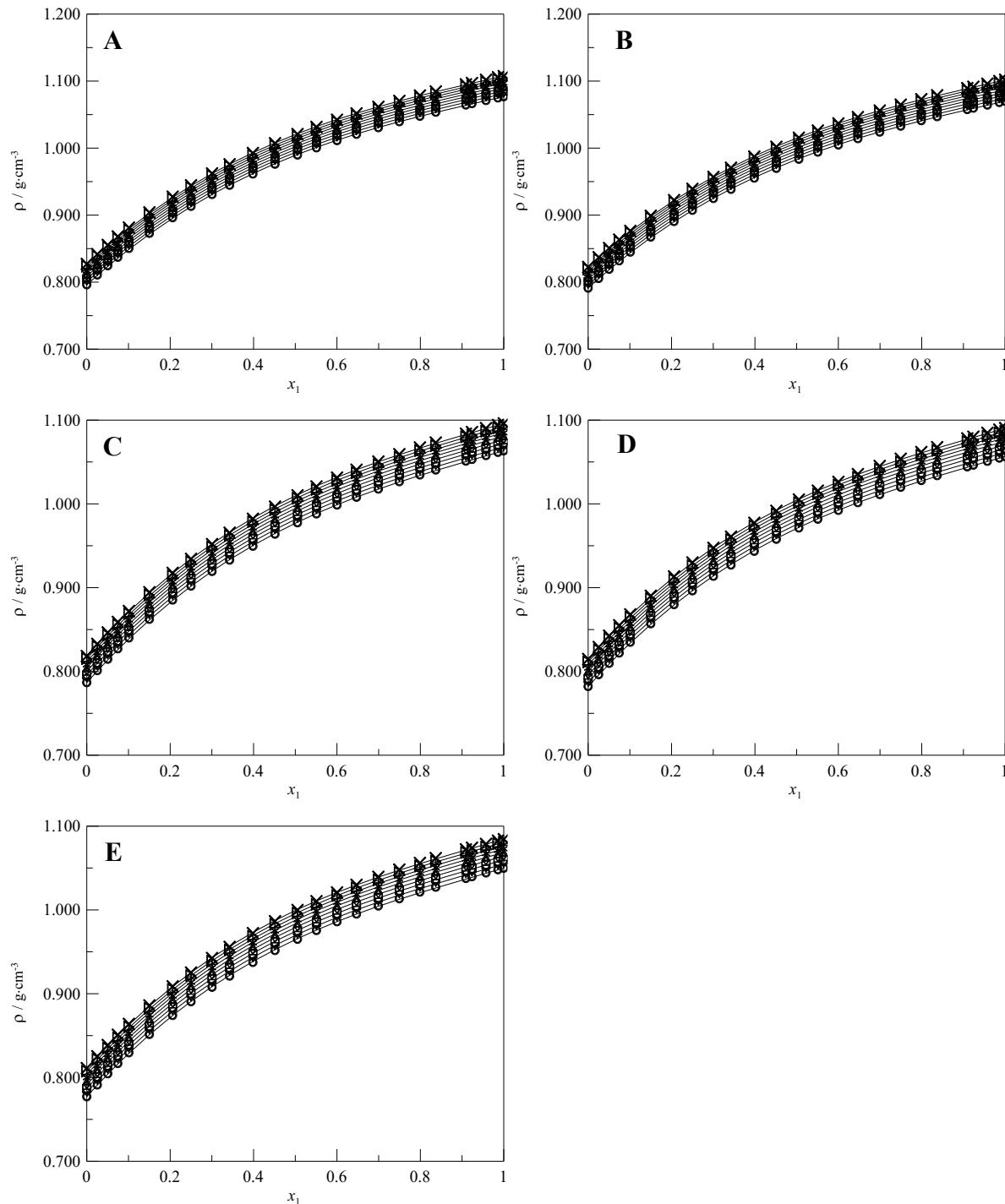
Procedimento experimental semelhante foi utilizado para a determinação das densidades das soluções binárias. Esses valores se encontram nas Tabelas A1-A3 do Apêndice A e nas Figuras 32-34.

Conforme esperado, os valores de densidade aumentaram com o aumento da pressão e com a diminuição da temperatura, uma vez que o aumento da pressão favorece uma maior aproximação as moléculas, reduzindo o volume livre entre elas. Por sua vez, um aumento da temperatura eleva a energia cinética das moléculas, o que pode levar ao rompimento de ligações proporcionando um volume livre maior entre as moléculas presentes na solução.

A Figura 35 mostra uma comparação dos dados obtidos de densidade dos sistemas analisados com estudos encontrados na literatura realizados à pressão atmosférica. O sistema {DMC + metanol} foi comparado com o estudo de Aminabhavi e Banerjee (1998), enquanto os sistemas {DMC + etanol} e {DMC + 1-propanol} foram comparados com os estudos realizados por Romano et al. (2003). É possível observar uma boa concordância entre os resultados obtidos no presente estudo com aqueles obtidos pelos autores.

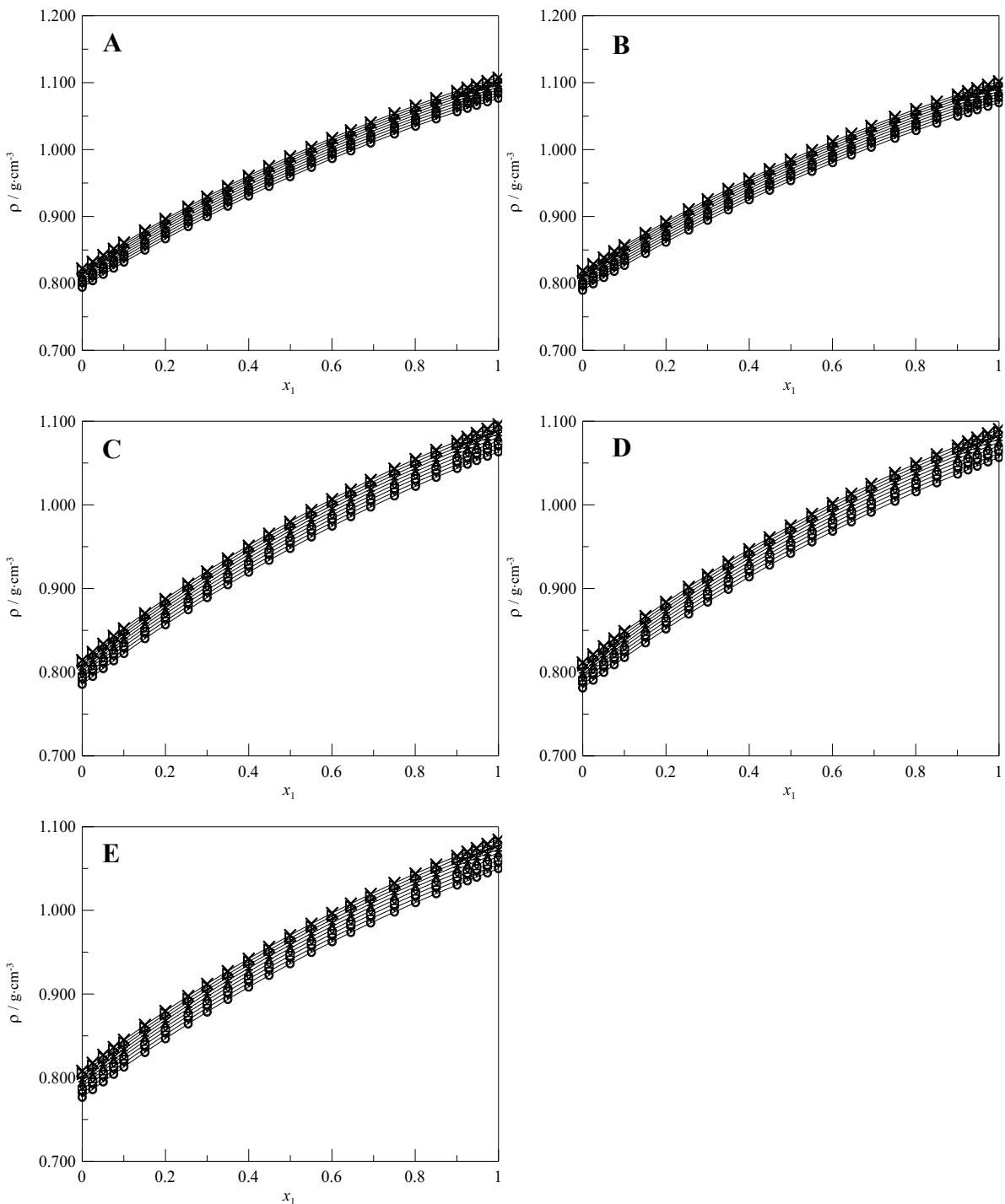
Os valores de densidade dos componentes puros e das soluções foram ajustados pela equação de Tait modificada e os parâmetros da equação se encontram na Tabela 5. Além disso, foram construídas matrizes de covariância para os parâmetros desta equação, que se encontram no Apêndice C. Conforme apresentado nas Figuras 32-34, a equação de Tait modificada foi capaz de ajustar bem os dados experimentais para os três sistemas estudados, visto que cada sistema continha 1125 dados de densidade em diferentes temperaturas, pressões e composições.

Figura 32 – Densidade, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  metanol} a diferentes temperatura e pressão. ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E); ( $p$ , em MPa): 0,1 ( $\circ$ ), 5 ( $\nabla$ ), 10 ( $\square$ ), 15 ( $\diamond$ ), 20 ( $\triangle$ ), 25 (\*), 30 (+), 35 ( $\triangleright$ ), 40 ( $\times$ ), Tait (—).



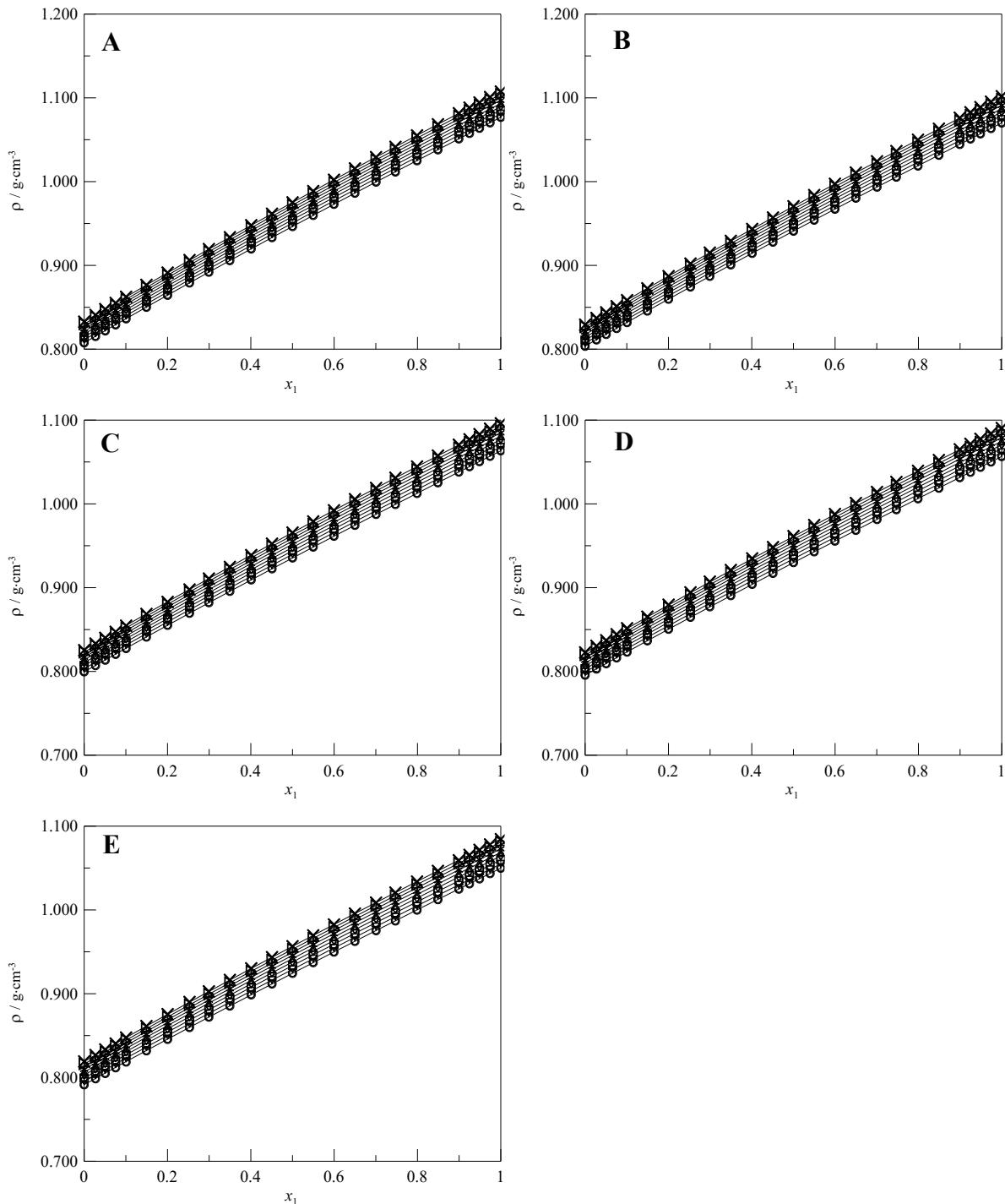
Fonte: Autor.

Figura 33 – Densidade, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  etanol} a diferentes temperatura e pressão. ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E); ( $p$ , em MPa): 0,1 ( $\circ$ ), 5 ( $\nabla$ ), 10 ( $\square$ ), 15 ( $\diamond$ ), 20 ( $\triangle$ ), 25 (\*), 30 (+), 35 ( $\triangleright$ ), 40 ( $\times$ ), Tait (—).



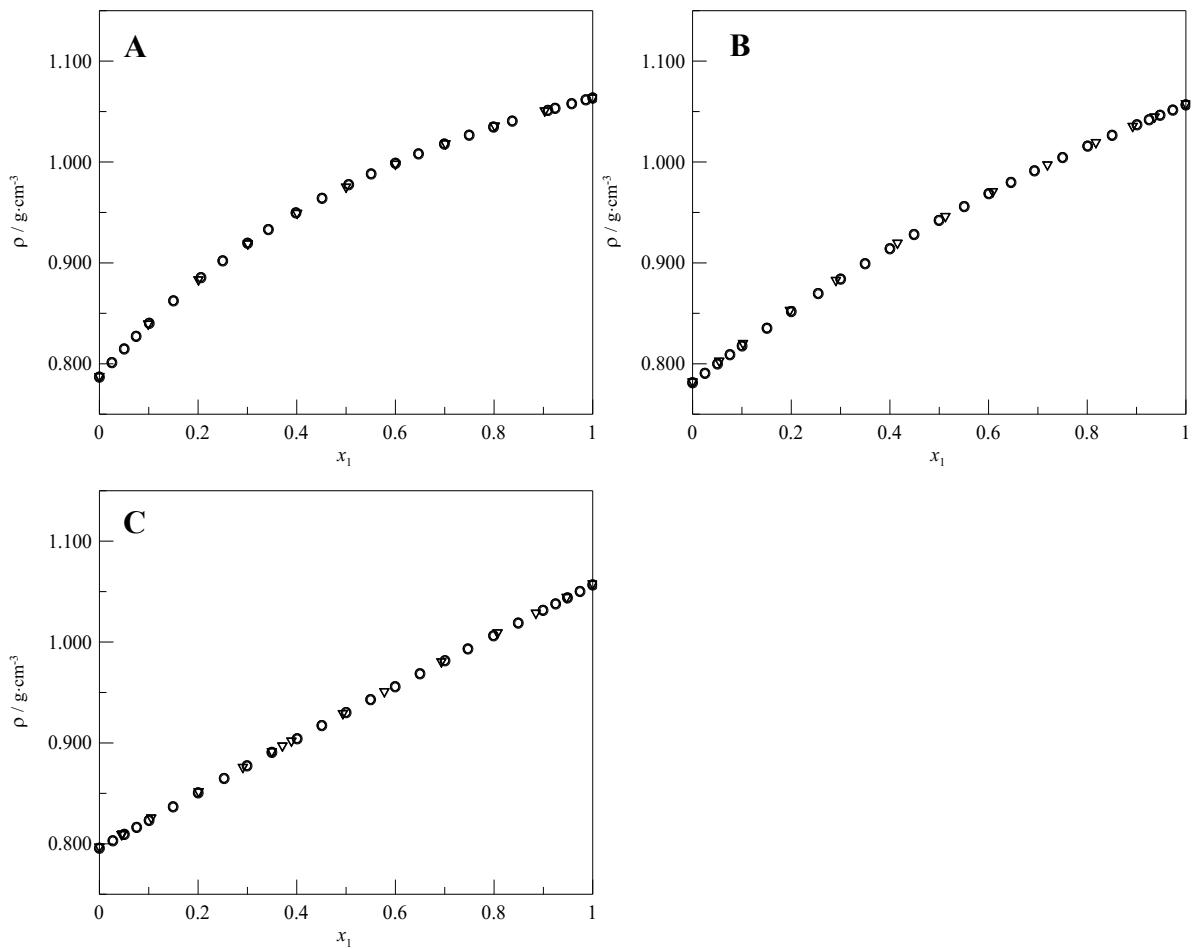
Fonte: Autor.

Figura 34 – Densidade, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  1-propanol} a diferentes temperatura e pressão. ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E); ( $p$ , em MPa): 0,1 ( $\circ$ ), 5 ( $\nabla$ ), 10 ( $\square$ ), 15 ( $\diamond$ ), 20 ( $\triangle$ ), 25 (\*), 30 (+), 35 ( $\triangleright$ ), 40 ( $\times$ ), Tait (—).



Fonte: Autor.

Figura 35 – Densidade, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  álcool} à pressão atmosférica – comparação deste estudo ( $\circ$ ) com a literatura ( $\nabla$ ): (A) Sistema com metanol a 298,15 K em comparação com Aminabhavi e Banerjee (1998); (B) Sistema com etanol a 303,15 K em comparação com Romano et al. (2003); (C) Sistema com 1-propanol a 303,15 K em comparação com Romano et al. (2003).



Fonte: Autor.

Tabela 5 – Parâmetros da equação de Tait e desvio-padrão para ajustes dos dados de densidade para os diferentes sistemas.

Parâmetro	DMC + metanol	DMC + etanol	DMC + 1-propanol
$B_{10}$ / MPa	301,363	301,363	301,363
$B_{11}$ / MPa·K <sup>-1</sup>	-0,72466	-0,72466	-0,72466
$B_{20}$ / MPa	207,711	247,954	230,305
$B_{21}$ / MPa·K <sup>-1</sup>	-0,47304	-0,57313	-0,52009
$B_3$ / MPa	91,1217	15,3930	3,73237
$B_4$ / MPa·K <sup>-1</sup>	-0,23357	-0,06452	-0,04273
$B_5$ / MPa·K <sup>-1</sup>	-0,02771	0,02359	0,00191
$C_1$	0,07757	0,07757	0,07757
$C_2$	0,08362	0,08679	0,07476
$D_{10}$ / g·cm <sup>-3</sup>	1,46418	1,46418	1,46418
$D_{11}$ / g·cm <sup>-3</sup> ·K <sup>-1</sup>	-0,00134	-0,00134	-0,00134
$D_{20}$ / g·cm <sup>-3</sup>	1,06887	1,04802	1,04132
$D_{21}$ / g·cm <sup>-3</sup> ·K <sup>-1</sup>	-0,00095	-0,00088	-0,00081
$D_3$ / g·cm <sup>-3</sup>	0,31439	0,15722	0,04866
$D_4$ / g·cm <sup>-3</sup> ·K <sup>-1</sup>	-0,00011	-0,00019	-0,00010
$D_5$ / g·cm <sup>-3</sup> ·K <sup>-1</sup>	-0,00050	-0,00005	-0,00002
$\sigma$ / g·cm <sup>-3</sup>	0,00062	0,00015	0,00014

Fonte: Autor.

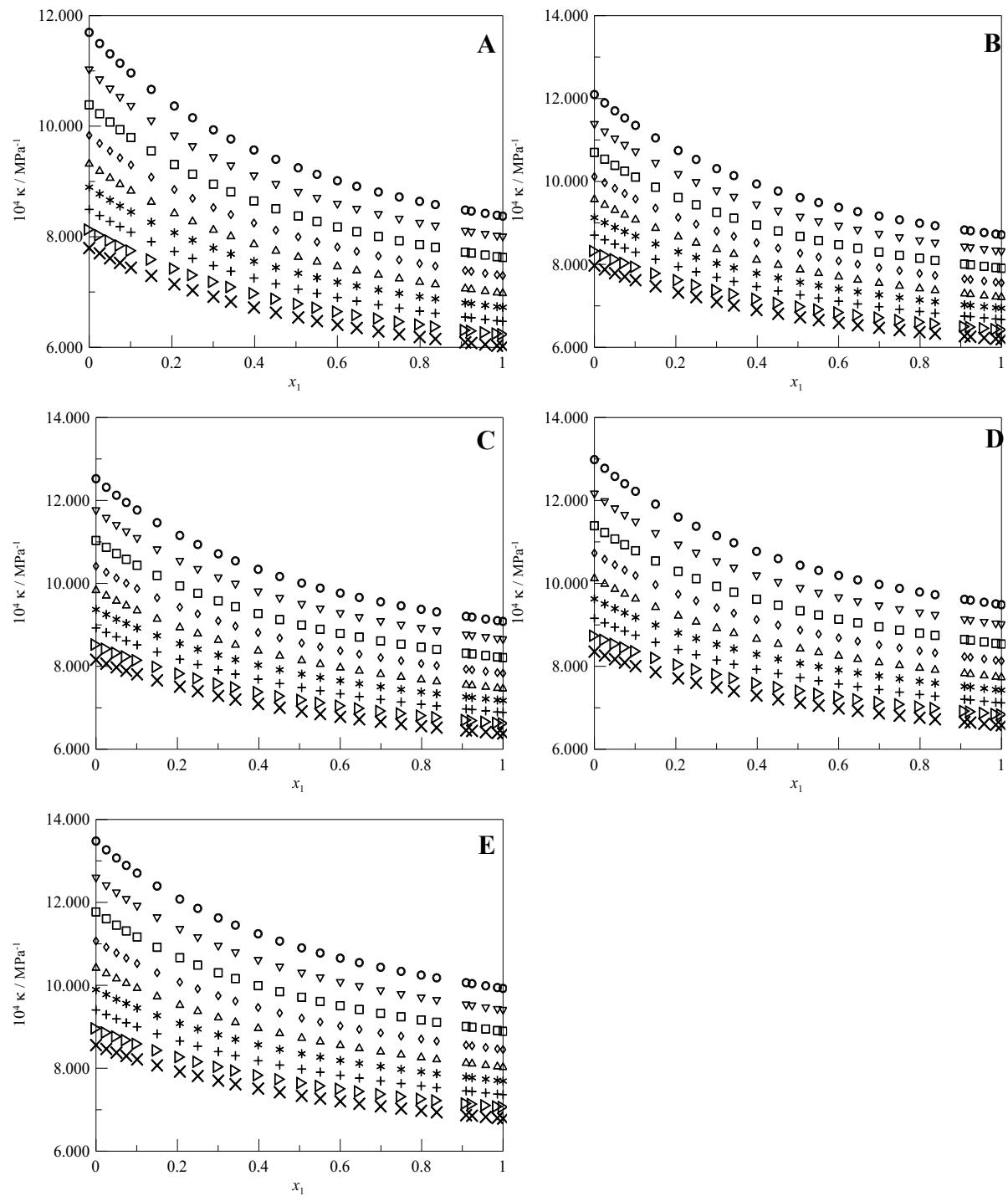
### 6.2.2 Compressibilidade isotérmica

Com os resultados obtidos de densidade e de seus ajustes pela equação de Tait, a compressibilidade isotérmica foi determinada em função da pressão, da temperatura e da composição das misturas, conforme Figuras 36-38 e Tabelas A1-A3 do Apêndice A. A incerteza nesta propriedade foi estimada em  $u(\kappa) = 10^{-7}$  MPa<sup>-1</sup> (ver Apêndice D).

Para os três sistemas estudados, os valores de  $\kappa$  diminuíram com o aumento da pressão, uma vez que, a pressões altas, há um maior empacotamento das moléculas o que diminui o volume livre, tornando as soluções menos compressíveis. Já o aumento de temperatura provocou um aumento dos valores de  $\kappa$ . Isso pode ser explicado pelo fato do aumento da energia cinética elevar o grau de agitação das moléculas, afastando-as uma das outras e possibilitando um aumento em sua compressibilidade devido ao maior volume livre entre as mesmas.

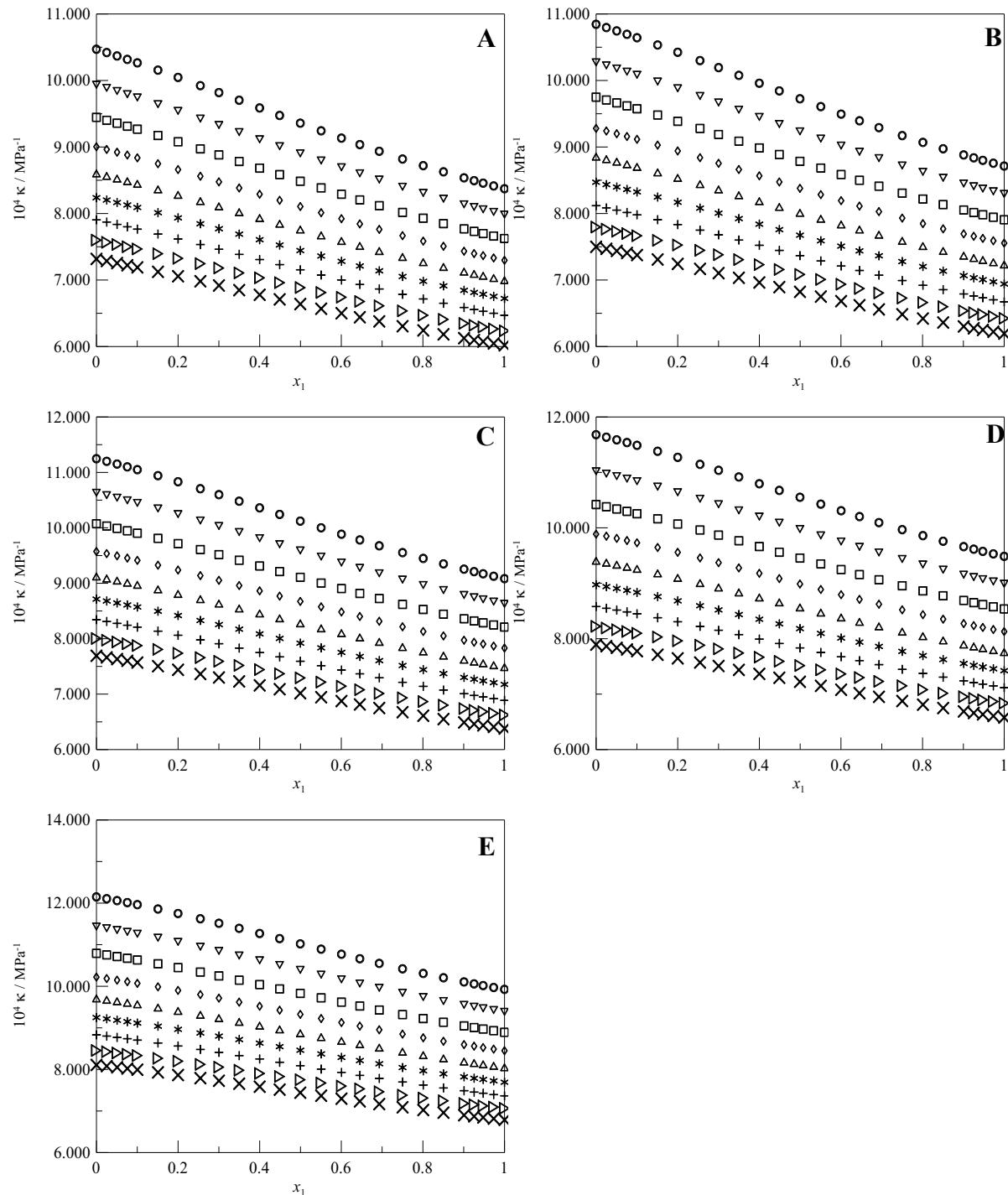
Além disso, com o aumento da cadeia carbônica do álcool, os valores de  $\kappa$  diminuíram, indicando que, para os sistemas estudados, as soluções com álcoois maiores foram menos compressíveis. Isso pode estar relacionado a uma menor acomodação intersticial entre as moléculas de DMC e álcoois quando se aumenta a cadeia dos álcoois, ocasionado por uma menor diferença entre os volumes molares dos componentes.

Figura 36 – Compressibilidade isotérmica, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  metanol} a diferentes temperatura e pressão. ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E); ( $p$ , em MPa): 0,1 (○), 5 (▽), 10 (□), 15 (◊), 20 (△), 25 (\*), 30 (+), 35 (▷), 40 (×).



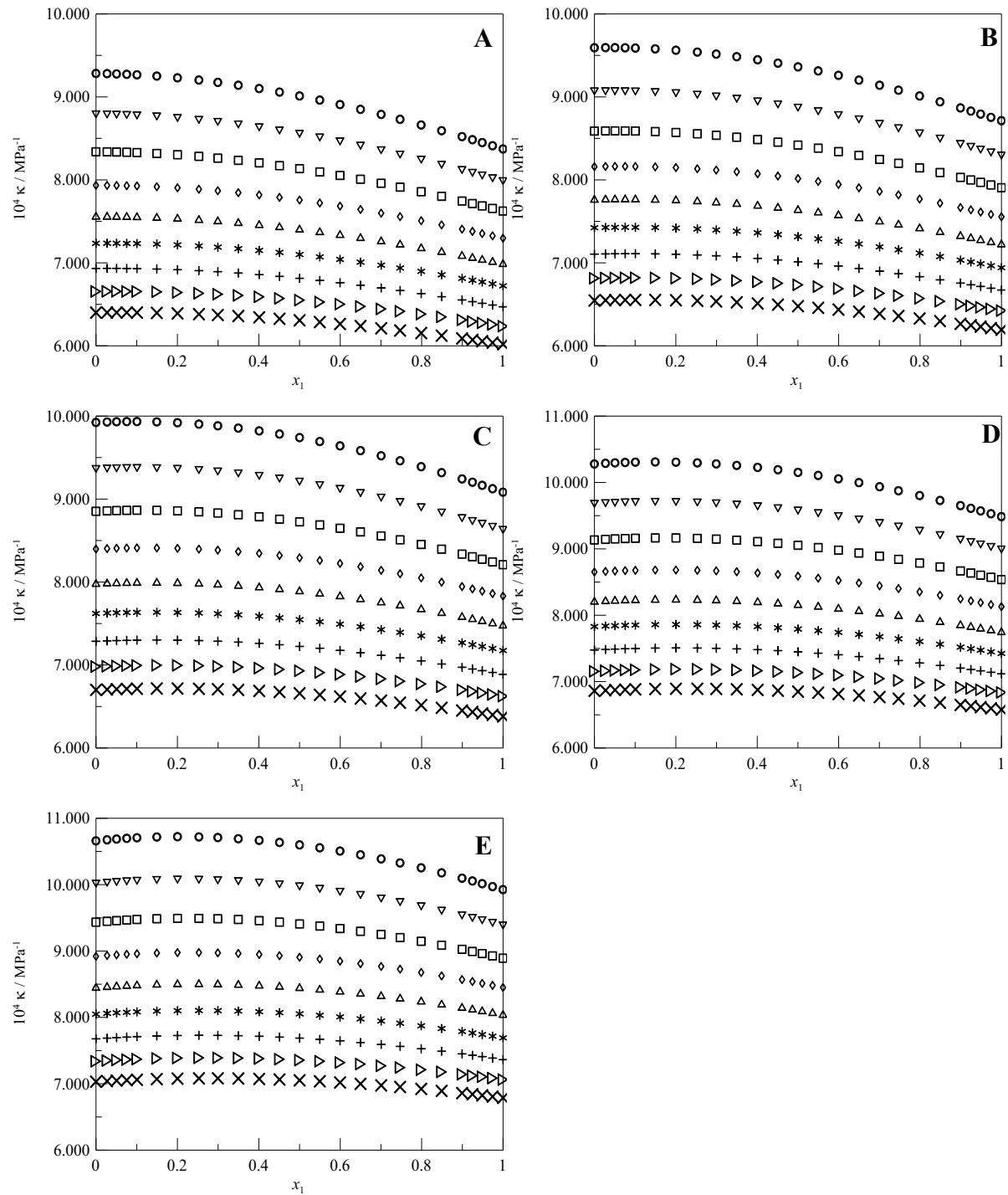
Fonte: Autor.

Figura 37 – Compressibilidade isotérmica, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  etanol} a diferentes temperatura e pressão. ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E); ( $p$ , em MPa): 0,1 (○), 5 (▽), 10 (□), 15 (◊), 20 (△), 25 (\*), 30 (+), 35 (▷), 40 (×).



Fonte: Autor.

Figura 38 – Compressibilidade isotérmica, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  1-propanol $\}$  a diferentes temperatura e pressão. ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E); ( $p$ , em MPa): 0,1 ( $\circ$ ), 5 ( $\nabla$ ), 10 ( $\square$ ), 15 ( $\diamond$ ), 20 ( $\triangle$ ), 25 (\*), 30 (+), 35 ( $\triangleright$ ), 40 ( $\times$ ).



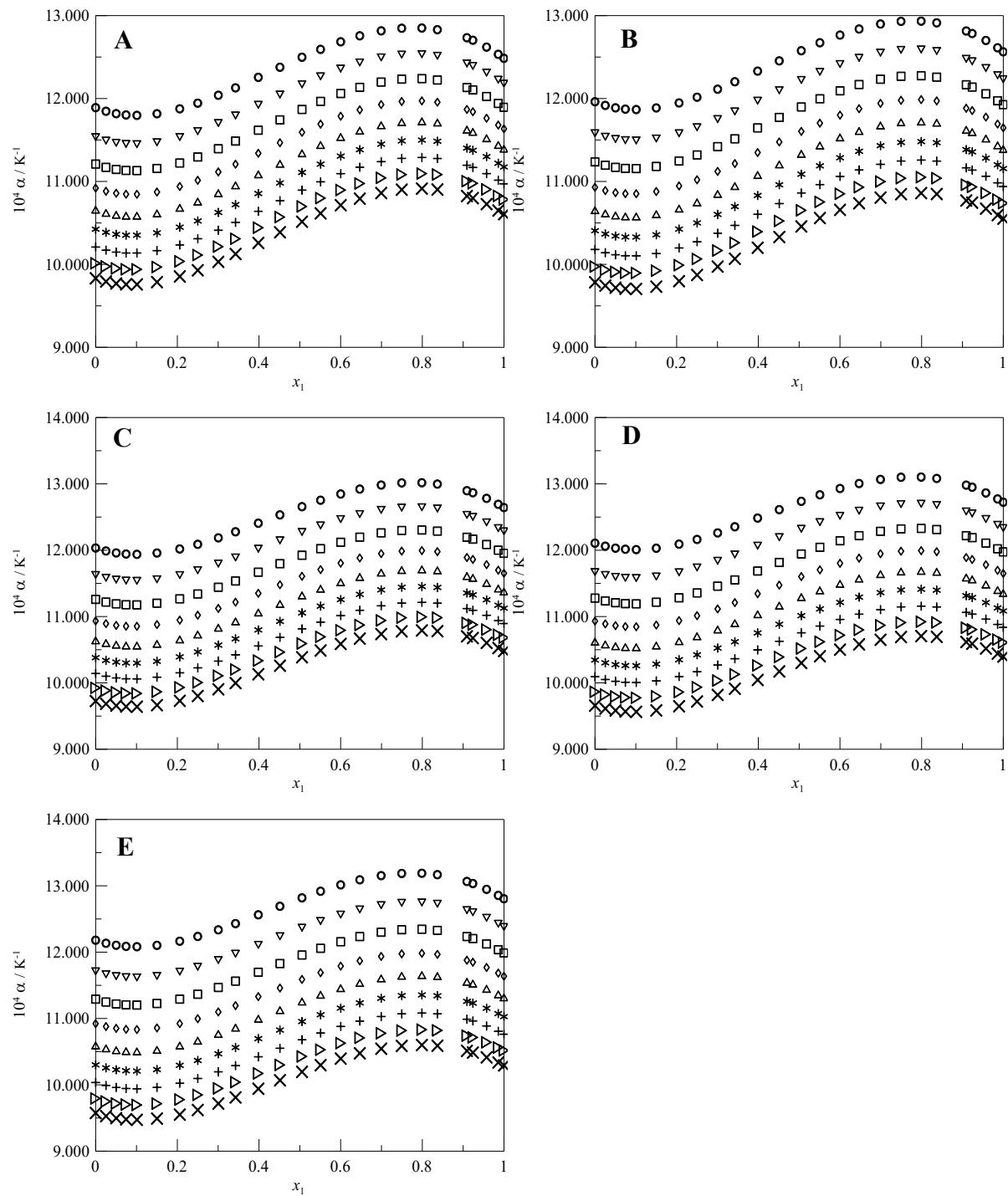
Fonte: Autor.

### 6.2.3 Coeficiente de expansão térmica

Através dos parâmetros da equação de Tait determinados, também pôde-se calcular o coeficiente de expansão térmica, cujos resultados se encontram nas Figuras 39-41 e Tabelas A1-A3 do Apêndice A. A incerteza nesta propriedade foi estimada em  $u(\alpha) = 10^{-7} \text{ K}^{-1}$  (ver Apêndice D).

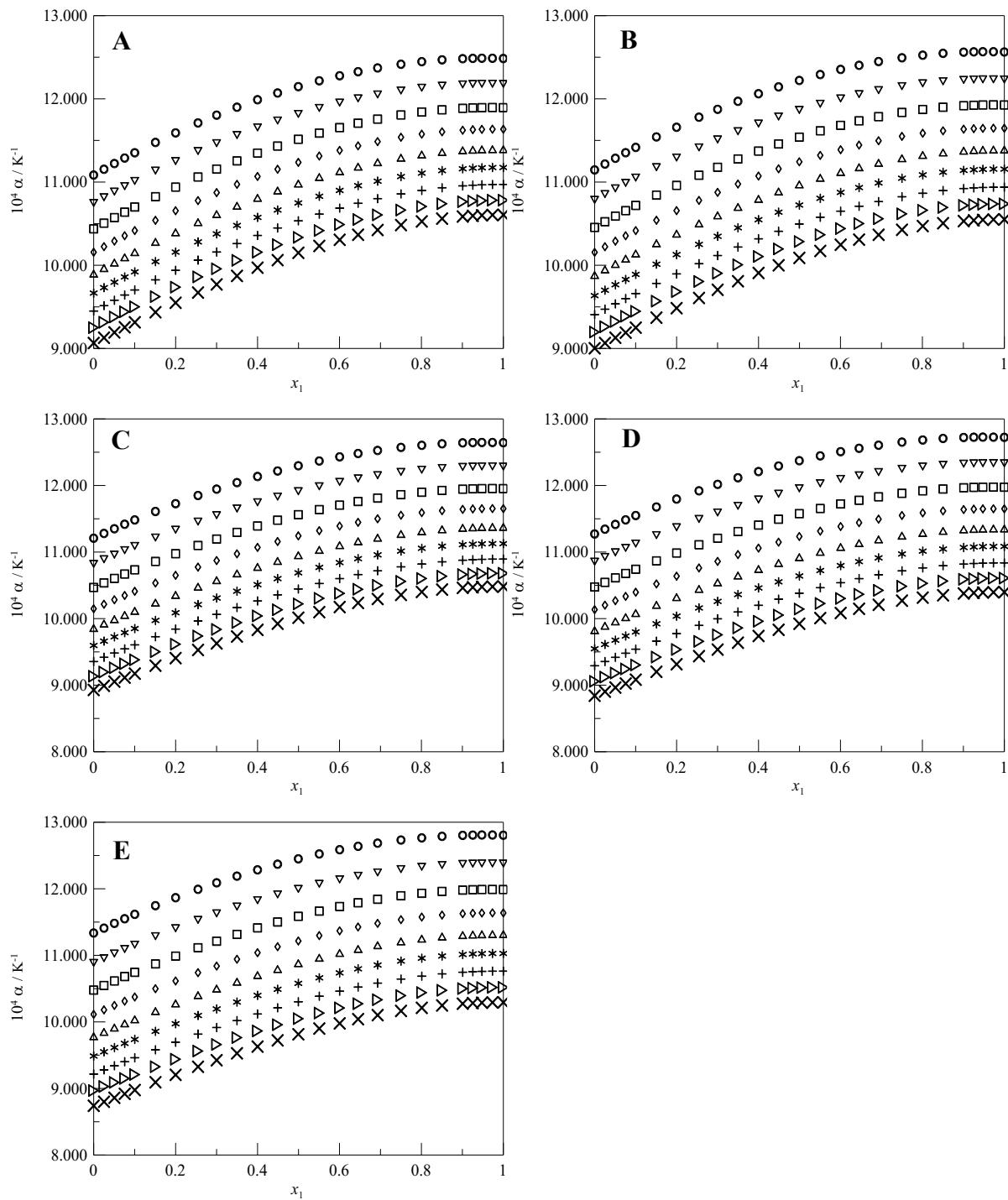
Analogamente à compressibilidade isotérmica, os valores do coeficiente de expansão térmica dos três sistemas aumentaram com o aumento de temperatura e com a diminuição da pressão. Isso se deve possivelmente, aos mesmos efeitos descritos anteriormente para o comportamento de  $\kappa$ .

Figura 39 – Coeficiente de expansão térmica, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  metanol} a diferentes temperatura e pressão ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E); ( $p$ , em MPa): 0,1 (○), 5 (▽), 10 (□), 15 (◊), 20 (△), 25 (\*), 30 (+), 35 (▷), 40 (×).



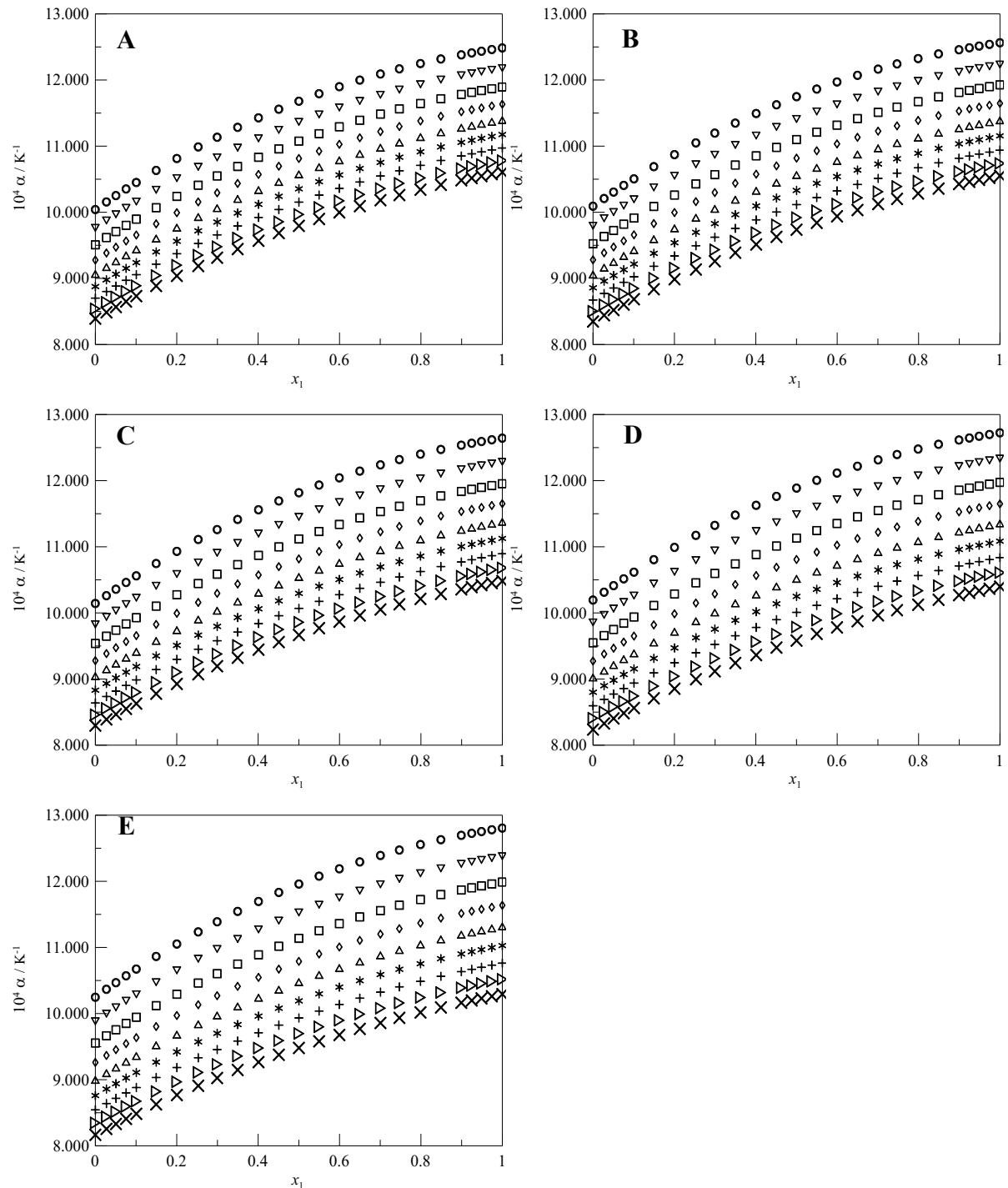
Fonte: Autor.

Figura 40 – Coeficiente de expansão térmica, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  etanol} a diferentes temperatura e pressão. ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E); ( $p$ , em MPa): 0,1 (○), 5 (▽), 10 (□), 15 (◊), 20 (△), 25 (\*), 30 (+), 35 (▷), 40 (×).



Fonte: Autor.

Figura 41 – Coeficiente de expansão térmica, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  1-propanol} a diferentes temperatura e pressão. ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E); ( $p$ , em MPa): 0,1 (○), 5 (▽), 10 (□), 15 (◊), 20 (△), 25 (\*), 30 (+), 35 (▷), 40 (×).



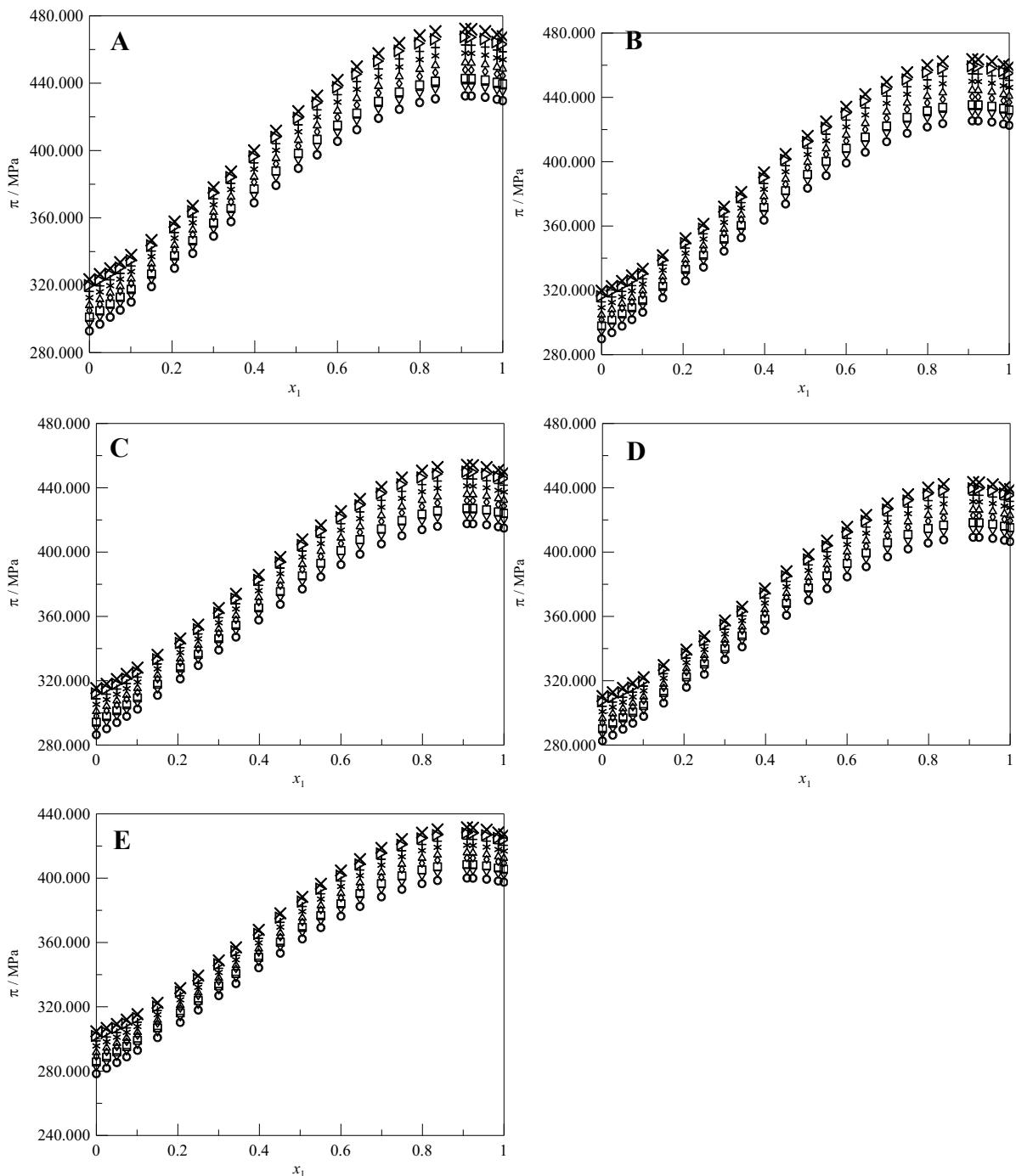
Fonte: Autor.

#### 6.2.4 Pressão interna

A pressão interna das soluções binárias também pôde ser obtida com base nos ajustes dos dados de densidade pela equação de Tait. Tais valores se encontram nas Figuras 42-44 e Tabelas A1-A3 do Apêndice A. A incerteza nesta propriedade foi estimada em  $u(\pi) = 0,08 \text{ MPa}$  (ver Apêndice D).

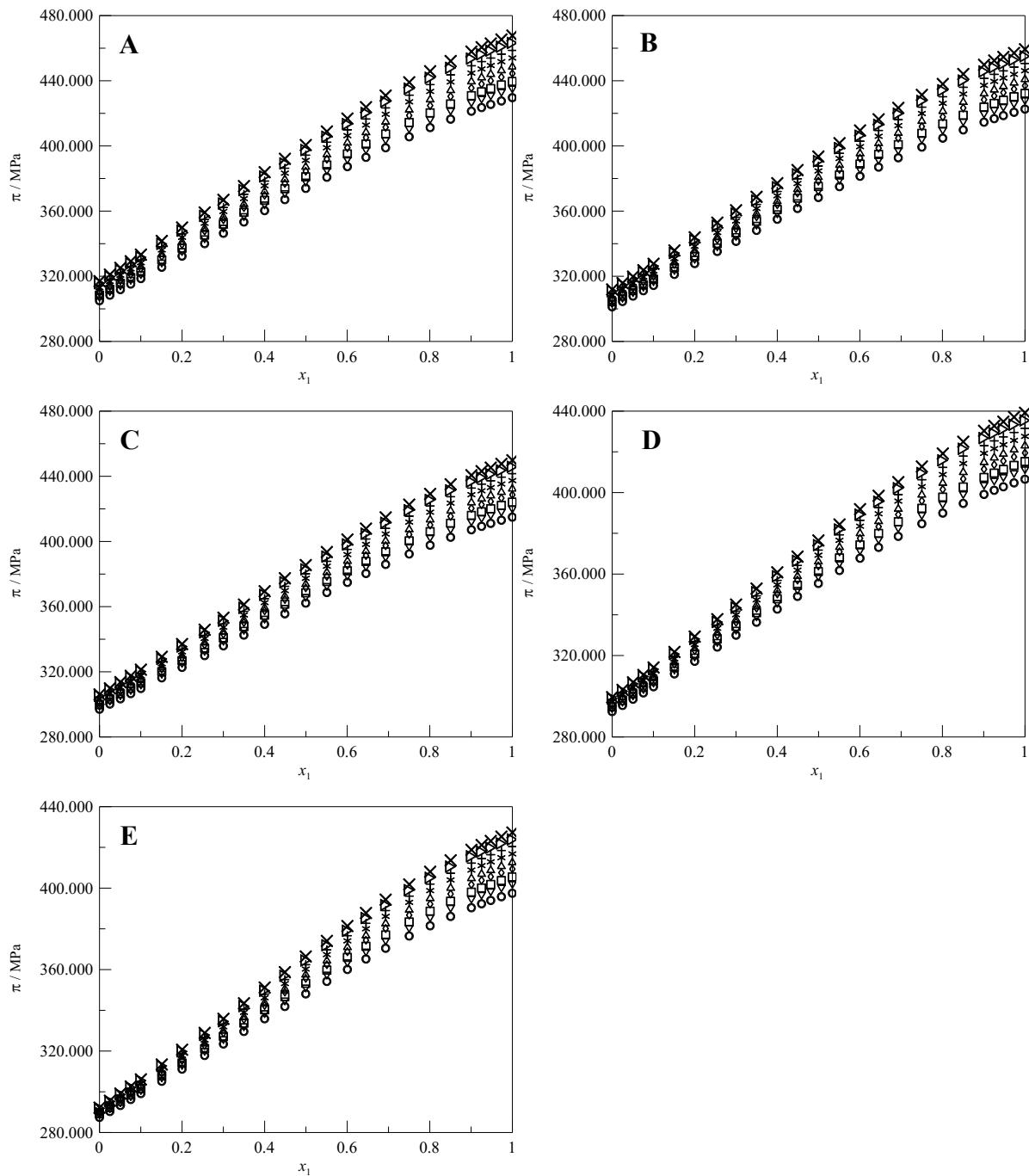
A pressão interna, por definição, indica a variação da energia interna em uma expansão isotérmica. Esta propriedade pode ser explicada com base em termos atrativos e repulsivos para a energia interna (GAYOL et al., 2013). Os valores de pressão interna apresentaram comportamento contrário ao de  $\kappa$  e  $\alpha$ , ou seja, aumentou com o aumento da pressão e com a diminuição da temperatura. O aumento da pressão do sistema aproxima as moléculas, o que faz com que a pressão entre as mesmas aumente. Já um aumento na temperatura leva ao afastamento das moléculas, levando a uma redução em  $\pi$ .

Figura 42 – Pressão interna, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  metanol} a diferentes temperatura e pressão. ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E); ( $p$ , em MPa): 0,1 ( $\circ$ ), 5 ( $\nabla$ ), 10 ( $\square$ ), 15 ( $\diamond$ ), 20 ( $\triangle$ ), 25 (\*), 30 (+), 35 ( $\triangleright$ ), 40 ( $\times$ ).



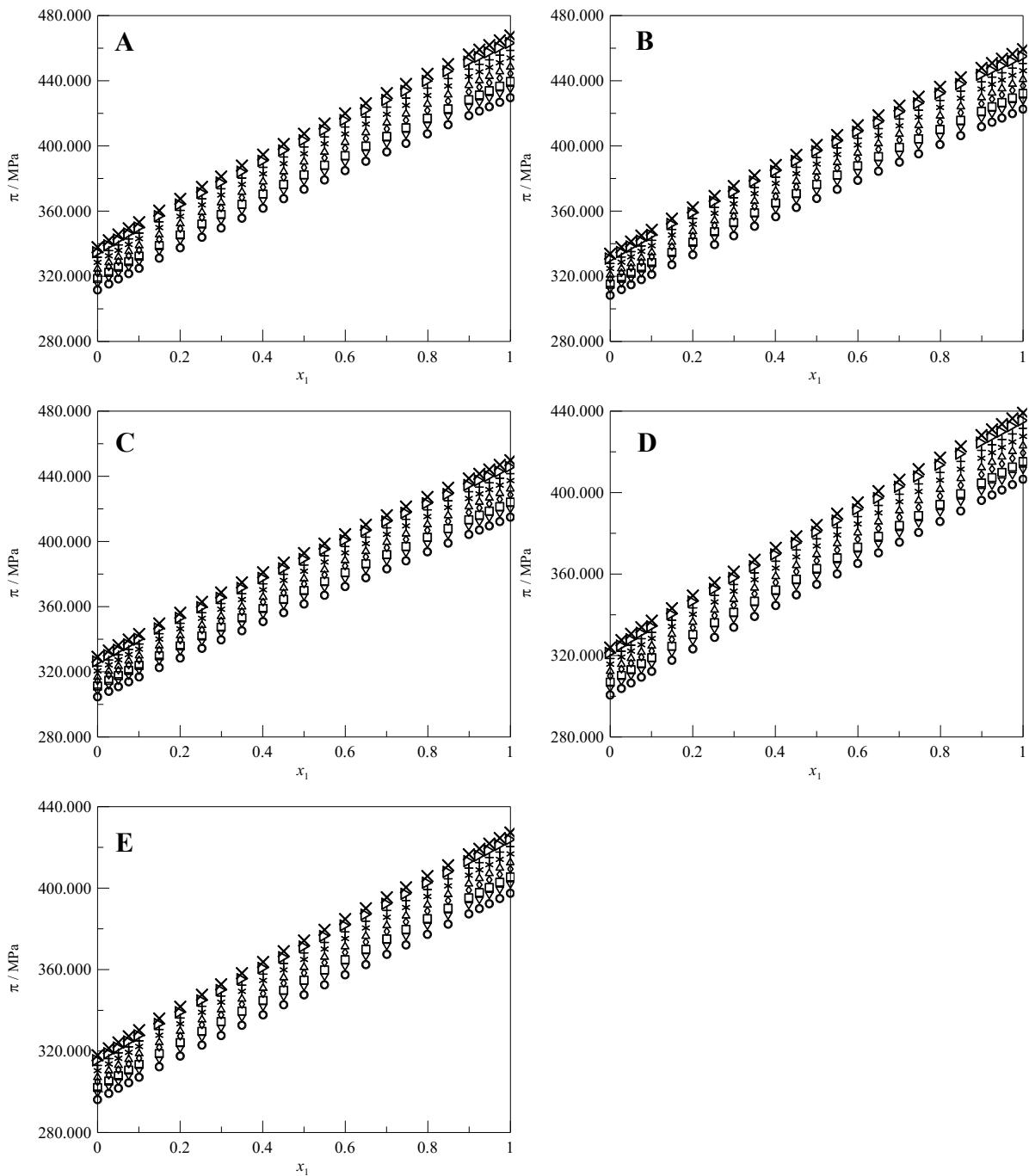
Fonte: Autor.

Figura 43 – Pressão interna, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  etanol} a diferentes temperatura e pressão. ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E); ( $p$ , em MPa): 0,1 ( $\circ$ ), 5 ( $\nabla$ ), 10 ( $\square$ ), 15 ( $\diamond$ ), 20 ( $\triangle$ ), 25 (\*), 30 (+), 35 ( $\triangleright$ ), 40 ( $\times$ ).



Fonte: Autor.

Figura 44 – Pressão interna, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  1-propanol} a diferentes temperatura e pressão. ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E); ( $p$ , em MPa): 0,1 ( $\circ$ ), 5 ( $\nabla$ ), 10 ( $\square$ ), 15 ( $\diamond$ ), 20 ( $\triangle$ ), 25 (\*), 30 (+), 35 ( $\triangleright$ ), 40 ( $\times$ ).



Fonte: Autor.

## 6.2.5 Volume molar excesso

O volume molar excesso foi calculado indiretamente utilizando-se os dados de densidade dos componentes puros e das soluções. Os valores do  $V_m^E$  encontram-se nas Tabelas A1-A3 do Apêndice A.

### 6.2.5.1 Equação de Redlich-Kister

Os valores de volume molar excesso foram ajustados por um polinômio de Redlich-Kister e os resultados do ajuste podem ser verificados nas Figuras 45-47. Os coeficientes do polinômio, por sua vez, encontram-se nas Tabelas 6-8. Por meio das figuras e dos resultados para o desvio-padrão, é possível observar que a equação de Redlich-Kister forneceu um bom ajuste para os três sistemas nas faixas de temperatura e pressão analisadas. Por fim, as Figuras 48-49 enfatizam o efeito da temperatura e da pressão no volume molar excesso. Conforme detalhado no Apêndice D, a incerteza estimada para o volume molar excesso foi  $u(V_m^E) = 0,009 \text{ cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$ .

Os resultados do volume molar excesso foram predominantemente negativos para o sistema {DMC + metanol}, com exceção da região concentrada de DMC a altas pressões, na qual foram verificados valores positivos para o  $V_m^E$ . Os valores de  $V_m^E$  aumentaram com o aumento da temperatura e da pressão. Este comportamento pode sugerir a predominância tanto de efeitos estruturais quanto de efeitos químicos, como, por exemplo, a presença de ligações de hidrogênio entre os componentes. Ambos efeitos contribuem negativamente para  $V_m^E$ . A hipótese de um empacotamento eficiente entre as moléculas presentes no sistema é razoável, levando-se em conta que o volume molar do DMC é cerca de duas vezes maior que o volume molar do metanol. Além disso, a formação de associações cruzadas por ligações de hidrogênio também é possível, de modo que tanto o átomo de oxigênio presente no grupamento carbonila quanto os átomos de oxigênio dos grupamentos metoxilas do DMC podem interagir com o átomo de hidrogênio do metanol. Conforme mencionado anteriormente, o estudo espectroscópico por RMN reforça a ideia de que associações cruzadas podem ser um efeito importante neste sistema.

Já os valores positivos de  $V_m^E$  na região concentrada de DMC sugerem a predominância de efeitos físicos, sobretudo forças de dispersão, sobre os efeitos químicos e estruturais. Tais

efeitos físicos podem provocar a ruptura das autoassociações das moléculas de metanol pelo DMC, contribuindo positivamente para o  $V_m^E$ . Vale salientar que tal efeito foi verificado pela espectroscopia na região do infravermelho.

Para o sistema contendo {DMC + etanol}, os resultados de  $V_m^E$  foram predominantemente positivos nas faixas de temperatura e pressão estudadas. Os valores do  $V_m^E$  aumentaram com o aumento da temperatura e diminuíram com o aumento da pressão. Contudo, foram observados valores negativos de  $V_m^E$  na região concentrada de DMC a altas pressões. Neste caso, os resultados sugerem que, além de não haver um empacotamento eficiente entre as moléculas presentes no sistema, o aumento da cadeia carbônica do álcool pode levar ao desfavorecimento das interações entre o DMC e o etanol por ligações de hidrogênio, devido ao impedimento estérico do grupamento metileno adicional no álcool associado ao possível impedimento estérico dos grupamentos metoxilas do DMC. Sendo assim, efeitos físicos, como forças de dispersão e a quebra das autoassociações das moléculas de etanol pelo DMC, provavelmente devem ser predominantes neste sistema, levando a valores positivos do  $V_m^E$ . Tais resultados estão de acordo com aqueles obtidos a partir do estudo espectroscópico na região do infravermelho.

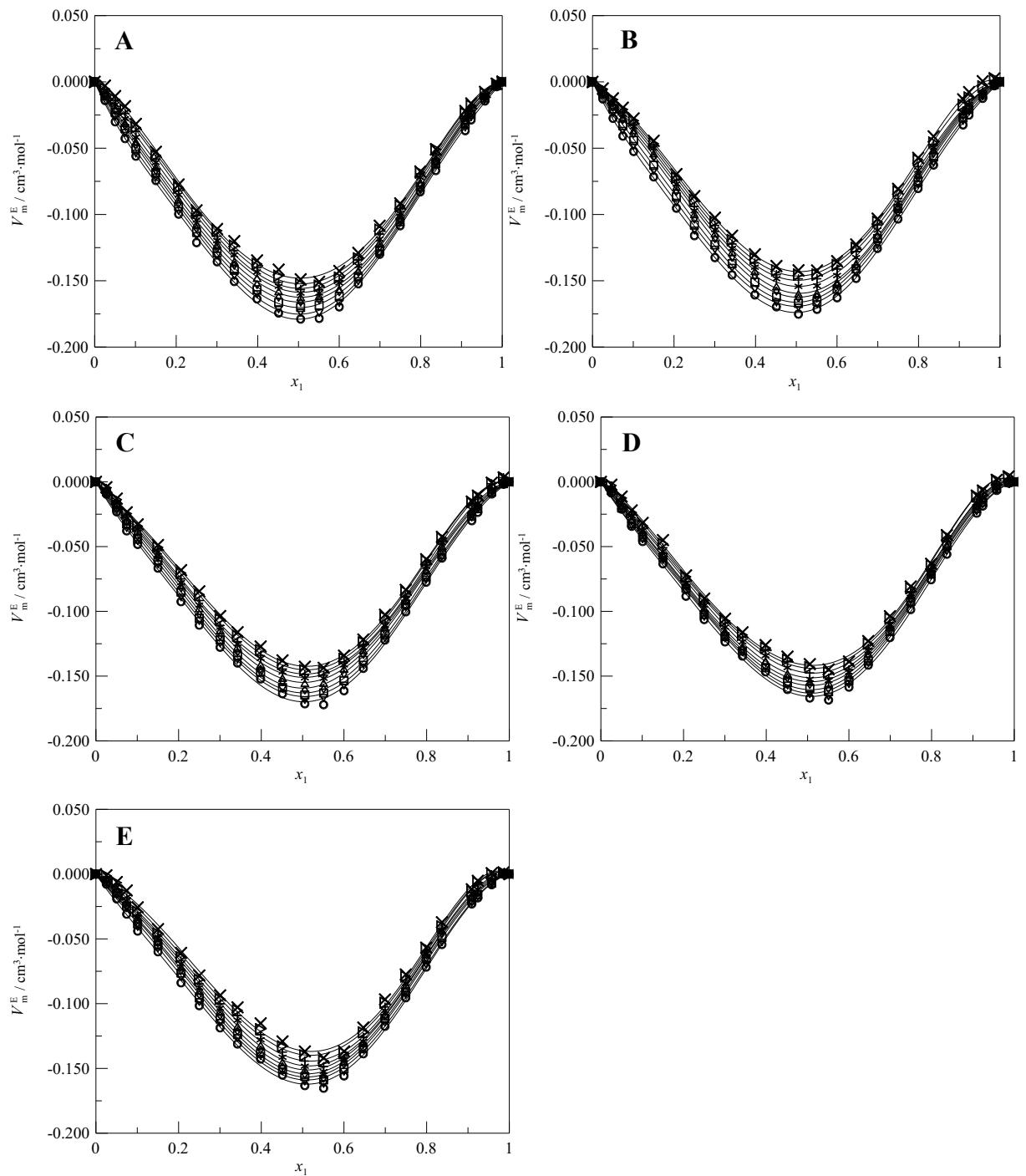
Como mencionado no item Revisão Bibliográfica, o estudo de Watson et al. (2006a) analisou o sistema {etanol + heptano}, cujos resultados de volume molar excesso foram positivos. É interessante notar que, embora as estruturas do DMC e do heptano sejam completamente diferentes, o comportamento do volume molar excesso é semelhante quando esses compostos formam soluções com etanol. Levando em conta que o heptano é um composto totalmente apolar e que, portanto, não realiza ligações de hidrogênio com o etanol, esse fato reforça a hipótese de que efeitos químicos não devem ser predominantes, quando comparados aos outros efeitos, no sistema {DMC + etanol}.

O terceiro sistema estudado {DMC + 1-propanol}, apresentou resultados positivos do  $V_m^E$  em toda a faixa de temperatura, pressão e composição. Esses valores aumentaram com o aumento na temperatura e com a diminuição da pressão, levando a conclusões análogas às sugeridas para o sistema contendo etanol. Neste caso, a possível predominância de efeitos físicos é algo que foi verificado em ambas as análises espectroscópicas realizadas neste estudo.

Ao se analisar o efeito do tamanho da cadeia carbônica do álcool no  $V_m^E$ , nota-se que o  $V_m^E$  aumenta com o aumento de um grupo metileno no álcool, o que corrobora a hipótese da importância dos efeitos estruturais nos sistemas estudados.

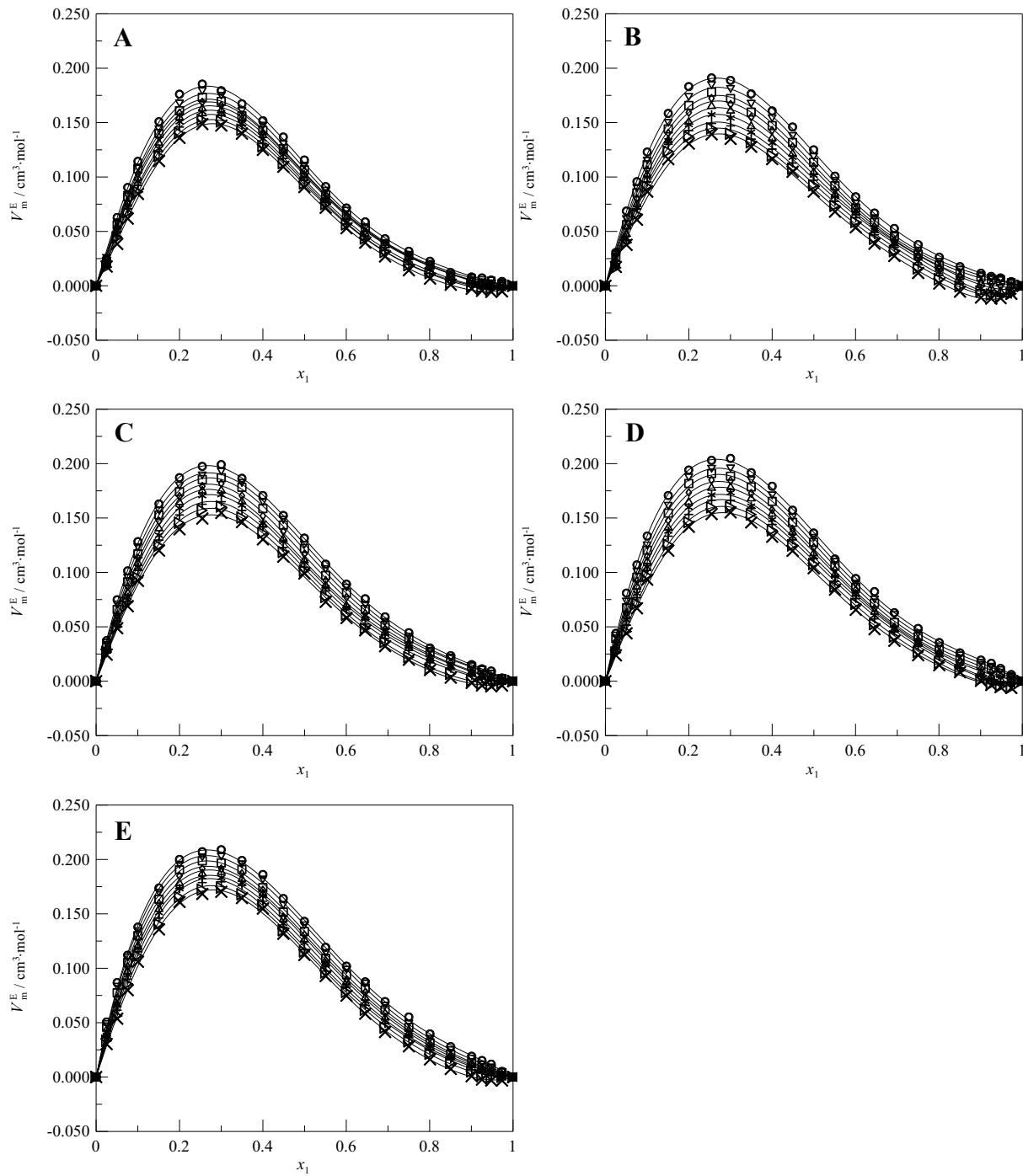
A Figura 50A apresenta uma comparação dos resultados de  $V_m^E$  para os sistemas {DMC + metanol} com o estudo de Aminabhavi e Banerjee (1998), enquanto as Figuras 50B e 50C mostram os resultados de  $V_m^E$  deste estudo em comparação com Romano et al. (2003) para os sistemas {DMC + etanol} e {DMC + 1-propanol}. Nota-se uma discrepância nos resultados nos dois primeiros casos, que pode ser atribuída à elevada sensibilidade do  $V_m^E$  em função dos dados de densidade, os quais apresentaram grande concordância com os mesmos estudos, conforme análise anterior. Já o sistema {DMC + 1-propanol} forneceu resultados mais próximos à literatura.

Figura 45 – Volume molar excesso, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  metanol} a diferentes temperaturas e pressão. ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E); ( $p$ , em MPa): 0,1 (○), 5 (▽), 10 (□), 15 (◊), 20 (△), 25 (\*), 30 (+), 35 (▷), 40 (×), Redlich-Kister (—).



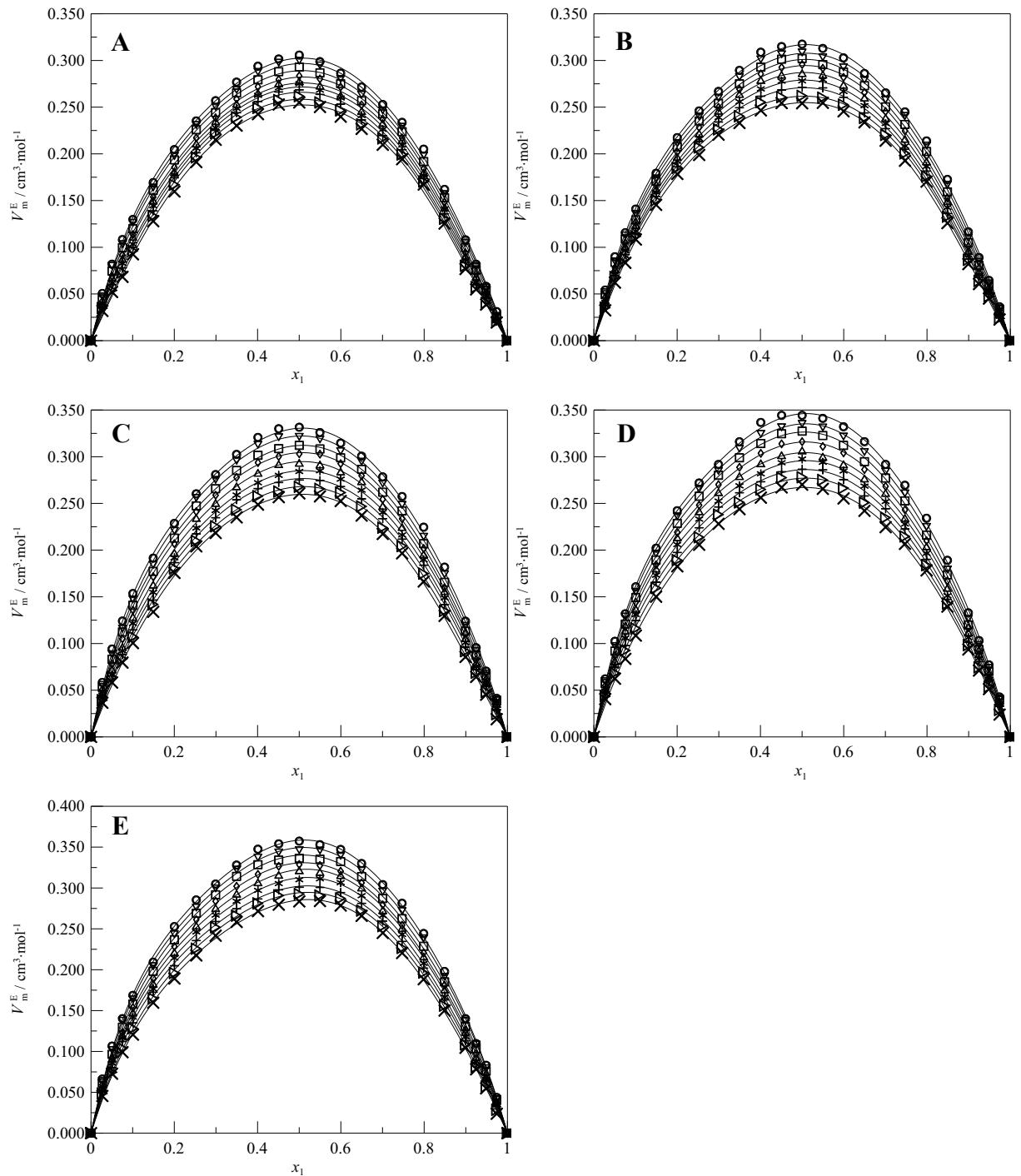
Fonte: Autor.

Figura 46 – Volume molar excesso, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  etanol} a diferentes temperatura e pressão. ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E); ( $p$ , em MPa): 0,1 ( $\circ$ ), 5 ( $\nabla$ ), 10 ( $\square$ ), 15 ( $\diamond$ ), 20 ( $\triangle$ ), 25 (\*), 30 (+), 35 ( $\triangleright$ ), 40 ( $\times$ ), Redlich-Kister (—).



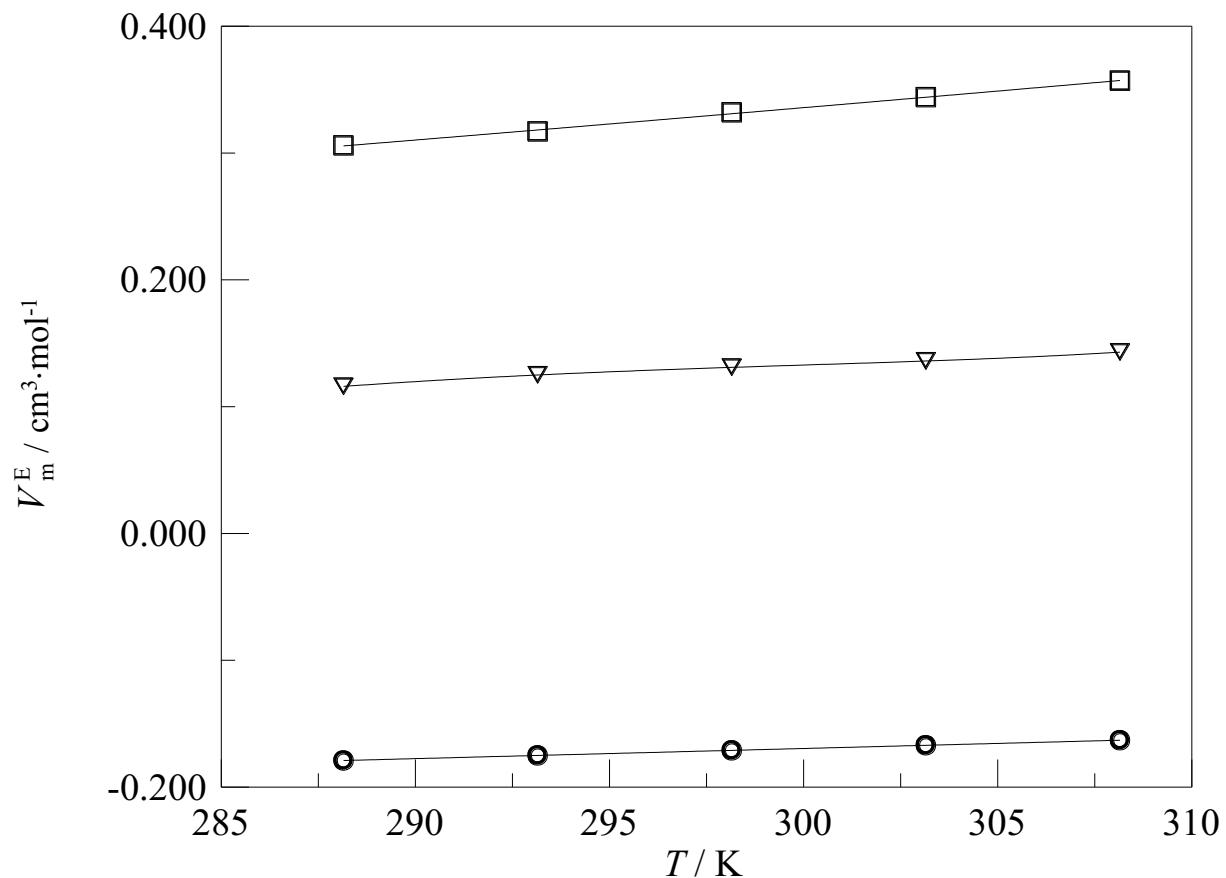
Fonte: Autor.

Figura 47 – Volume molar excesso, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  1-propanol} a diferentes temperatura e pressão. ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E); ( $p$ , em MPa): 0,1 ( $\circ$ ), 5 ( $\nabla$ ), 10 ( $\square$ ), 15 ( $\diamond$ ), 20 ( $\triangle$ ), 25 (\*), 30 (+), 35 ( $\triangleright$ ), 40 ( $\times$ ), Redlich-Kister (—).



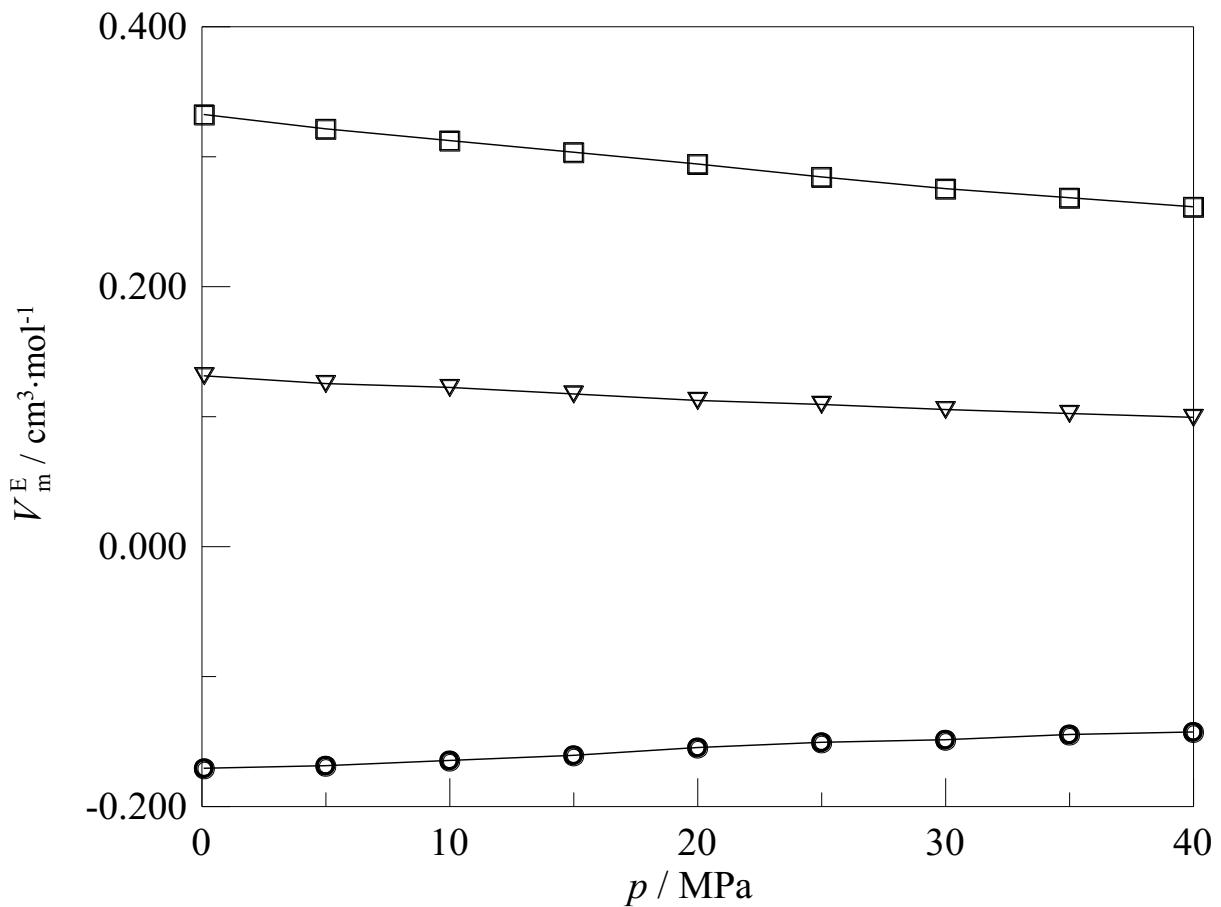
Fonte: Autor.

Figura 48 – Volume molar excesso, em função da temperatura, para os sistemas  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  álcool} à pressão atmosférica e composição equimolar: metanol ( $\circ$ ), etanol ( $\nabla$ ), 1-propanol ( $\square$ ); as linhas são apenas guias visuais.



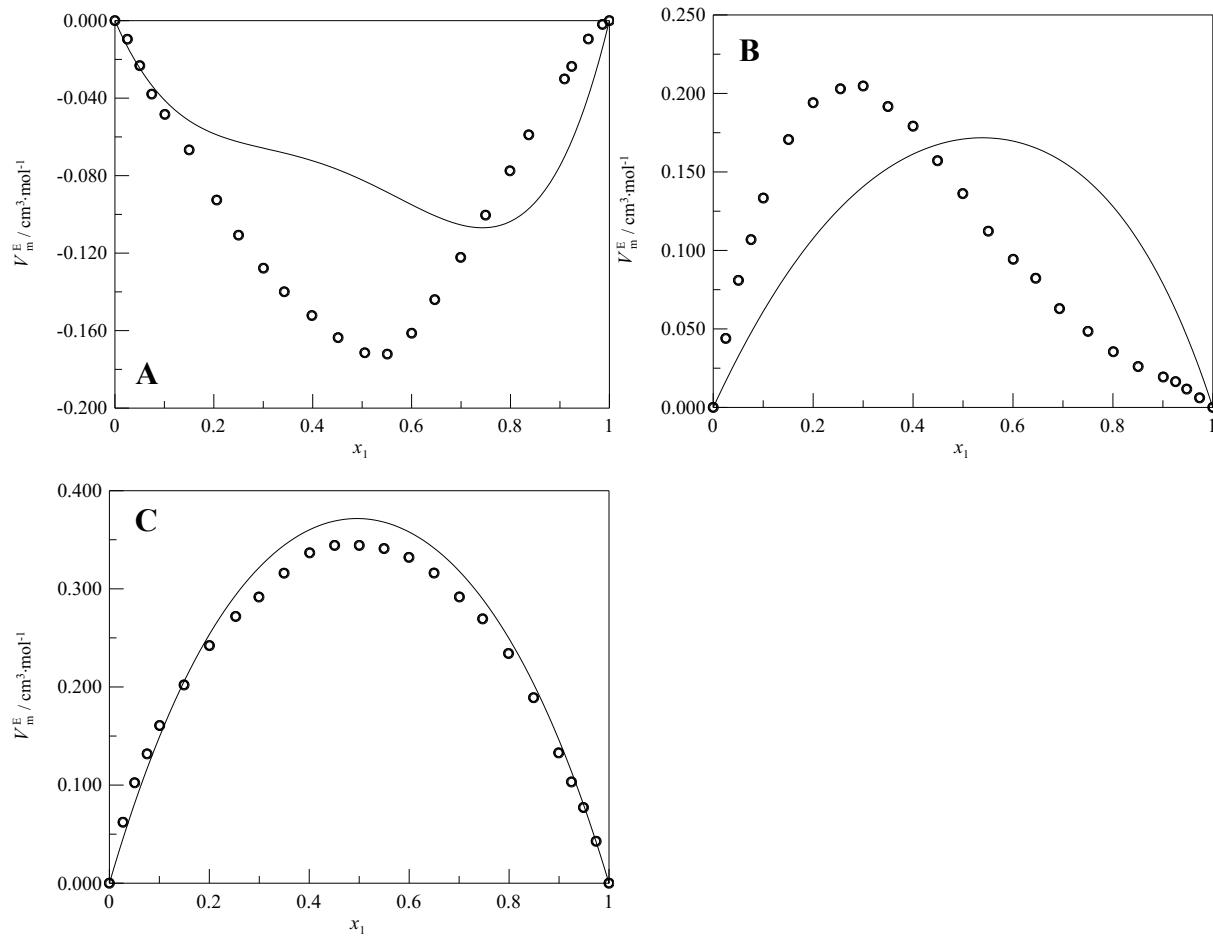
Fonte: Autor.

Figura 49 – Volume molar excesso, em função da pressão, para os sistemas  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  álcool} a 298,15 K e composição equimolar: metanol ( $\circ$ ), etanol ( $\nabla$ ), 1-propanol ( $\square$ ); as linhas são apenas guias visuais.



Fonte: Autor.

Figura 50 – Volume molar excesso, em função da fração molar de dimetil carbonato ( $x_1$ ) para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  álcool} à pressão atmosférica – comparação deste estudo (○) com a literatura (—): (A) Sistema com metanol a 298,15 K em comparação com Aminabhavi e Banerjee (1998); (B) Sistema com etanol a 303,15 K em comparação com Romano et al. (2003); (C) Sistema com 1-propanol a 303,15 K em comparação com Romano et al. (2003).



Fonte: Autor.

Tabela 6 – Coeficientes  $A_j$  do polinômio de Redlich-Kister e desvio-padrão para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  metanol} a diferentes temperatura e pressão.

$P / \text{MPa}$	$A_0 / \text{cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$	$A_1 / \text{cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$	$A_2 / \text{cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$	$A_3 / \text{cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$	$A_4 / \text{cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$	$\sigma / \text{cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ metanol						
$T = 288,15 \text{ K}$						
0,1	-0,7160	0,0004	0,5438	-0,1787	-0,3571	0,0019
5	-0,7006	0,0112	0,5181	-0,1861	-0,2752	0,0020
10	-0,6807	0,0134	0,4546	-0,1718	-0,1494	0,0016
15	-0,6642	0,0123	0,4371	-0,1564	-0,1163	0,0016
20	-0,6495	0,0245	0,4147	-0,1678	-0,0675	0,0017
25	-0,6347	0,0266	0,4196	-0,1592	-0,0382	0,0020
30	-0,6229	0,0170	0,4334	-0,1163	-0,0137	0,0024
35	-0,6092	0,0269	0,4220	-0,1310	0,0268	0,0026
40	-0,5919	0,0176	0,3662	-0,0956	0,1284	0,0026
$T = 293,15 \text{ K}$						
0,1	-0,6957	-0,0039	0,5377	-0,1766	-0,3051	0,0013
5	-0,6769	-0,0019	0,5288	-0,1573	-0,2439	0,0015
10	-0,6646	0,0035	0,5573	-0,1519	-0,2256	0,0018
15	-0,6496	0,0187	0,5612	-0,1466	-0,1845	0,0017
20	-0,6375	0,0363	0,5649	-0,1675	-0,1692	0,0017
25	-0,6168	0,0225	0,5318	-0,1301	-0,1130	0,0018
30	-0,5986	0,0131	0,5247	-0,1063	-0,1027	0,0015
35	-0,5856	0,0189	0,5208	-0,1436	-0,0393	0,0015
40	-0,5722	0,0335	0,5026	-0,1950	0,0364	0,0011
$T = 298,15 \text{ K}$						
0,1	-0,6791	0,0170	0,5412	-0,1989	-0,2535	0,0025
5	-0,6630	0,0211	0,5165	-0,1993	-0,1941	0,0024
10	-0,6518	0,0097	0,5304	-0,1599	-0,1913	0,0020
15	-0,6370	0,0017	0,5401	-0,1471	-0,1803	0,0019
20	-0,6194	0,0104	0,5109	-0,1543	-0,1291	0,0014
25	-0,6039	0,0184	0,4832	-0,1681	-0,0778	0,0016
30	-0,5932	0,0293	0,4476	-0,2048	0,0330	0,0015
35	-0,5802	0,0418	0,4933	-0,2249	-0,0270	0,0016
40	-0,5692	0,0456	0,4926	-0,2228	-0,0263	0,0016
$T = 303,15 \text{ K}$						
0,1	-0,6622	0,0439	0,5116	-0,2571	-0,1461	0,0024
5	-0,6523	0,0431	0,5534	-0,2564	-0,1918	0,0026
10	-0,6416	0,0388	0,5306	-0,2544	-0,1286	0,0022
15	-0,6284	0,0358	0,4892	-0,2404	-0,0519	0,0025
20	-0,6169	0,0382	0,4681	-0,2503	-0,0119	0,0021
25	-0,6047	0,0462	0,4628	-0,2542	0,0160	0,0026
30	-0,5899	0,0569	0,4315	-0,2615	0,0587	0,0030
35	-0,5755	0,0536	0,3904	-0,2735	0,1795	0,0026
40	-0,5661	0,0499	0,3808	-0,2530	0,2049	0,0027
$T = 308,15 \text{ K}$						
0,1	-0,6482	0,0495	0,5438	-0,2436	-0,1789	0,0025
5	-0,6351	0,0480	0,5470	-0,2115	-0,1522	0,0026
10	-0,6260	0,0482	0,5815	-0,2148	-0,1635	0,0025
15	-0,6162	0,0530	0,5852	-0,2260	-0,1565	0,0026
20	-0,6040	0,0578	0,5907	-0,2263	-0,1371	0,0027
25	-0,5911	0,0744	0,5681	-0,2485	-0,0936	0,0030
30	-0,5757	0,0873	0,5354	-0,2839	-0,0169	0,0033
35	-0,5577	0,0867	0,5177	-0,2676	0,0153	0,0034
40	-0,5454	0,0932	0,5179	-0,2666	0,0455	0,0035

Fonte: Autor.

Tabela 7 – Coeficientes  $A_j$  do polinômio de Redlich-Kister e desvio-padrão para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  etanol} a diferentes temperatura e pressão.

$P / \text{MPa}$	$A_0 / \text{cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$	$A_1 / \text{cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$	$A_2 / \text{cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$	$A_3 / \text{cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$	$A_4 / \text{cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$	$\sigma / \text{cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ etanol						
$T = 288,15 \text{ K}$						
0,1	0,4502	0,8627	0,5676	-0,2191	-0,3349	0,0026
5	0,4311	0,8520	0,5397	-0,2528	-0,3502	0,0019
10	0,4162	0,8174	0,5497	-0,2029	-0,4058	0,0021
15	0,4126	0,8113	0,5366	-0,2383	-0,4171	0,0016
20	0,4063	0,7984	0,5097	-0,2505	-0,3943	0,0018
25	0,3900	0,8025	0,5061	-0,2680	-0,4809	0,0020
30	0,3810	0,7969	0,4620	-0,2793	-0,4306	0,0015
35	0,3721	0,7698	0,4497	-0,2680	-0,4640	0,0013
40	0,3580	0,7758	0,4318	-0,2920	-0,5056	0,0014
$T = 293,15 \text{ K}$						
0,1	0,4904	0,8502	0,5275	-0,1471	-0,2279	0,0018
5	0,4644	0,8431	0,4881	-0,1981	-0,2392	0,0019
10	0,4432	0,8095	0,4805	-0,1743	-0,2778	0,0025
15	0,4279	0,7858	0,4901	-0,1488	-0,3720	0,0023
20	0,4082	0,7507	0,5250	-0,1252	-0,4818	0,0028
25	0,3927	0,7127	0,5100	-0,0501	-0,5402	0,0035
30	0,3744	0,6889	0,4519	-0,0258	-0,4652	0,0035
35	0,3561	0,6814	0,4344	-0,0466	-0,4837	0,0033
40	0,3397	0,6824	0,3922	-0,0612	-0,4965	0,0027
$T = 298,15 \text{ K}$						
0,1	0,5237	0,8505	0,5166	-0,1217	-0,1620	0,0014
5	0,5041	0,8438	0,4870	-0,1610	-0,1736	0,0014
10	0,4839	0,8431	0,5078	-0,2081	-0,2362	0,0013
15	0,4615	0,8254	0,5237	-0,1970	-0,3150	0,0014
20	0,4405	0,8137	0,5537	-0,2098	-0,3737	0,0017
25	0,4301	0,8041	0,5305	-0,2328	-0,4386	0,0015
30	0,4146	0,7887	0,4764	-0,2383	-0,3820	0,0015
35	0,3981	0,7764	0,4104	-0,2092	-0,3528	0,0014
40	0,3828	0,7525	0,3803	-0,1879	-0,3514	0,0018
$T = 303,15 \text{ K}$						
0,1	0,5472	0,8552	0,4969	-0,0980	-0,0348	0,0018
5	0,5246	0,8373	0,4730	-0,1278	-0,0922	0,0013
10	0,5063	0,8293	0,4577	-0,1472	-0,1383	0,0014
15	0,4862	0,8076	0,4564	-0,1425	-0,2018	0,0016
20	0,4744	0,7876	0,4340	-0,1452	-0,2266	0,0013
25	0,4565	0,7521	0,4462	-0,1092	-0,3395	0,0014
30	0,4424	0,7428	0,4326	-0,1318	-0,3671	0,0015
35	0,4220	0,7404	0,4053	-0,1597	-0,4135	0,0020
40	0,4028	0,7302	0,3853	-0,1770	-0,4059	0,0021
$T = 308,15 \text{ K}$						
0,1	0,5767	0,8325	0,4679	-0,0061	0,0195	0,0026
5	0,5595	0,8236	0,4413	0,0036	0,0042	0,0025
10	0,5362	0,8215	0,4723	-0,0210	-0,0933	0,0024
15	0,5228	0,8126	0,4484	-0,0423	-0,0994	0,0022
20	0,5130	0,8154	0,4393	-0,0858	-0,1567	0,0018
25	0,4965	0,8108	0,4158	-0,1071	-0,1451	0,0018
30	0,4782	0,8064	0,4761	-0,1212	-0,2832	0,0021
35	0,4668	0,7947	0,3938	-0,1352	-0,2315	0,0020
40	0,4535	0,7995	0,3728	-0,1472	-0,3025	0,0018

Fonte: Autor.

Tabela 8 – Coeficientes  $A_j$  do polinômio de Redlich-Kister e desvio-padrão para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  1-propanol} a diferentes temperatura e pressão.

$P / \text{MPa}$	$A_0 / \text{cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$	$A_1 / \text{cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$	$A_2 / \text{cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$	$A_3 / \text{cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$	$A_4 / \text{cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$	$\sigma / \text{cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ 1-propanol						
$T = 288,15 \text{ K}$						
0,1	1,2098	-0,0374	0,0306	0,2778	0,2904	0,0043
5	1,1869	-0,0361	-0,0132	0,2698	0,2990	0,0044
10	1,1562	-0,0339	0,0496	0,2608	0,1503	0,0038
15	1,1287	-0,0436	0,0414	0,2546	0,0653	0,0033
20	1,1034	-0,0384	0,0587	0,2455	0,0063	0,0036
25	1,0863	-0,0316	0,0460	0,2039	-0,0676	0,0039
30	1,0638	-0,0226	0,0434	0,1848	-0,0995	0,0041
35	1,0336	-0,0224	0,1159	0,1668	-0,2702	0,0037
40	1,0092	-0,0311	0,0854	0,1660	-0,2675	0,0038
$T = 293,15 \text{ K}$						
0,1	1,2674	-0,0486	0,0007	0,3101	0,4491	0,0039
5	1,2305	-0,0476	0,0559	0,3086	0,3157	0,0042
10	1,2042	-0,0388	0,0283	0,3099	0,3017	0,0039
15	1,1780	-0,0365	0,0278	0,3014	0,2464	0,0033
20	1,1482	-0,0248	0,0395	0,2867	0,1968	0,0034
25	1,1157	-0,0231	0,0606	0,2841	0,1059	0,0031
30	1,0832	-0,0217	0,1115	0,2848	-0,0014	0,0029
35	1,0470	-0,0235	0,1680	0,2859	-0,0821	0,0026
40	1,0194	-0,0272	0,1471	0,2859	-0,1151	0,0025
$T = 298,15 \text{ K}$						
0,1	1,3219	-0,0471	0,0370	0,3307	0,5072	0,0037
5	1,2887	-0,0271	0,0360	0,2821	0,4185	0,0033
10	1,2483	-0,0411	0,0362	0,3036	0,3621	0,0029
15	1,2172	-0,0367	0,0425	0,2800	0,2864	0,0028
20	1,1788	-0,0383	0,0619	0,2411	0,1838	0,0032
25	1,1400	-0,0482	0,0676	0,2460	0,1095	0,0026
30	1,1063	-0,0373	0,0824	0,2159	0,0342	0,0027
35	1,0715	-0,0446	0,0610	0,2402	0,0019	0,0023
40	1,0388	-0,0336	0,0631	0,2192	-0,0846	0,0025
$T = 303,15 \text{ K}$						
0,1	1,3841	-0,0576	0,0094	0,3649	0,6323	0,0034
5	1,3406	-0,0470	0,0397	0,3668	0,5335	0,0028
10	1,3055	-0,0341	0,0384	0,3309	0,4513	0,0028
15	1,2628	-0,0425	0,0259	0,3315	0,4552	0,0021
20	1,2172	-0,0321	0,0916	0,3069	0,3226	0,0022
25	1,1828	-0,0421	0,0585	0,3105	0,2879	0,0022
30	1,1448	-0,0378	0,0723	0,2759	0,2157	0,0026
35	1,1080	-0,0389	0,0761	0,2571	0,1248	0,0024
40	1,0683	-0,0252	0,1018	0,1904	0,0118	0,0027
$T = 308,15 \text{ K}$						
0,1	1,4339	-0,0677	0,0590	0,3897	0,6401	0,0033
5	1,3976	-0,0613	0,0426	0,3659	0,6322	0,0030
10	1,3606	-0,0519	0,0516	0,3488	0,5351	0,0029
15	1,3229	-0,0601	0,0408	0,3499	0,4902	0,0027
20	1,2901	-0,0897	0,0515	0,3913	0,4388	0,0028
25	1,2497	-0,0925	0,0584	0,4033	0,3676	0,0025
30	1,2086	-0,0925	0,0771	0,3825	0,2938	0,0022
35	1,1768	-0,0890	0,0595	0,3481	0,2212	0,0024
40	1,1411	-0,0997	0,0504	0,3590	0,1852	0,0020

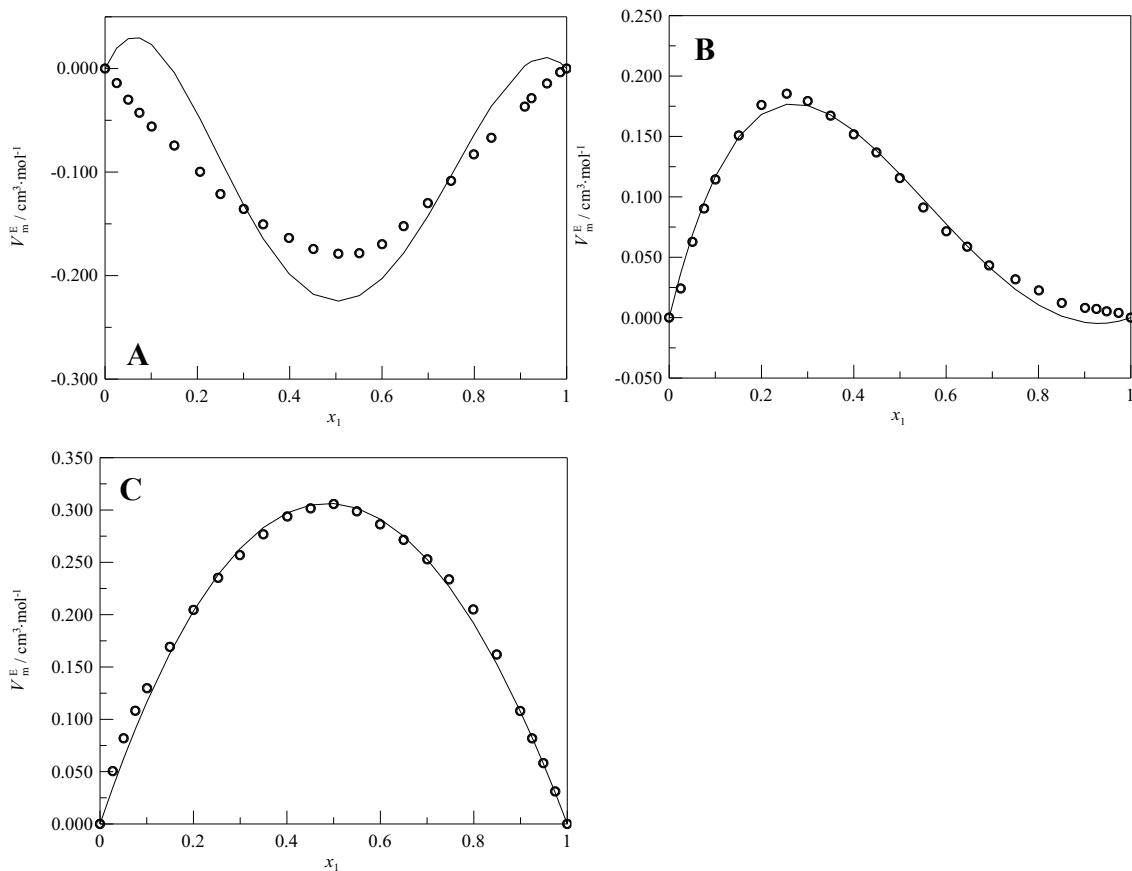
Fonte: Autor.

### 6.2.5.2 Equação de Tait

Utilizando os valores teóricos de densidade encontrados por meio do ajuste pela equação de Tait, é possível determinar os respectivos valores do volume molar excesso e comparar com os valores calculados a partir das densidades experimentais. Tal comparação, na temperatura de 288,15 K e pressão de 0,1 MPa, pode ser observada na Figura 51. Para os demais valores de temperatura e pressão, as observações foram análogas.

Conforme apresentado anteriormente nas Figuras 32-34, a equação de Tait se ajustou bem aos dados experimentais de densidade. Contudo, pela Figura 51, é possível notar que tal ajuste não resultou em valores de volume molar excesso próximos aos experimentais, no caso do sistema {DMC + metanol}. Novamente, complementando a discussão iniciada a partir da Figura 50, isso se deve ao fato da elevada sensibilidade do volume molar excesso decorrente de pequenas variações nos valores de densidade.

Figura 51 – Volume molar excesso, em função da fração molar de dimetil carbonato ( $x_1$ ) para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  álcool $\}$  à temperatura de 288,15 K e pressão de 0,1 MPa: valores experimentais (○); equação de Tait (—); (A) metanol; (B) etanol; (C) 1-propanol.



Fonte: Autor.

### 6.2.5.3 Teoria PFP

Para a correlação dos valores de volume molar excesso com a Teoria PFP, foram necessários dados de propriedades e parâmetros dos componentes puros, os quais são apresentados na Tabela 9. Os resultados deste ajuste se encontram nas Figuras 52-54 e os valores determinados para o parâmetro de Flory se encontram na Tabela 10.

Pode-se notar pelos resultados do sistema com metanol que a contribuição mais importante para descrever o comportamento deste sistema é a interacional. Contudo, a contribuição da pressão interna também é importante, de modo que somente a contribuição do volume livre parece ter pouca contribuição para descrever do volume molar excesso do sistema. Na faixa de temperatura estudada, também foi percebido que a mesma não apresenta um efeito considerável nas três contribuições para este sistema. Ao se observar a Figura 52, verifica-se que a Teoria PFP não forneceu um bom ajuste para este sistema, provavelmente porque ela não leva em conta todos os possíveis efeitos que podem estar presentes neste sistema, tal como uma contribuição para interações polares.

Já nos sistemas {DMC + etanol} e {DMC + 1-propanol}, a contribuição predominante foi aquela relacionada às pressões internas. Todavia, a contribuição interacional também parece apresentar uma contribuição significativa para descrever  $V_m^E$ . Já a contribuição do volume livre no sistema com etanol leva a valores bem baixos em relação às demais contribuições. Entretanto, para o sistema contendo 1-propanol, esta contribuição parece ser importante para descrever  $V_m^E$ . No sistema {DMC + etanol}, a Teoria PFP também não forneceu uma boa concordância com os valores experimentais. Finalmente, para o sistema {DMC + etanol}, a Teoria foi capaz de descrever qualitativamente e quantitativamente os resultados experimentais utilizando apenas um único parâmetro ajustável.

Tabela 9 – Parâmetros da Teoria PFP para os componentes puros a diferentes temperaturas e à pressão atmosférica.

Componente	$T / \text{K}$	$P^* / \text{J} \cdot \text{cm}^{-3}$	$V / \text{cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$	$V^* / \text{cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$S / \text{nm}^{-1}$
DMC	288,15	713,3 <sup>d</sup>	83,653 <sup>d</sup>	64,923 <sup>d</sup>	12,48 <sup>d</sup>	8,37 <sup>d</sup>	15,16 <sup>c</sup>
	293,15	707,8 <sup>d</sup>	84,182 <sup>d</sup>	65,057 <sup>d</sup>	12,56 <sup>d</sup>	8,71 <sup>d</sup>	15,16 <sup>c</sup>
	298,15	700,8 <sup>d</sup>	84,706 <sup>d</sup>	65,186 <sup>d</sup>	12,64 <sup>d</sup>	9,08 <sup>d</sup>	15,16 <sup>c</sup>
	303,15	692,6 <sup>d</sup>	85,254 <sup>d</sup>	65,333 <sup>d</sup>	12,72 <sup>d</sup>	9,48 <sup>d</sup>	15,16 <sup>c</sup>
	308,15	682,7 <sup>d</sup>	85,798 <sup>d</sup>	65,476 <sup>d</sup>	12,80 <sup>d</sup>	9,92 <sup>d</sup>	15,16 <sup>c</sup>
Metanol	288,15	478,3 <sup>d</sup>	40,241 <sup>d</sup>	31,500 <sup>d</sup>	11,89 <sup>d</sup>	11,69 <sup>d</sup>	16,49 <sup>a</sup>
	293,15	477,1 <sup>d</sup>	40,496 <sup>d</sup>	31,571 <sup>d</sup>	11,96 <sup>d</sup>	12,09 <sup>d</sup>	16,49 <sup>a</sup>
	298,15	475,2 <sup>d</sup>	40,724 <sup>d</sup>	31,620 <sup>d</sup>	12,03 <sup>d</sup>	12,52 <sup>d</sup>	16,49 <sup>a</sup>
	303,15	473,1 <sup>d</sup>	40,968 <sup>d</sup>	31,677 <sup>d</sup>	12,11 <sup>d</sup>	12,98 <sup>d</sup>	16,49 <sup>a</sup>
	308,15	469,5 <sup>d</sup>	41,231 <sup>d</sup>	31,753 <sup>d</sup>	12,18 <sup>d</sup>	13,48 <sup>d</sup>	16,49 <sup>a</sup>
Etanol	288,15	485,7 <sup>d</sup>	57,994 <sup>d</sup>	45,952 <sup>d</sup>	11,08 <sup>d</sup>	10,47 <sup>d</sup>	15,43 <sup>a</sup>
	293,15	484,1 <sup>d</sup>	58,326 <sup>d</sup>	46,030 <sup>d</sup>	11,15 <sup>d</sup>	10,84 <sup>d</sup>	15,43 <sup>a</sup>
	298,15	480,7 <sup>d</sup>	58,643 <sup>d</sup>	46,103 <sup>d</sup>	11,21 <sup>d</sup>	11,25 <sup>d</sup>	15,43 <sup>a</sup>
	303,15	476,9 <sup>d</sup>	58,974 <sup>d</sup>	46,186 <sup>d</sup>	11,27 <sup>d</sup>	11,68 <sup>d</sup>	15,43 <sup>a</sup>
	308,15	472,1 <sup>d</sup>	59,322 <sup>d</sup>	46,282 <sup>d</sup>	11,33 <sup>d</sup>	12,15 <sup>d</sup>	15,43 <sup>a</sup>
1-Propanol	288,15	480,6 <sup>d</sup>	74,417 <sup>d</sup>	59,937 <sup>d</sup>	10,04 <sup>d</sup>	9,28 <sup>d</sup>	14,90 <sup>a</sup>
	293,15	478,9 <sup>d</sup>	74,792 <sup>d</sup>	60,022 <sup>d</sup>	10,09 <sup>d</sup>	9,59 <sup>d</sup>	14,90 <sup>a</sup>
	298,15	476,6 <sup>d</sup>	75,162 <sup>d</sup>	60,102 <sup>d</sup>	10,14 <sup>d</sup>	9,92 <sup>d</sup>	14,90 <sup>a</sup>
	303,15	473,3 <sup>d</sup>	75,538 <sup>d</sup>	60,187 <sup>d</sup>	10,19 <sup>d</sup>	10,28 <sup>d</sup>	14,90 <sup>a</sup>
	308,15	470,2 <sup>d</sup>	75,950 <sup>d</sup>	60,289 <sup>d</sup>	10,25 <sup>d</sup>	10,66 <sup>d</sup>	14,90 <sup>a</sup>

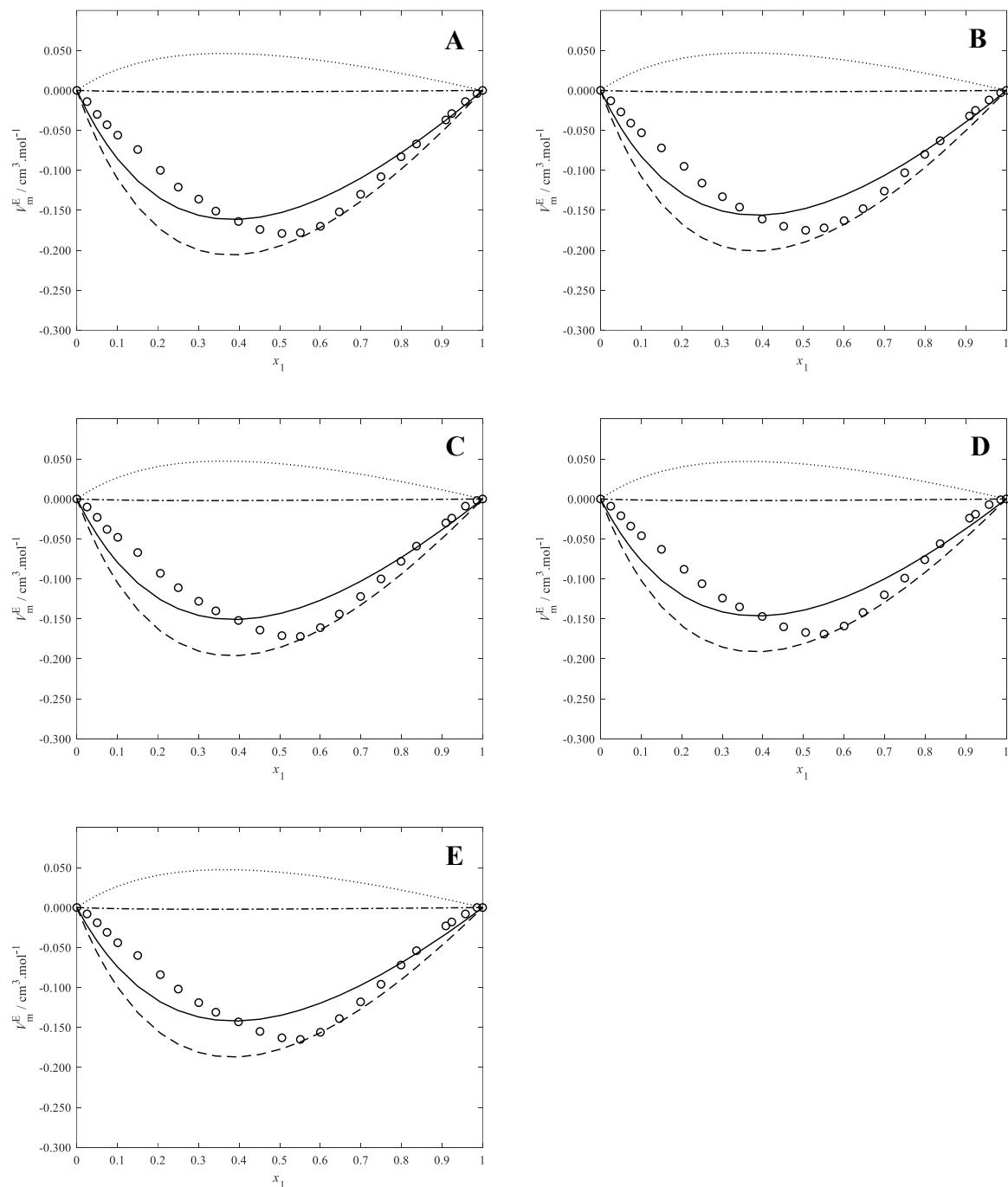
Fonte: <sup>a</sup> Torres, Francesconi e Volpe (2003); <sup>b</sup> Hoga e Torres (2011); <sup>c</sup> Autor, calculado por Bondi (1964); <sup>d</sup> Autor.

Tabela 10 – Parâmetros de interação binária da Teoria PFP e valores das três contribuições na composição equimolar para os sistemas estudados a diferentes temperaturas e à pressão atmosférica.

Sistema	$T / \text{K}$	$\chi_{12} / \text{J} \cdot \text{cm}^{-3}$	Interacional	Volume livre	$P^*$
DMC + metanol	288,15	-24,2	-0,193	-0,002	0,043
	293,15	-22,8	-0,190	-0,002	0,043
	298,15	-21,5	-0,185	-0,002	0,044
	303,15	-20,1	-0,180	-0,002	0,044
	308,15	-18,9	-0,177	-0,002	0,044
DMC + etanol	288,15	1,6	0,016	-0,013	0,131
	293,15	2,5	0,026	-0,013	0,132
	298,15	3,1	0,032	-0,014	0,134
	303,15	3,5	0,038	-0,014	0,136
	308,15	3,9	0,044	-0,015	0,137
DMC + 1-propanol	288,15	6,6	0,071	-0,048	0,283
	293,15	7,6	0,085	-0,050	0,286
	298,15	8,7	0,101	-0,053	0,289
	303,15	9,7	0,117	-0,055	0,291
	308,15	10,7	0,134	-0,057	0,291

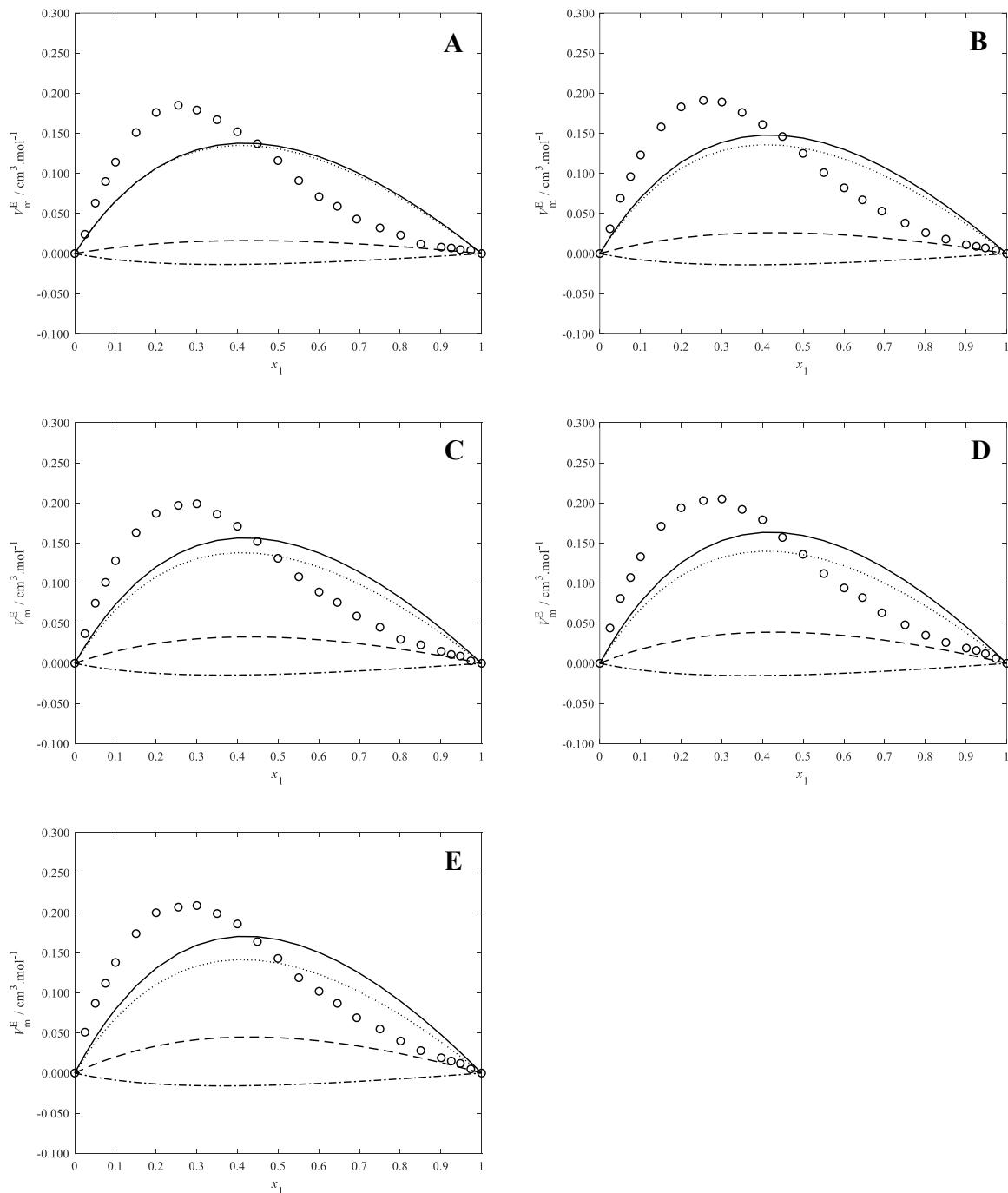
Fonte: Autor.

Figura 52 – Volume molar excesso, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  metanol} a diferentes temperaturas ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E); valores experimentais ( $\circ$ ), Teoria PFP (—), contribuição interacional (—), contribuição volume livre (— · —), contribuição  $P^*$  (— · —).



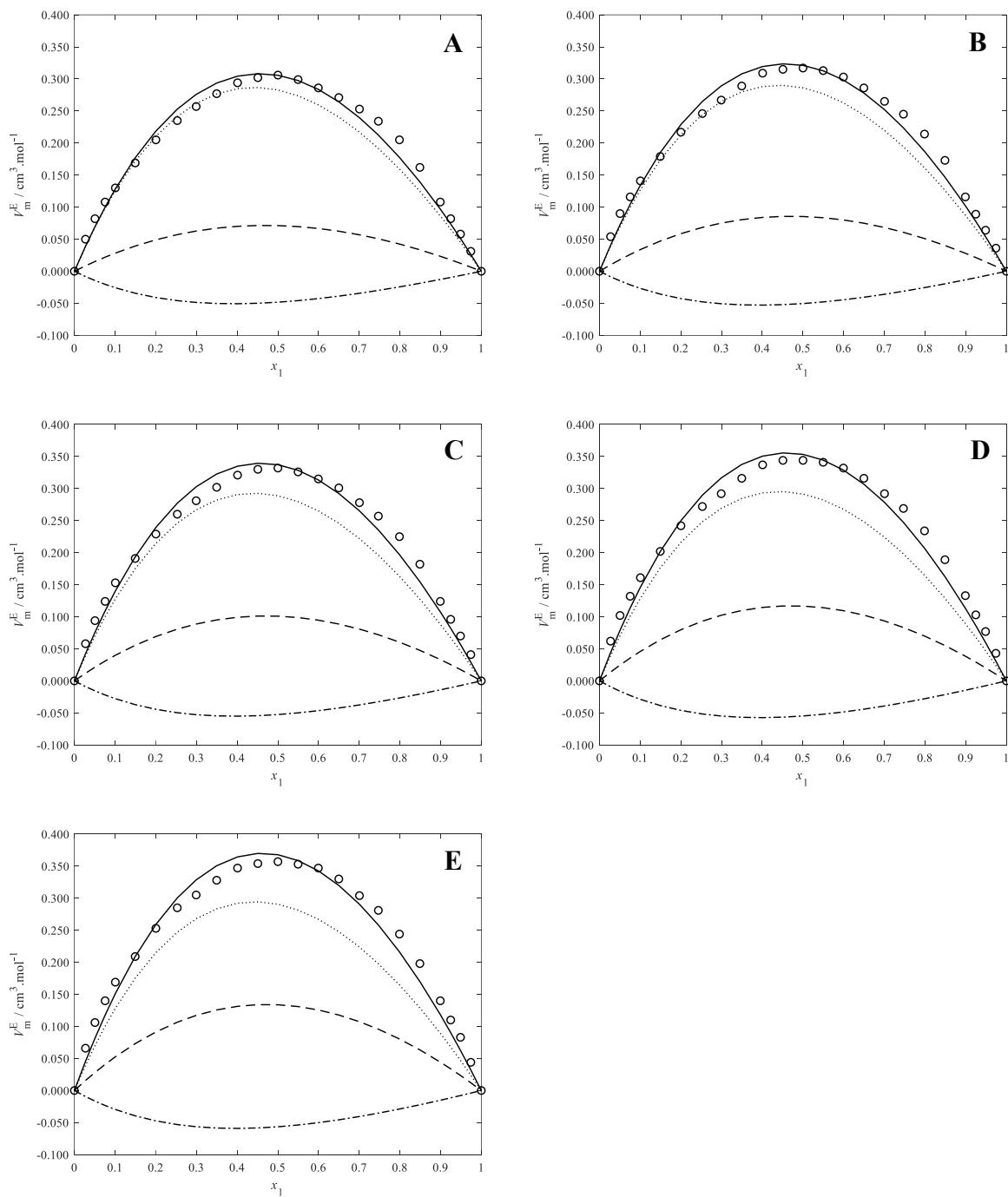
Fonte: Autor.

Figura 53 – Volume molar excesso, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  etanol} a diferentes temperaturas ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E); valores experimentais ( $\circ$ ), Teoria PFP (—), contribuição interacional (— · —), contribuição volume livre (— · · —), contribuição  $P^*$  (---).



Fonte: Autor.

Figura 54 – Volume molar excesso, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  1-propanol} a diferentes temperaturas ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E); valores experimentais (○), Teoria PFP (—), contribuição interacional (—), contribuição volume livre (— · —), contribuição  $P^*$  (— · —).



Fonte: Autor.

#### 6.2.5.4 Modelo ERAS

Semelhantemente à Teoria PFP, foram necessários dados dos parâmetros dos componentes puros para o ajuste dos dados de  $V_m^E$  ao Modelo ERAS, os quais são apresentados na Tabela 11. Além disso, conforme Heintz (1985), os valores do volume de associação ( $\Delta v^*$ ) e da entalpia de associação ( $\Delta h^*$ ) para os álcoois podem ser considerados constantes e iguais a  $-5,6 \text{ cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$  e  $-25,1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , respectivamente. Foi assumida a hipótese de que o DMC é um composto que não se autoassocia e, portanto, apresenta valores de  $\Delta v^*$  e  $\Delta h^*$  nulos (GONZALEZ; SZURGOCINSKA; DOMANSKA, 2002). As Figuras 55-57 mostram o desempenho do Modelo ERAS com as contribuições físicas e químicas e os parâmetros ajustados podem ser vistos na Tabela 12.

Conforme a Figura 55, pode-se notar que o Modelo ERAS forneceu um ajuste com desvios consideráveis em relação aos valores experimentais de  $V_m^E$  para o sistema {DMC + metanol}. Contudo, uma comparação com a Figura 52 mostra que o Modelo ERAS se ajustou mais adequadamente aos dados experimentais do que a Teoria PFP. É possível observar que a contribuição física é a mais relevante para descrever o comportamento deste sistema. Ambas as contribuições resultaram em valores negativos, de modo que o aumento da temperatura fez com que a contribuição física variasse para valores menos negativos, mas com efeito desprezível na contribuição química.

Já para o sistema contendo etanol (Figura 56), verifica-se que o Modelo ERAS foi capaz de descrever qualitativamente os dados experimentais, apesar do comportamento assimétrico dos valores experimentais do  $V_m^E$ . Contudo, pequenos desvios quantitativos podem ser observados. Neste caso, ambas as contribuições (física e química) são importantes para descrever o comportamento do sistema, apesar da contribuição física ser mais relevante. O aumento da temperatura impactou em valores mais positivos para a contribuição física, porém, teve baixa influência na contribuição química.

Por fim, a Figura 57 mostra o desempenho do Modelo ERAS para o sistema {DMC + 1-propanol}, o qual apresentou um ajuste minimamente pior do que a Teoria PFP. Uma explicação para isso deve-se, possivelmente, ao fato das autoassociações do 1-propanol, por meio de ligações de hidrogênios, não serem muito importantes para o sistema. Neste caso, a contribuição física também tem um papel preponderante para descrever os valores experimentais do  $V_m^E$ .

Tabela 11 – Parâmetros do Modelo ERAS para os componentes puros a diferentes temperaturas e à pressão atmosférica.

Componente	$T / \text{K}$	$K$	$P^* / \text{J} \cdot \text{cm}^{-3}$	$V / \text{cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$	$V^* / \text{cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$S / \text{nm}^{-1}$
DMC	288,15	0	713,3 <sup>d</sup>	83,653 <sup>d</sup>	64,923 <sup>d</sup>	12,48 <sup>d</sup>	8,37 <sup>d</sup>	15,16 <sup>c</sup>
	293,15	0	707,8 <sup>d</sup>	84,182 <sup>d</sup>	65,057 <sup>d</sup>	12,56 <sup>d</sup>	8,71 <sup>d</sup>	15,16 <sup>c</sup>
	298,15	0	700,8 <sup>d</sup>	84,706 <sup>d</sup>	65,186 <sup>d</sup>	12,64 <sup>d</sup>	9,08 <sup>d</sup>	15,16 <sup>c</sup>
	303,15	0	692,6 <sup>d</sup>	85,254 <sup>d</sup>	65,333 <sup>d</sup>	12,72 <sup>d</sup>	9,48 <sup>d</sup>	15,16 <sup>c</sup>
	308,15	0	682,7 <sup>d</sup>	85,798 <sup>d</sup>	65,476 <sup>d</sup>	12,80 <sup>d</sup>	9,92 <sup>d</sup>	15,16 <sup>c</sup>
Metanol	288,15	1410 <sup>a</sup>	436,1 <sup>d</sup>	40,241 <sup>d</sup>	31,894 <sup>d</sup>	11,89 <sup>d</sup>	11,69 <sup>d</sup>	16,49 <sup>a</sup>
	293,15	1175 <sup>a</sup>	432,9 <sup>d</sup>	40,496 <sup>d</sup>	31,989 <sup>d</sup>	11,96 <sup>d</sup>	12,09 <sup>d</sup>	16,49 <sup>a</sup>
	298,15	986 <sup>a</sup>	429,1 <sup>d</sup>	40,724 <sup>d</sup>	32,063 <sup>d</sup>	12,03 <sup>d</sup>	12,52 <sup>d</sup>	16,49 <sup>a</sup>
	303,15	832 <sup>a</sup>	425,2 <sup>d</sup>	40,968 <sup>d</sup>	32,144 <sup>d</sup>	12,11 <sup>d</sup>	12,98 <sup>d</sup>	16,49 <sup>a</sup>
	308,15	657 <sup>b</sup>	418,3 <sup>d</sup>	41,231 <sup>d</sup>	32,261 <sup>d</sup>	12,18 <sup>d</sup>	13,48 <sup>d</sup>	16,49 <sup>a</sup>
Etanol	288,15	453 <sup>a</sup>	432,1 <sup>d</sup>	57,994 <sup>d</sup>	46,663 <sup>d</sup>	11,08 <sup>d</sup>	10,47 <sup>d</sup>	15,43 <sup>a</sup>
	293,15	378 <sup>a</sup>	428,2 <sup>d</sup>	58,326 <sup>d</sup>	46,783 <sup>d</sup>	11,15 <sup>d</sup>	10,84 <sup>d</sup>	15,43 <sup>a</sup>
	298,15	317 <sup>a</sup>	422,6 <sup>d</sup>	58,643 <sup>d</sup>	46,898 <sup>d</sup>	11,21 <sup>d</sup>	11,25 <sup>d</sup>	15,43 <sup>a</sup>
	303,15	267 <sup>a</sup>	416,8 <sup>d</sup>	58,974 <sup>d</sup>	47,024 <sup>d</sup>	11,27 <sup>d</sup>	11,68 <sup>d</sup>	15,43 <sup>a</sup>
	308,15	228 <sup>b</sup>	410,5 <sup>d</sup>	59,322 <sup>d</sup>	47,160 <sup>d</sup>	11,33 <sup>d</sup>	12,15 <sup>d</sup>	15,43 <sup>a</sup>
1-Propanol	288,15	282 <sup>a</sup>	425,2 <sup>d</sup>	74,417 <sup>d</sup>	60,873 <sup>d</sup>	10,04 <sup>d</sup>	9,28 <sup>d</sup>	14,90 <sup>a</sup>
	293,15	235 <sup>a</sup>	421,1 <sup>d</sup>	74,792 <sup>d</sup>	61,014 <sup>d</sup>	10,09 <sup>d</sup>	9,59 <sup>d</sup>	14,90 <sup>a</sup>
	298,15	197 <sup>a</sup>	416,5 <sup>d</sup>	75,162 <sup>d</sup>	61,150 <sup>d</sup>	10,14 <sup>d</sup>	9,92 <sup>d</sup>	14,90 <sup>a</sup>
	303,15	166 <sup>a</sup>	411,1 <sup>d</sup>	75,538 <sup>d</sup>	61,291 <sup>d</sup>	10,19 <sup>d</sup>	10,28 <sup>d</sup>	14,90 <sup>a</sup>
	308,15	130,4 <sup>b</sup>	403,9 <sup>d</sup>	75,950 <sup>d</sup>	61,490 <sup>d</sup>	10,25 <sup>d</sup>	10,66 <sup>d</sup>	14,90 <sup>a</sup>

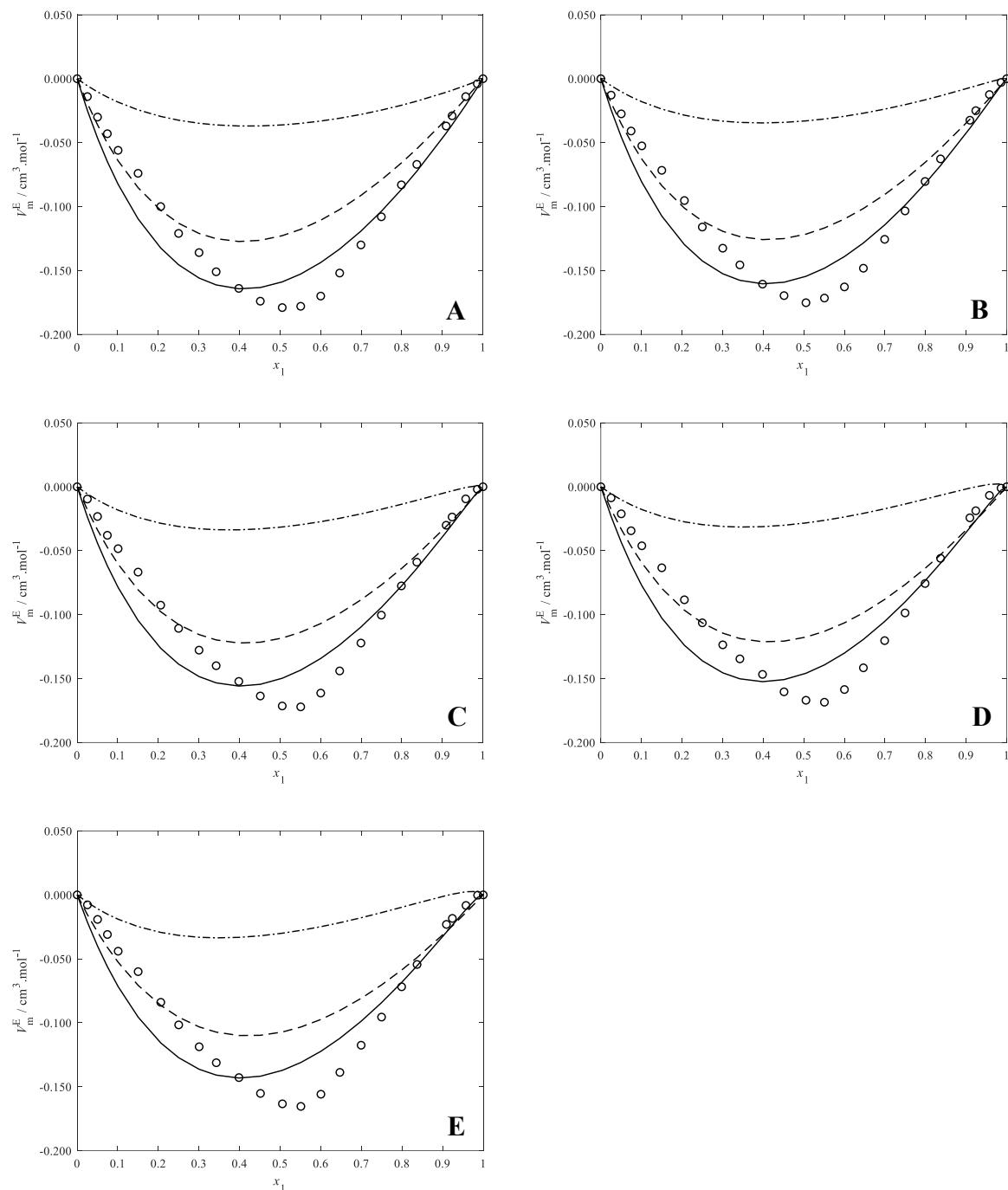
Fonte: <sup>a</sup> Tôrres, Francesconi e Volpe (2003); <sup>b</sup> Hoga e Tôrres (2011); <sup>c</sup> Autor, calculado por Bondi (1964); <sup>d</sup> Autor.

Tabela 12 – Parâmetros de interação binária do Modelo ERAS para os sistemas estudados a diferentes temperaturas e à pressão atmosférica.

Sistema	$T / \text{K}$	$K_{AB}$	$\Delta v_{AB}^* / \text{cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$	$\chi_{AB} / \text{J} \cdot \text{cm}^{-3}$
DMC + metanol	288,15	4,7	-2,3	-30,2
	293,15	4,1	-2,5	-29,6
	298,15	3,7	-2,7	-28,7
	303,15	3,4	-2,8	-27,9
	308,15	3,3	-2,9	-26,6
DMC + etanol	288,15	3,6	-3,6	-2,8
	293,15	3,5	-3,6	-2,8
	298,15	3,6	-3,5	-2,7
	303,15	3,7	-3,2	-2,6
	308,15	3,5	-3,4	-2,5
DMC + 1-propanol	288,15	2,8	-2,8	-9,6
	293,15	2,7	-2,9	-9,2
	298,15	2,8	-2,8	-8,4
	303,15	2,7	-2,9	-7,8
	308,15	2,7	-2,8	-7,7

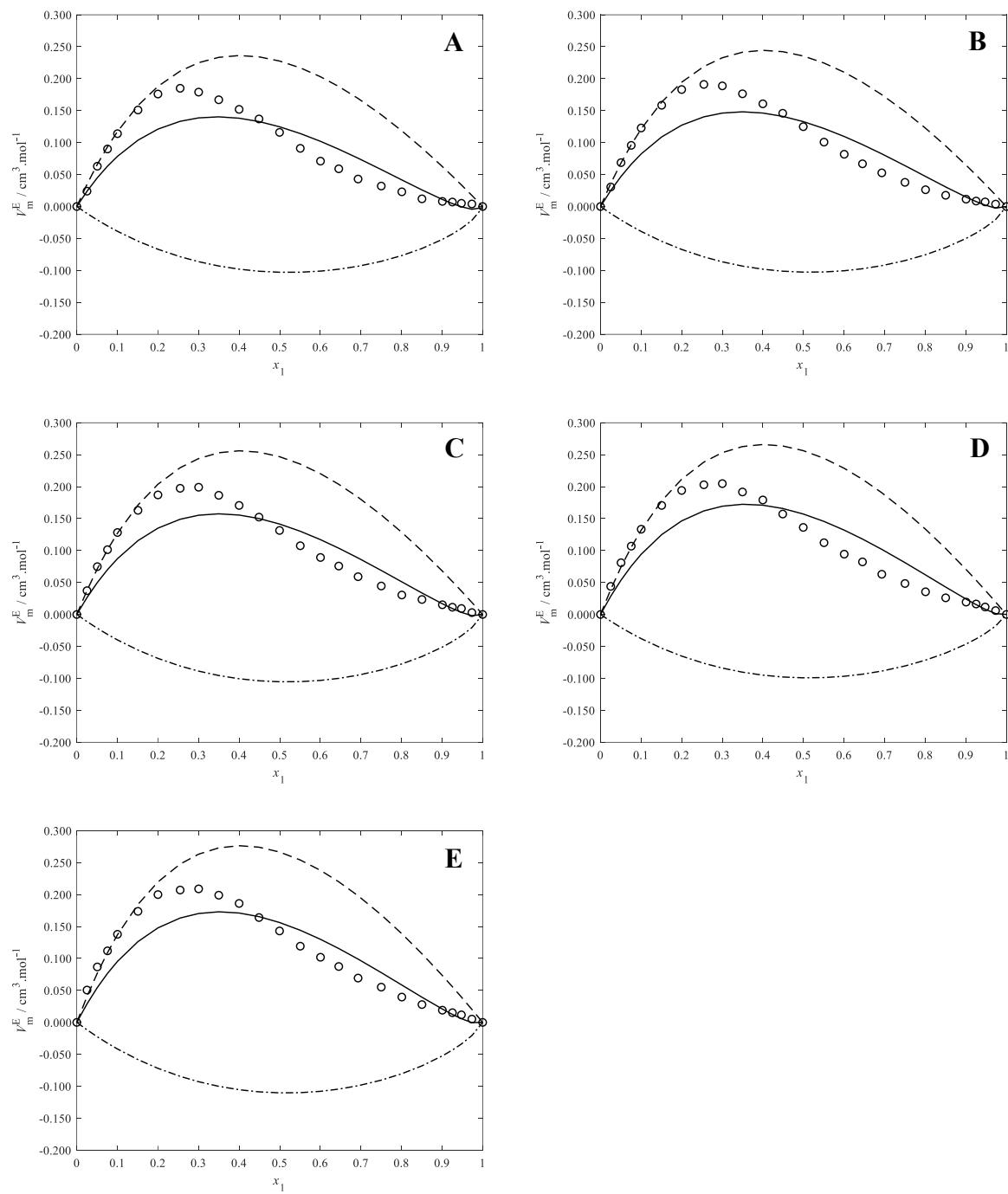
Fonte: Autor.

Figura 55 – Volume molar excesso, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  metanol} a diferentes temperaturas ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E); valores experimentais ( $\circ$ ), Modelo ERAS (—), contribuição física (— · —), contribuição química (— · · —).



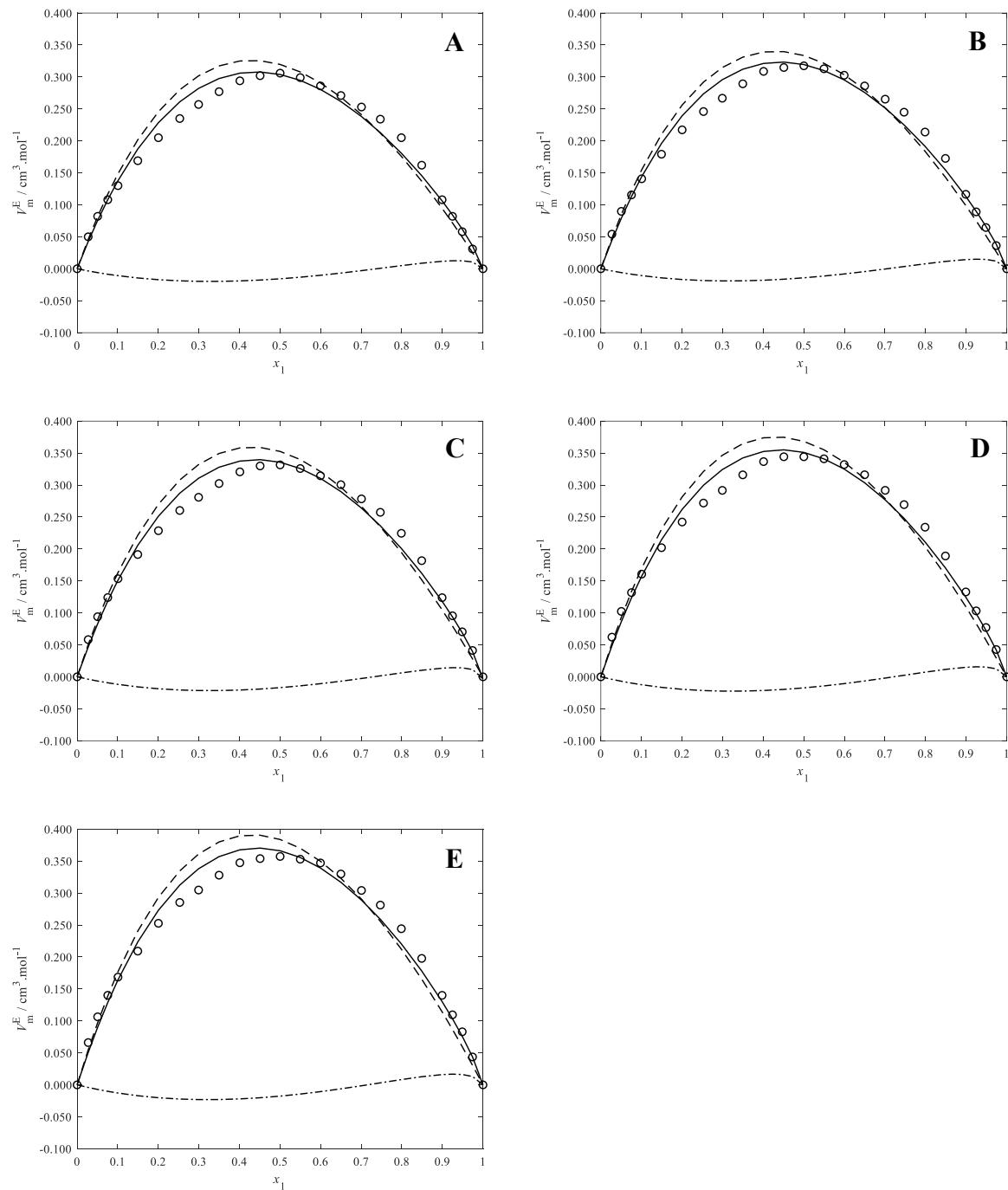
Fonte: Autor.

Figura 56 – Volume molar excesso, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  etanol} a diferentes temperaturas ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E); valores experimentais ( $\circ$ ), Modelo ERAS (—), contribuição física (—), contribuição química (— · —).



Fonte: Autor.

Figura 57 – Volume molar excesso, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  1-propanol} a diferentes temperaturas ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E); valores experimentais ( $\circ$ ), Modelo ERAS (—), contribuição física (— · —), contribuição química (— · · —).



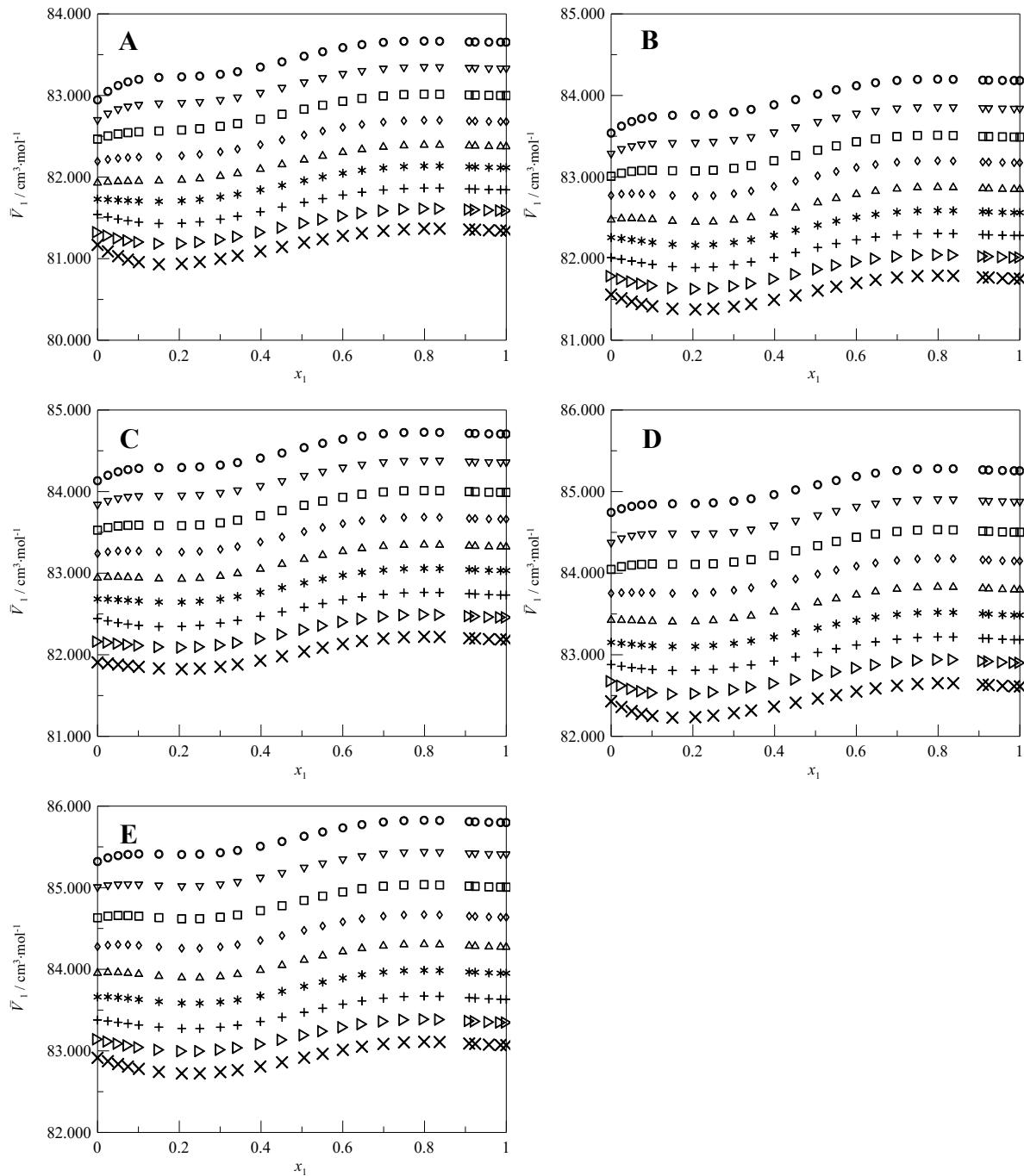
Fonte: Autor.

### 6.2.6 Volumes parciais molares

Os volumes parciais molares foram calculados para os componentes presentes nos sistemas estudados, conforme equações (66) e (67). Tais resultados são apresentados nas Figuras 58-63 e nas Tabelas A1-A3 do Apêndice A.

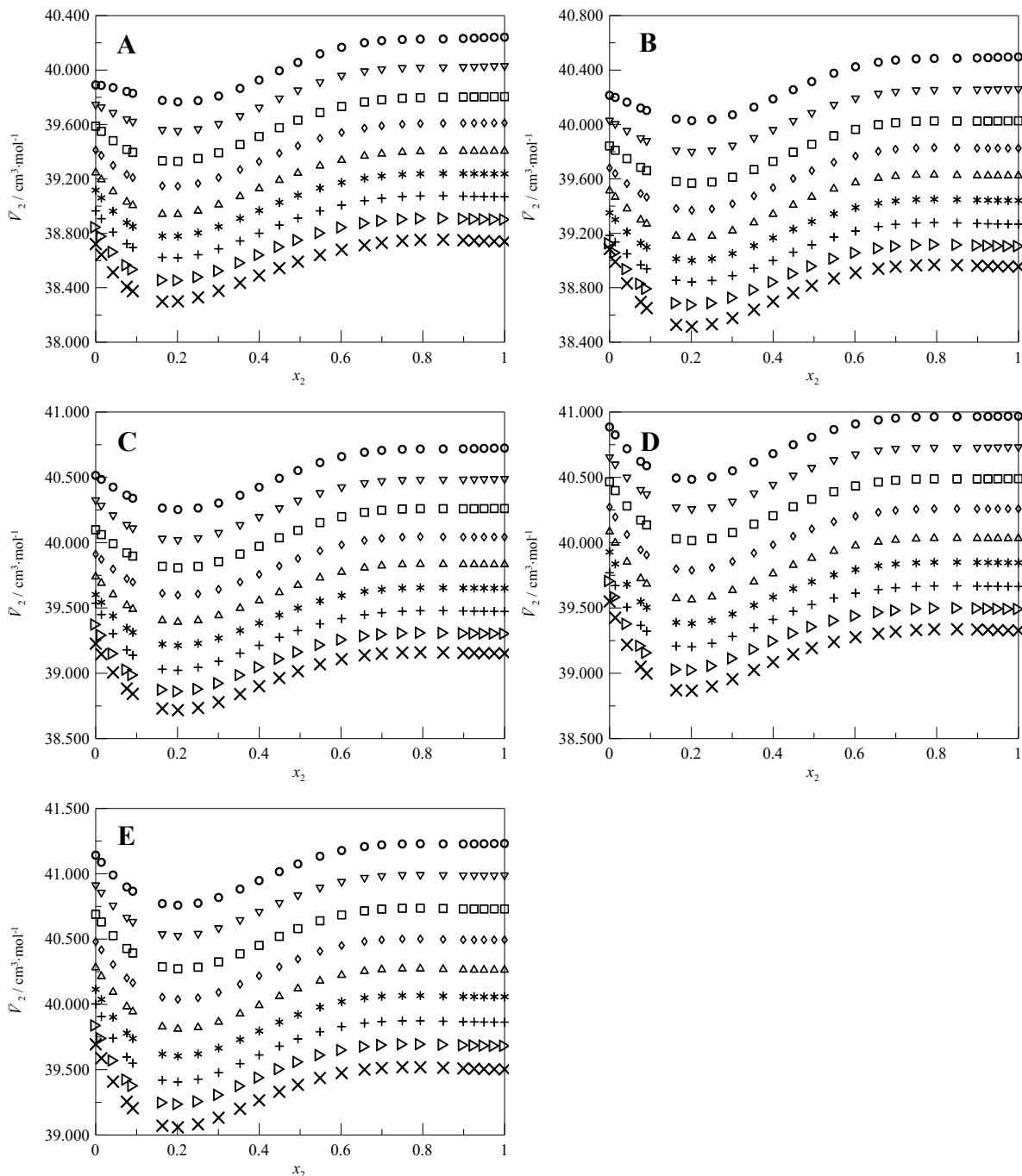
Observa-se, para ambos os componentes presentes nos sistemas binários, que os volumes parciais molares aumentaram com o aumento da temperatura e diminuíram com o aumento da pressão, o que pode ser explicado pelo distanciamento das moléculas pela elevação de seu grau de agitação com o aumento da temperatura, e pela aproximação das moléculas com o aumento da pressão.

Figura 58 – Volume parcial molar do dimetil carbonato, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  metanol} a diferentes temperatura e pressão. ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E); ( $p$ , em MPa): 0,1 ( $\circ$ ), 5 ( $\nabla$ ), 10 ( $\square$ ), 15 ( $\diamond$ ), 20 ( $\triangle$ ), 25 (\*), 30 (+), 35 ( $\triangleright$ ), 40 ( $\times$ ).



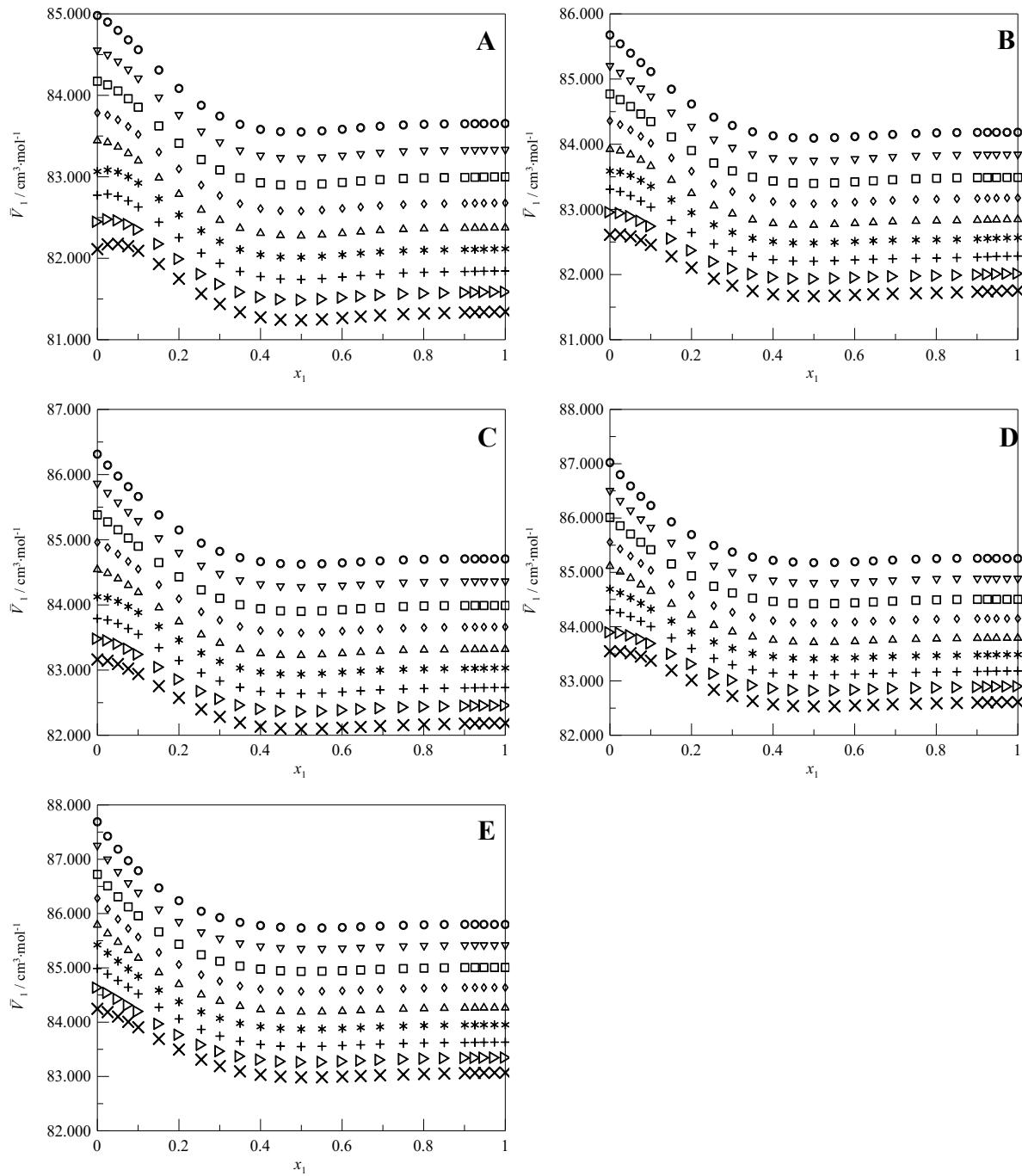
Fonte: Autor.

Figura 59 – Volume parcial molar do metanol, em função da fração molar de metanol, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  metanol} a diferentes temperatura e pressão. ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E); ( $p$ , em MPa): 0,1 (○), 5 (▽), 10 (□), 15 (◊), 20 (△), 25 (\*), 30 (+), 35 (▷), 40 (×).



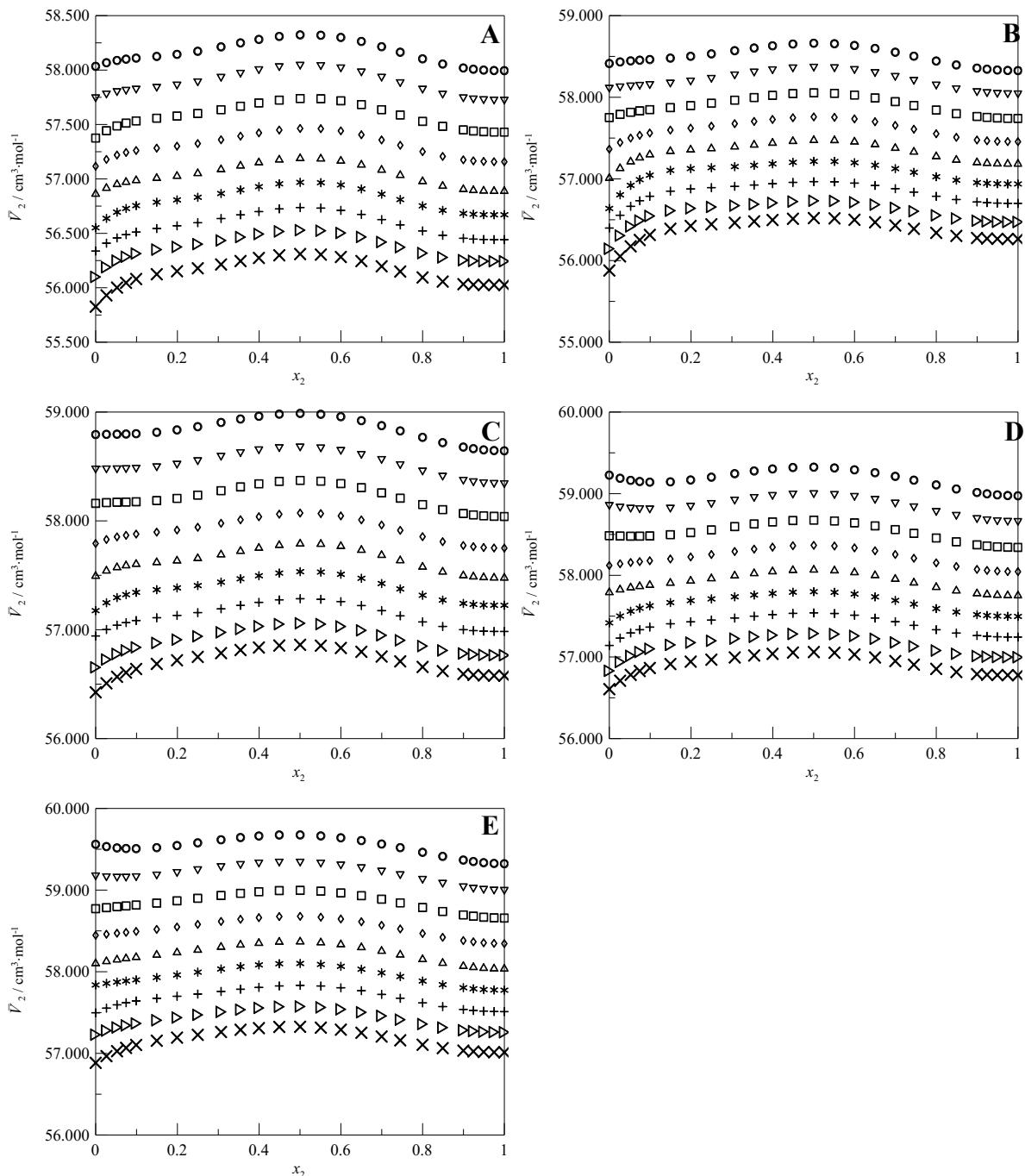
Fonte: Autor.

Figura 60 – Volume parcial molar do dimetil carbonato, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  etanol} a diferentes temperatura e pressão. ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E); ( $p$ , em MPa): 0,1 ( $\circ$ ), 5 ( $\nabla$ ), 10 ( $\square$ ), 15 ( $\diamond$ ), 20 ( $\triangle$ ), 25 (\*), 30 (+), 35 ( $\triangleright$ ), 40 ( $\times$ ).



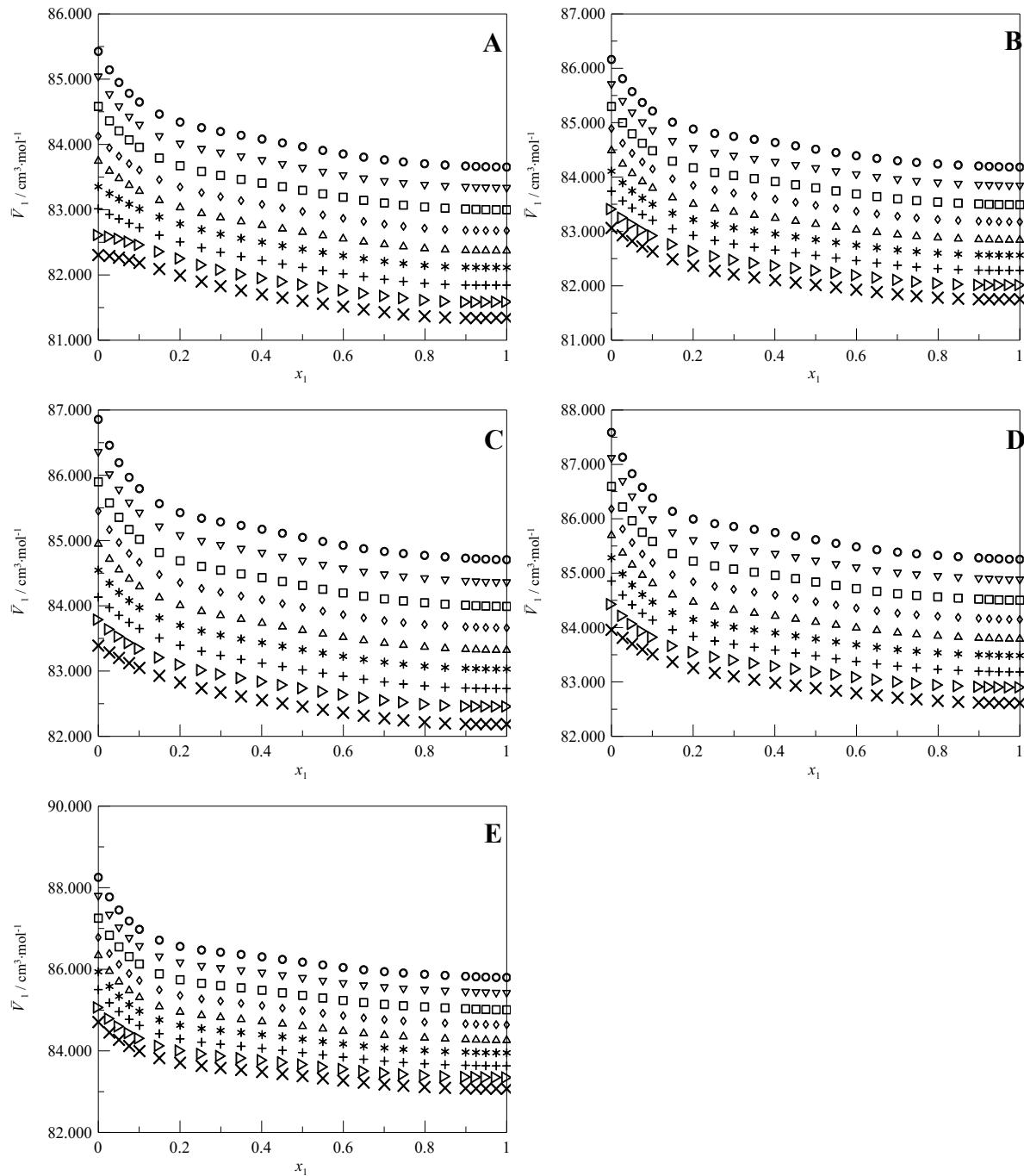
Fonte: Autor.

Figura 61 – Volume parcial molar do etanol, em função da fração molar de etanol, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  etanol} a diferentes temperatura e pressão. ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E); ( $p$ , em MPa): 0,1 (○), 5 (▽), 10 (□), 15 (◊), 20 (△), 25 (\*), 30 (+), 35 (▷), 40 (×).



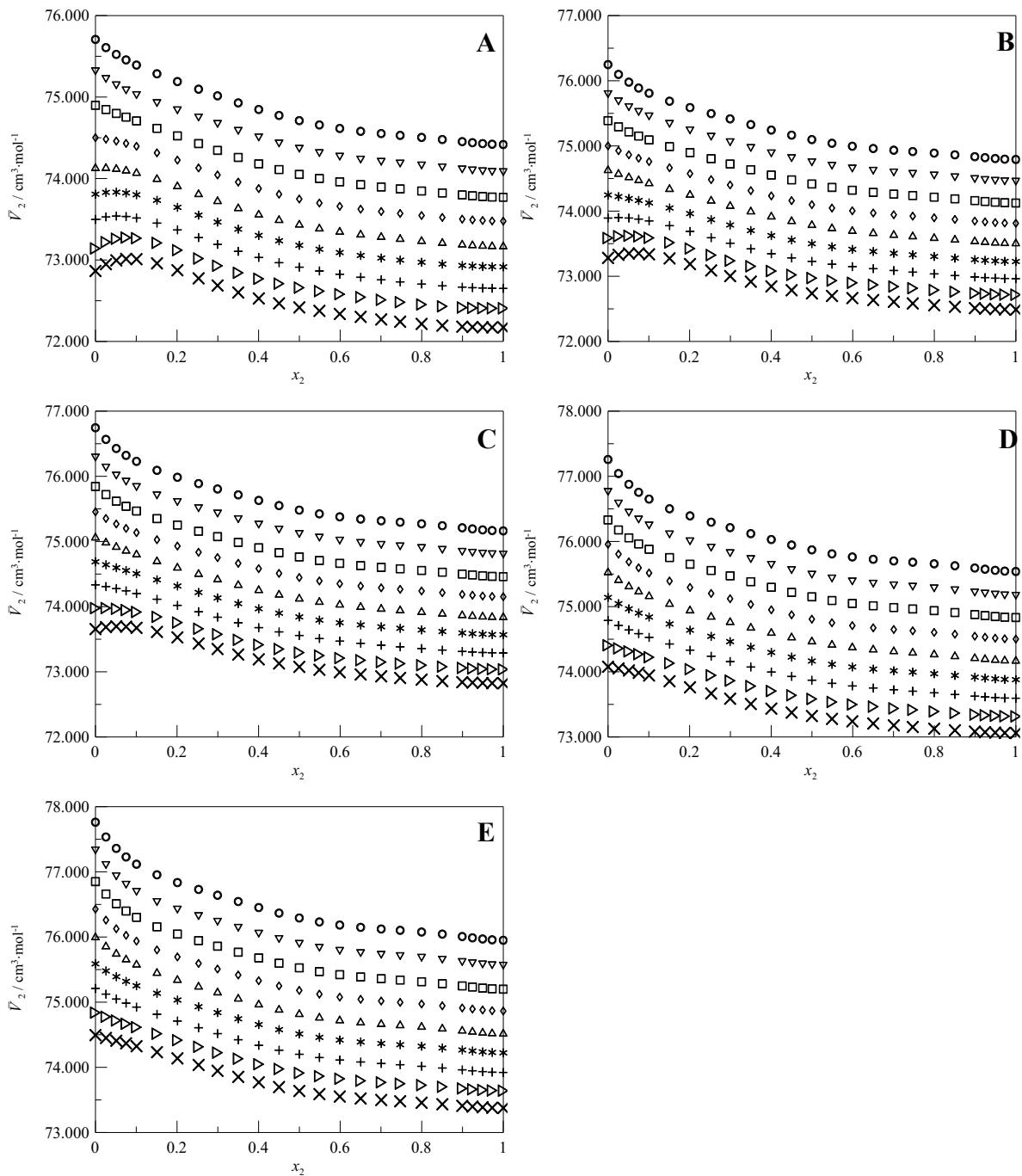
Fonte: Autor.

Figura 62 – Volume parcial molar do dimetil carbonato, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  1-propanol} a diferentes temperaturas e pressão. ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E); ( $p$ , em MPa): 0,1 ( $\circ$ ), 5 ( $\nabla$ ), 10 ( $\square$ ), 15 ( $\diamond$ ), 20 ( $\triangle$ ), 25 (\*), 30 (+), 35 ( $\triangleright$ ), 40 ( $\times$ ).



Fonte: Autor.

Figura 63 – Volume parcial molar do 1-propanol, em função da fração molar de 1-propanol, para o sistema  $\{x_1 \text{ dimetil carbonato} + (1 - x_1) \text{ 1-propanol}\}$  a diferentes temperatura e pressão. ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E); ( $p$ , em MPa): 0,1 ( $\circ$ ), 5 ( $\nabla$ ), 10 ( $\square$ ), 15 ( $\diamond$ ), 20 ( $\triangle$ ), 25 (\*), 30 (+), 35 ( $\triangleright$ ), 40 ( $\times$ ).



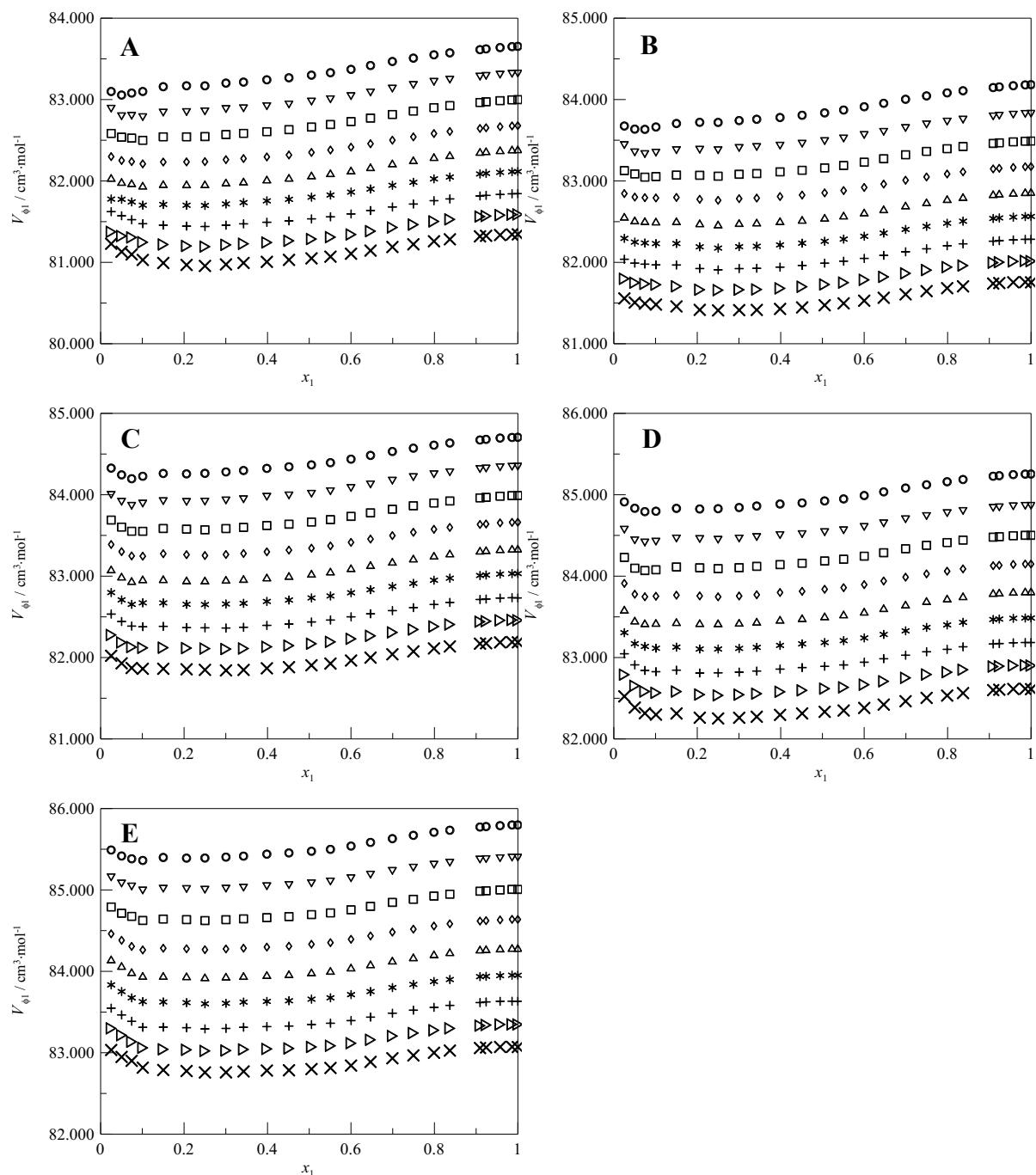
Fonte: Autor.

### 6.2.7 Volumes molares aparentes

Os valores calculados do volume molar excesso foram ainda utilizados para o cálculo dos volumes molares aparentes dos componentes em solução, e são mostrados nas Figuras 64-69 e Tabelas A1-A3 do Apêndice A. Os cálculos foram realizados conforme as equações (42) e (43) apresentadas anteriormente.

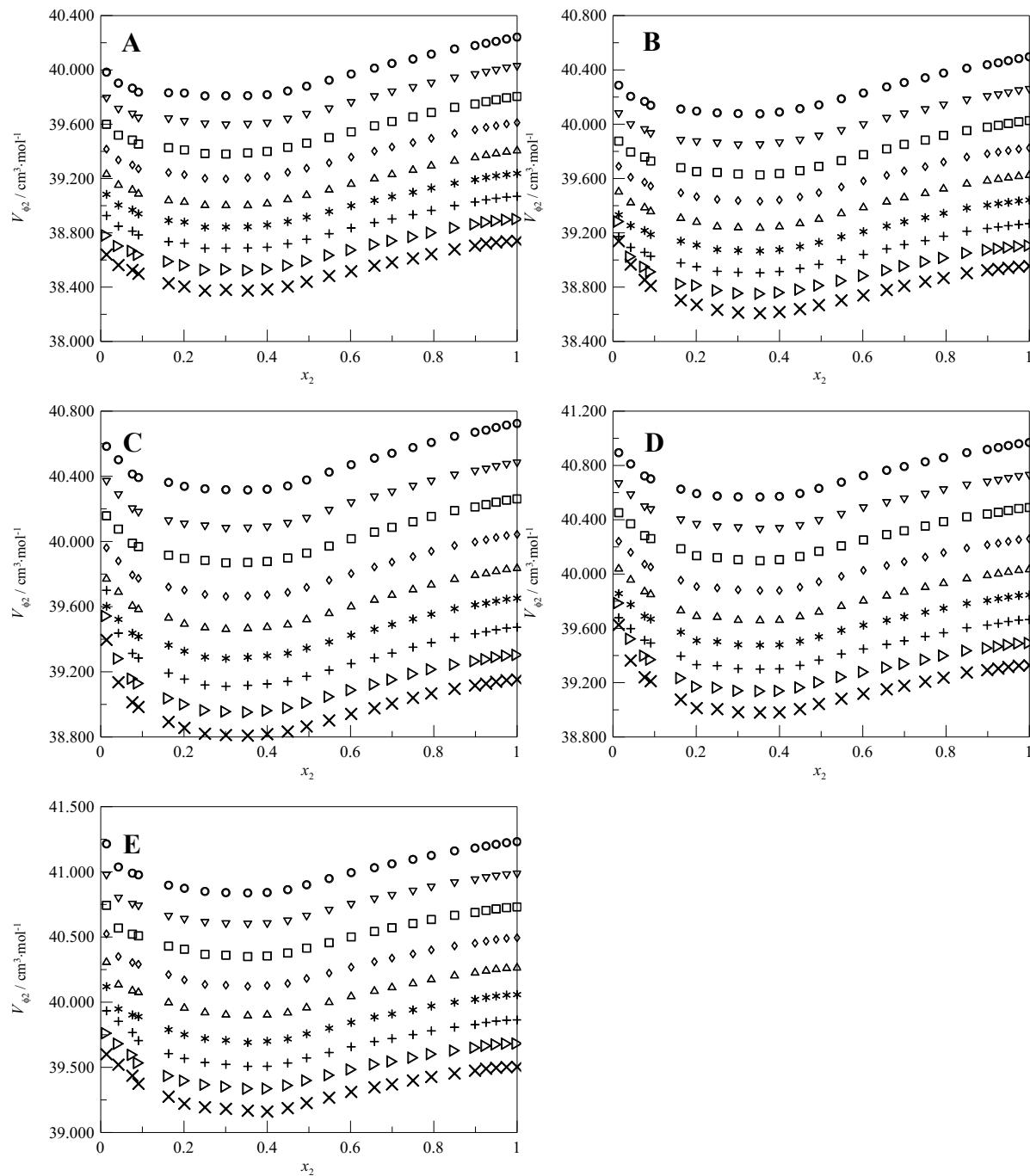
De forma semelhante aos resultados obtidos para os volumes parciais molares, os volumes molares aparentes do DMC e dos álcoois aumentaram com o aumento na temperatura, mas diminuíram com o aumento da pressão. Esse fato pode estar relacionado com o aumento de volume livre entre as moléculas, ocasionado pelo aumento de temperatura, assim como a redução do volume livre, devido à compressão das mesmas.

Figura 64 – Volume molar aparente do dimetil carbonato, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  metanol} em diferentes temperaturas ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E); e em diferentes pressões ( $p$ , em MPa): 0,1 ( $\circ$ ), 5 ( $\nabla$ ), 10 ( $\square$ ), 15 ( $\diamond$ ), 20 ( $\triangle$ ), 25 ( $*$ ), 30 (+), 35 ( $\triangleright$ ), 40 ( $\times$ ).



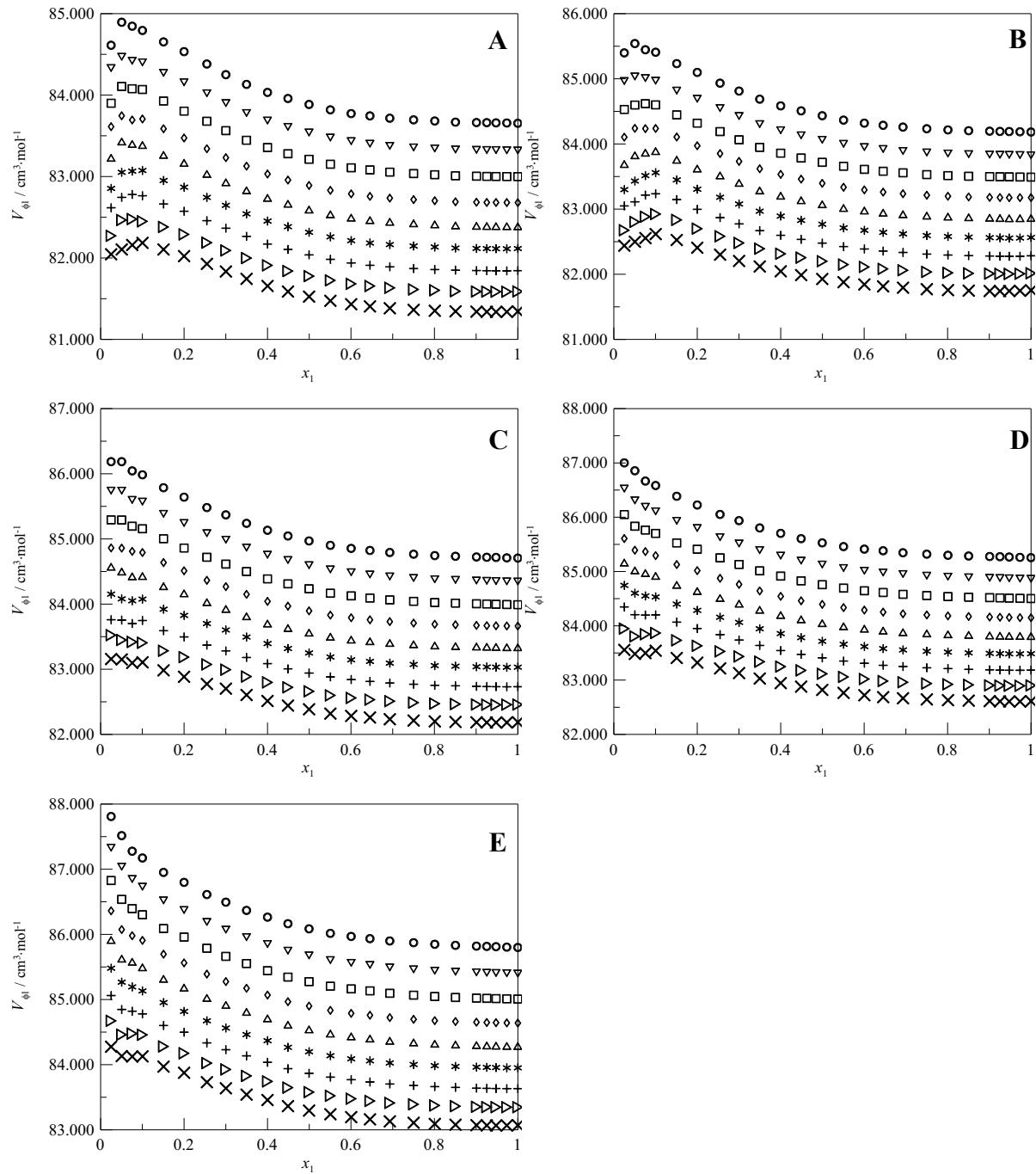
Fonte: Autor.

Figura 65 – Volume molar aparente do metanol, em função da fração molar de metanol, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  metanol} a diferentes temperatura e pressão. ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E); ( $p$ , em MPa): 0,1 (○), 5 (▽), 10 (□), 15 (◊), 20 (△), 25 (\*), 30 (+), 35 (▷), 40 (×).



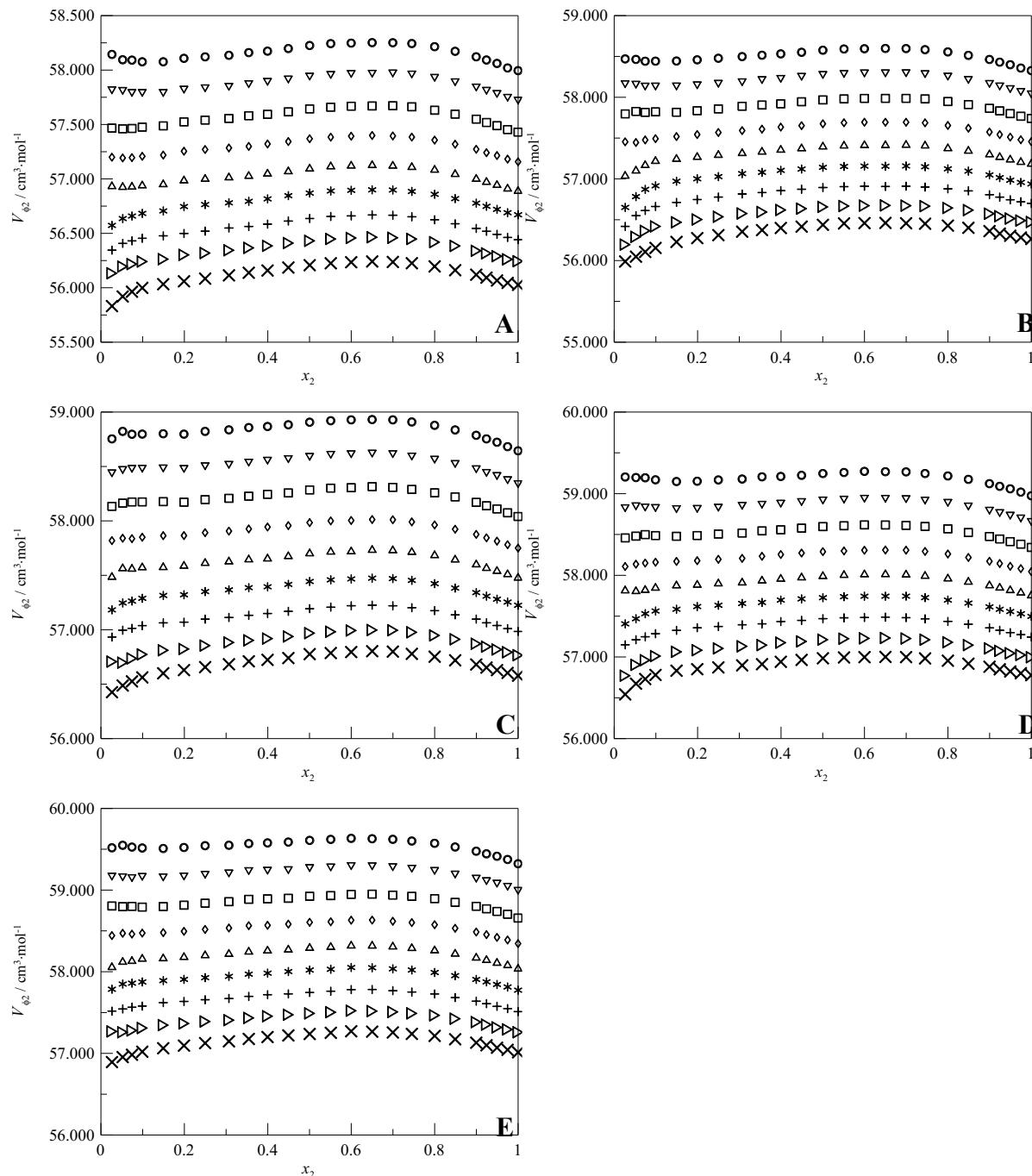
Fonte: Autor.

Figura 66 – Volume molar aparente do dimetil carbonato, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  etanol} a diferentes temperatura e pressão. ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E); ( $p$ , em MPa): 0,1 (○), 5 (▽), 10 (□), 15 (◊), 20 (△), 25 (\*), 30 (+), 35 (▷), 40 (×).



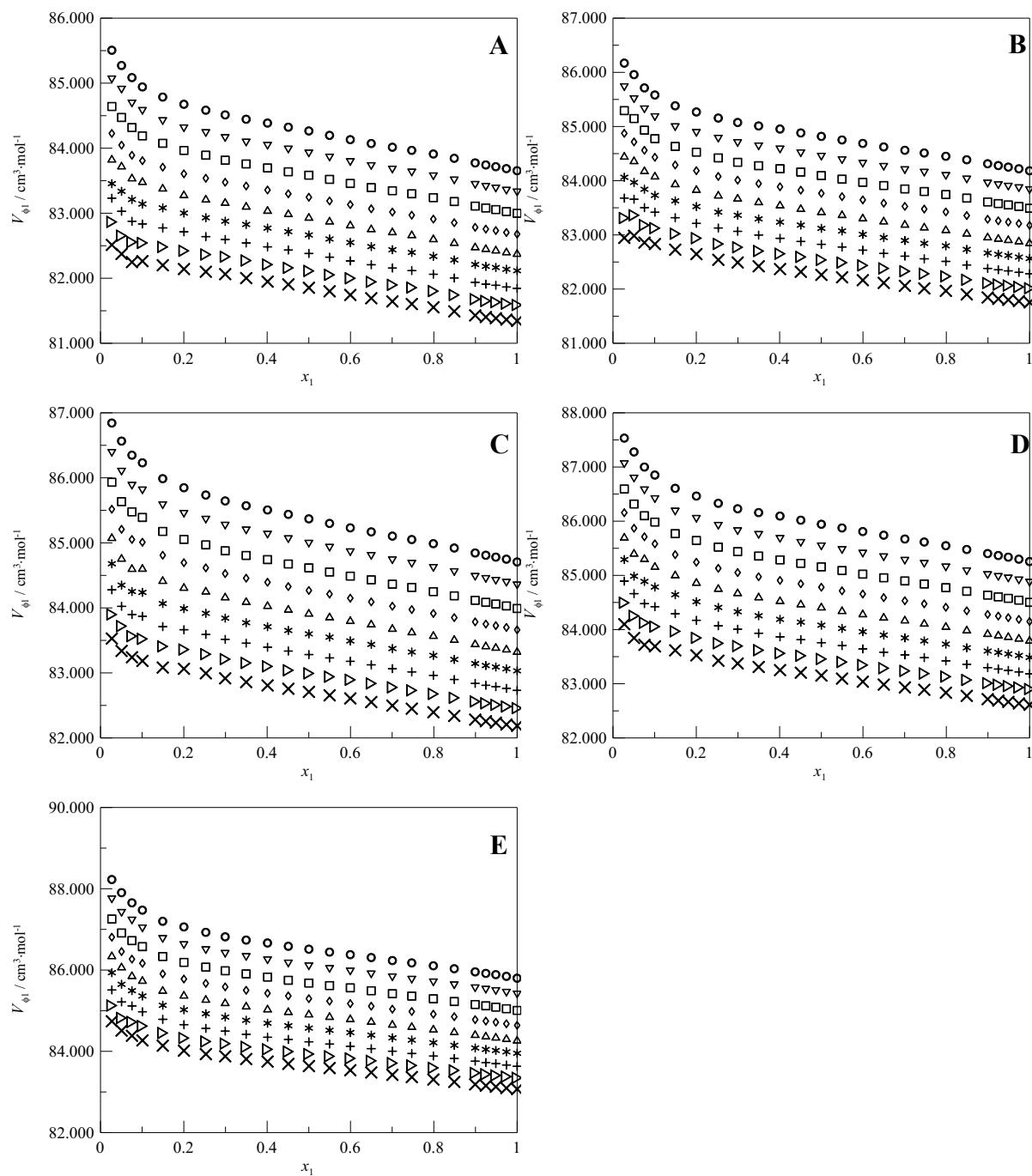
Fonte: Autor.

Figura 67 – Volume molar aparente do etanol, em função da fração molar de etanol, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  etanol} a diferentes temperatura e pressão. ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E); ( $p$ , em MPa): 0,1 ( $\circ$ ), 5 ( $\nabla$ ), 10 ( $\square$ ), 15 ( $\diamond$ ), 20 ( $\triangle$ ), 25 (\*), 30 (+), 35 ( $\triangleright$ ), 40 ( $\times$ ).



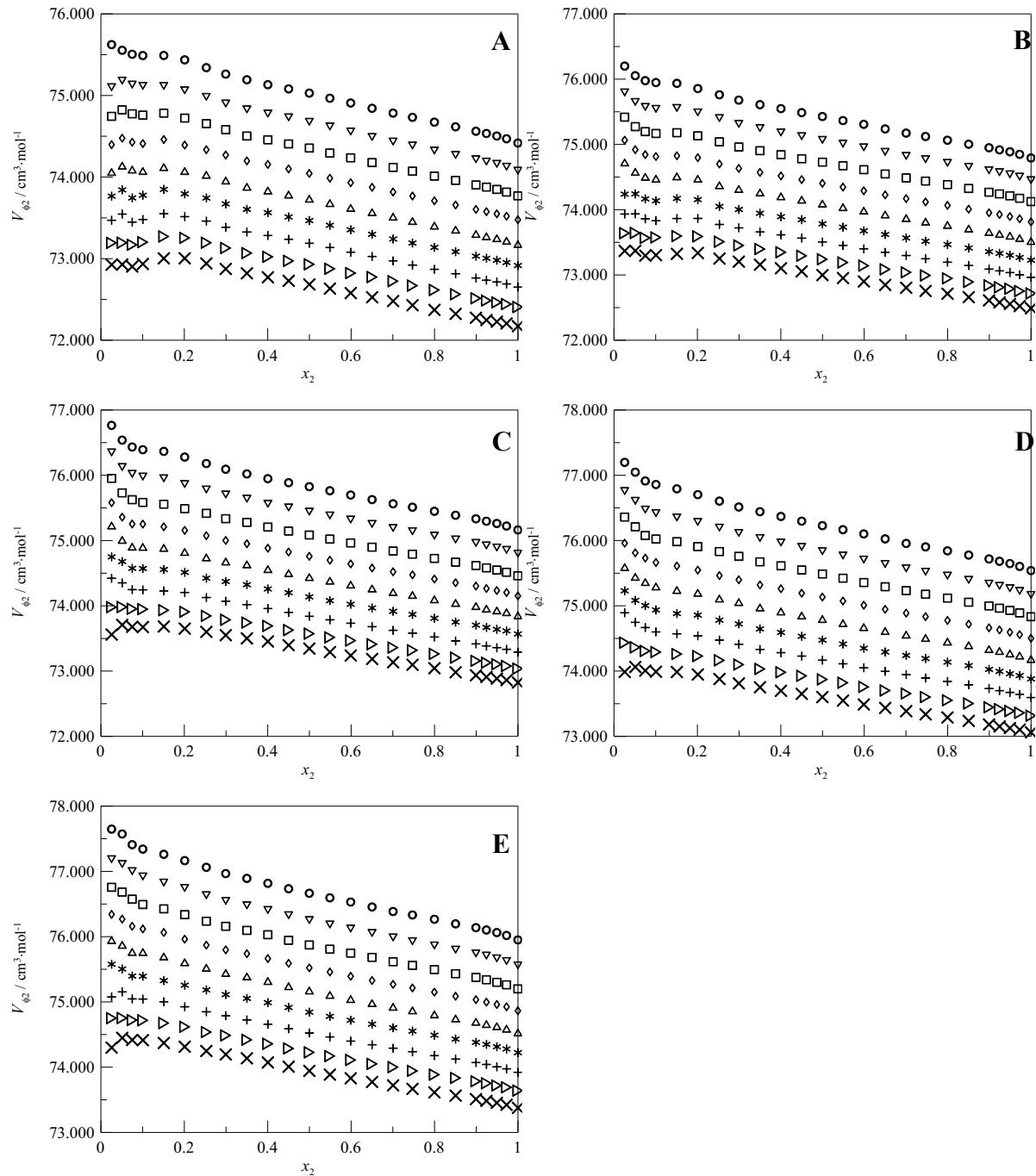
Fonte: Autor.

Figura 68 – Volume molar aparente do dimetil carbonato, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  1-propanol} a diferentes temperatura e pressão. ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E); ( $p$ , em MPa): 0,1 (○), 5 (▽), 10 (□), 15 (◊), 20 (△), 25 (\*), 30 (+), 35 (▷), 40 (×).



Fonte: Autor.

Figura 69 – Volume molar aparente do 1-propanol, em função da fração molar de 1-propanol, para o sistema  $\{x_1 \text{ dimetil carbonato} + (1 - x_1) \text{ 1-propanol}\}$  a diferentes temperatura e pressão. ( $T$ , em K): 288,15 (A), 293,15 (B), 298,15 (C), 303,15 (D), 308,15 (E); ( $p$ , em MPa): 0,1 ( $\circ$ ), 5 ( $\nabla$ ), 10 ( $\square$ ), 15 ( $\diamond$ ), 20 ( $\triangle$ ), 25 (\*), 30 (+), 35 ( $\triangleright$ ), 40 ( $\times$ ).



Fonte: Autor.

### 6.2.8 Volumes parciais molares à diluição infinita

Conforme descrito anteriormente, os volumes parciais molares à diluição infinita podem ser determinados pelo formalismo termodinâmico fazendo uso dos volumes parciais molares (equações (68) e (69)), dos volumes molares aparentes (equações (42) e (43)) e dos volumes reduzidos (equação (44)). Os cálculos desses volumes se encontram nas Tabelas 13-14.

Para o sistema {DMC + metanol}, os volumes parciais molares à diluição infinita para o DMC foram predominantemente menores que os volumes molares do DMC puro nas mesmas condições de temperatura e pressão. Isso significa que o volume parcial molar excesso à diluição infinita para o DMC foi negativo. Já para o metanol à diluição infinita, foram observados volumes parciais molares excesso negativos, mas o aumento da pressão e/ou temperatura levaram a valores positivos.

Valores negativos para esta propriedade levam a suposições semelhantes às obtidas por  $V_m^E$ , indicando a predominância de efeitos químicos e estruturais. Já valores positivos estão relacionados a efeitos físicos. Para o primeiro sistema, portanto, os resultados sugerem a predominância de efeitos químicos e estruturais, porém, o aumento da pressão e da temperatura aparenta intensificar os efeitos físicos no metanol, o que pode estar relacionado com a quebra das autoassociações do mesmo pelo DMC.

Nos outros dois sistemas, contendo misturas de DMC + (etanol ou 1-propanol), os volumes parciais molares à diluição infinita foram maiores que os volumes molares dos componentes puros. Sendo assim, tais observações sugerem a predominância de efeitos físicos, tais como a quebra das autoassociações dos álcoois e forças de dispersão entre os componentes.

Tabela 13 – Volumes parciais molares à diluição infinita do dimetil carbonato nos álcoois a diferentes temperatura e pressão.

$p$ / MPa	$T = 288,15\text{ K}$				$T = 293,15\text{ K}$				$T = 298,15\text{ K}$				$T = 303,15\text{ K}$				$T = 308,15\text{ K}$			
	Eq. (68)	Eq. (42)	Eq. (44)	Eq. (68)	Eq. (42)	Eq. (44)	Eq. (68)	Eq. (42)	Eq. (44)	Eq. (68)	Eq. (42)	Eq. (44)	Eq. (68)	Eq. (42)	Eq. (44)	Eq. (68)	Eq. (42)	Eq. (44)	Eq. (68)	Eq. (42)
$x_1$ dimetil carbonato + (1 - $x_1$ ) metanol																				
0,1	82,945	83,084	83,116	83,539	83,672	83,697	84,132	84,377	84,414	84,744	84,969	84,995	85,321	85,555	85,597					
5	82,686	82,929	82,864	83,274	83,476	83,415	83,826	84,049	83,984	84,360	84,628	84,556	84,993	85,240	85,175					
10	82,465	82,624	82,586	83,009	83,166	83,124	83,527	83,753	83,685	84,046	84,286	84,223	84,632	84,879	84,817					
15	82,191	82,347	82,343	82,775	82,863	82,840	83,239	83,453	83,389	83,753	83,974	83,920	84,277	84,571	84,500					
20	81,943	82,087	82,059	82,491	82,581	82,562	82,957	83,141	83,086	83,439	83,655	83,604	83,968	84,266	84,200					
25	81,730	81,829	81,819	82,259	82,313	82,302	82,683	82,857	82,809	83,152	83,390	83,343	83,661	83,956	83,895					
30	81,541	81,714	81,691	82,014	82,056	82,045	82,444	82,605	82,523	82,880	83,151	83,101	83,378	83,687	83,635					
35	81,324	81,449	81,441	81,786	81,824	81,779	82,161	82,353	82,265	82,675	82,887	82,809	83,142	83,444	83,398					
40	81,168	81,334	81,318	81,559	81,582	81,556	81,907	82,098	82,010	82,428	82,620	82,547	82,915	83,159	83,128					
$x_1$ dimetil carbonato + (1 - $x_1$ ) etanol																				
0,1	84,980	84,516	84,503	85,675	85,379	85,367	86,313	86,278	86,267	87,020	87,185	87,195	87,689	88,101	88,126					
5	84,539	84,276	84,318	85,183	84,925	84,964	85,845	85,818	85,838	86,479	86,684	86,636	87,229	87,592	87,515					
10	84,173	83,805	83,877	84,771	84,445	84,500	85,380	85,340	85,361	86,009	86,162	86,125	86,722	87,043	86,964					
15	83,784	83,546	83,587	84,359	84,001	84,064	84,960	84,864	84,882	85,554	85,700	85,667	86,280	86,531	86,475					
20	83,459	83,145	83,212	83,941	83,550	83,640	84,562	84,613	84,605	85,136	85,248	85,225	85,812	86,056	86,014					
25	83,065	82,732	82,816	83,589	83,098	83,209	84,125	84,156	84,155	84,692	84,801	84,785	85,423	85,608	85,582					
30	82,774	82,516	82,581	83,308	82,865	82,956	83,791	83,746	83,766	84,303	84,362	84,353	84,988	85,142	85,109					
35	82,448	82,171	82,239	82,956	82,481	82,577	83,481	83,551	83,537	83,895	83,925	83,939	84,636	84,711	84,687					
40	82,112	81,935	81,981	82,611	82,286	82,338	83,163	83,168	83,183	83,547	83,517	83,547	84,247	84,295	84,288					
$x_1$ dimetil carbonato + (1 - $x_1$ ) 1-propanol																				
0,1	85,424	85,822	85,870	86,161	86,515	86,573	86,855	87,181	87,257	87,587	87,920	87,977	88,253	88,643	88,688					
5	85,025	85,352	85,337	85,688	86,038	85,966	86,343	86,702	86,596	87,097	87,403	87,320	87,774	88,120	88,058					
10	84,582	84,892	84,866	85,295	85,596	85,528	85,899	86,213	86,105	86,593	86,921	86,823	87,251	87,609	87,529					
15	84,125	84,457	84,413	84,893	85,115	85,053	85,451	85,773	85,656	86,181	86,445	86,369	86,782	87,144	87,063					
20	83,765	84,051	84,018	84,511	84,682	84,633	84,965	85,325	85,192	85,718	85,958	85,873	86,369	86,703	86,632					
25	83,353	83,626	83,586	84,108	84,238	84,214	84,546	84,881	84,773	85,283	85,508	85,411	85,938	86,239	86,063					
30	83,014	83,446	83,362	83,740	83,836	83,815	84,133	84,493	84,383	84,855	85,131	85,026	85,502	85,773	85,733					
35	82,612	83,032	82,942	83,410	83,441	83,434	83,788	84,105	84,030	84,428	84,692	84,612	85,064	85,370	85,318					
40	82,306	82,659	82,584	83,064	83,015	83,015	83,390	83,704	83,653	83,959	84,276	84,211	84,706	84,977	84,958					

Fonte: Autor.

Tabela 14 – Volumes parciais molares à diluição infinita dos álcoois no dimetil carbonato a diferentes temperatura e pressão.

p / MPa	T = 288,15 K				T = 293,15 K				T = 298,15 K				T = 303,15 K				T = 308,15 K			
	Eq. (69)	Eq. (43)	Eq. (44)	Eq. (69)	Eq. (43)	Eq. (44)	Eq. (69)	Eq. (43)	Eq. (44)	Eq. (69)	Eq. (43)	Eq. (44)	Eq. (69)	Eq. (43)	Eq. (44)	Eq. (69)	Eq. (43)	Eq. (44)	Eq. (69)	Eq. (43)
$x_1$ dimetil carbonato + (1 - $x_1$ ) metanol																				
0,1	39,890	40,007	40,021	40,214	40,312	40,327	40,514	40,626	40,648	40,885	40,938	40,956	41,142	41,247	41,265					
5	39,738	39,807	39,826	40,020	40,102	40,122	40,317	40,410	40,430	40,645	40,705	40,729	40,903	41,003	41,020					
10	39,587	39,619	39,630	39,842	39,901	39,913	40,099	40,202	40,224	40,466	40,491	40,512	40,689	40,771	40,788					
15	39,412	39,436	39,445	39,680	39,711	39,717	39,912	40,004	40,024	40,273	40,284	40,302	40,479	40,551	40,572					
20	39,255	39,262	39,269	39,522	39,529	39,533	39,748	39,819	39,836	40,093	40,092	40,110	40,291	40,340	40,358					
25	39,117	39,102	39,103	39,351	39,350	39,352	39,602	39,639	39,654	39,929	39,894	39,910	40,115	40,146	40,162					
30	38,965	38,946	38,951	39,184	39,190	39,192	39,536	39,781	39,804	39,769	39,715	39,731	40,003	39,984	39,999					
35	38,845	38,796	38,796	39,126	39,343	39,352	39,373	39,622	39,647	39,706	39,867	39,890	39,838	39,810	39,824					
40	38,721	38,660	38,663	39,083	39,207	39,213	39,227	39,475	39,500	39,550	39,706	39,727	39,694	39,648	39,656					
$x_1$ dimetil carbonato + (1 - $x_1$ ) etanol																				
0,1	58,034	58,185	58,123	58,413	58,497	58,458	58,793	58,749	58,736	59,226	59,233	59,256	59,560	59,534	59,590					
5	57,740	57,839	57,863	58,103	58,188	58,216	58,472	58,417	58,435	58,848	58,836	58,812	59,168	59,175	59,117					
10	57,375	57,468	57,506	57,751	57,807	57,856	58,161	58,113	58,133	58,485	58,449	58,439	58,771	58,824	58,766					
15	57,116	57,198	57,217	57,365	57,432	57,476	57,792	57,808	57,822	58,120	58,081	58,070	58,446	58,440	58,404					
20	56,872	56,939	56,971	57,024	56,949	57,030	57,503	57,467	57,475	57,805	57,797	57,776	58,115	58,023	58,007					
25	56,551	56,516	56,576	56,638	56,511	56,624	57,176	57,130	57,137	57,417	57,318	57,324	57,837	57,743	57,735					
30	56,337	56,292	56,345	56,398	56,300	56,399	56,943	56,879	56,900	57,141	57,071	57,074	57,497	57,479	57,456					
35	56,099	56,084	56,135	56,144	56,081	56,176	56,654	56,660	56,642	56,830	56,637	56,674	57,228	57,236	57,215					
40	55,827	55,746	55,796	55,879	55,902	55,949	56,425	56,353	56,366	56,605	56,408	56,455	56,884	56,828	56,830					
$x_1$ dimetil carbonato + (1 - $x_1$ ) 1-propanol																				
0,1	75,707	75,631	75,661	76,247	76,264	76,296	76,744	76,888	76,927	77,257	77,334	77,372	77,761	77,789	77,834					
5	75,316	75,056	75,040	75,793	75,859	75,758	76,287	76,486	76,363	76,760	76,907	76,813	77,327	77,300	77,245					
10	74,898	74,703	74,679	75,387	75,489	75,393	75,844	76,100	75,976	76,330	76,507	76,403	76,849	76,873	76,808					
15	74,501	74,360	74,325	75,000	75,143	75,052	75,454	75,708	75,585	75,957	76,079	75,999	76,428	76,430	76,365					
20	74,140	74,032	73,995	74,643	74,798	74,712	75,075	75,356	75,221	75,541	75,719	75,634	76,011	76,021	75,959					
25	73,808	73,735	73,686	74,248	74,264	74,225	74,688	74,824	74,736	75,141	75,367	75,277	75,588	75,663	75,596					
30	73,497	73,442	73,366	73,893	73,967	73,924	74,334	74,503	74,404	74,789	75,023	74,921	75,211	75,097	75,079					
35	73,141	73,143	73,053	73,587	73,656	73,624	73,976	73,982	73,930	74,406	74,486	74,417	74,839	74,746	74,711					
40	72,865	72,879	72,797	73,282	73,393	73,367	73,655	73,506	73,494	74,077	73,973	73,940	74,494	74,247	74,262					

Fonte: Autor.



## 7 CONCLUSÕES

No presente estudo, foram determinados dados de densidade para os sistemas binários {dimetil carbonato (DMC) + metanol, ou + etanol, ou + 1-propanol}, a diferentes temperaturas  $T = (288,15 \text{ e } 308,15) \text{ K}$  e pressões  $p = (0,1 \text{ e } 40) \text{ MPa}$ . Esses resultados foram ajustados pela equação de Tait, a qual apresentou boa concordância com os resultados experimentais. Esses resultados foram usados para calcular a compressibilidade isotérmica, o coeficiente de expansão térmica e a pressão interna.

Os dados de densidade também possibilitaram o cálculo dos volumes molares excesso, os quais foram correlacionados por um polinômio do tipo Redlich-Kister. Os resultados do volume molar excesso foram predominantemente negativos para o sistema {DMC + metanol}, com exceção da região concentrada de DMC a altas pressões, onde foram observados valores positivos para o  $V_m^E$ . Tal comportamento sugere a predominância de efeitos estruturais e químicos neste sistema, com exceção da região concentrada em DMC, na qual o efeito da quebra das autoassociações das moléculas de metanol pelo DMC deve prevalecer.

Para o sistema contendo {DMC + etanol}, os resultados de  $V_m^E$  foram predominantemente positivos. Neste caso, os resultados sugerem que efeitos físicos, como forças de dispersão e a quebra das autoassociações das moléculas de etanol pelo DMC, provavelmente devem ser predominantes nesse sistema. Já o sistema {DMC + 1-propanol} apresentou apenas valores positivos para  $V_m^E$ , também indicando a possível predominância de efeitos físicos.

Os dados de  $V_m^E$  foram utilizados para testar a aplicabilidade da Teoria PFP, a qual não forneceu boa concordância com os resultados experimentais para os sistemas contendo metanol e etanol. Isso era esperado, uma vez que o modelo não leva em consideração, nas sua hipóteses, a presença de interações específicas, como autoassociações e associações cruzadas, por meio de ligações de hidrogênio. Já para o sistema contendo 1-propanol, a Teoria apresentou boa concordância com os resultados experimentais de  $V_m^E$  utilizando um único parâmetro ajustável.

Os dados de  $V_m^E$  também foram utilizados para testar a aplicabilidade do Modelo ERAS, o qual forneceu ajustes melhores do que aqueles obtidos pela Teoria PFP. Provavelmente, isto ocorreu devido aos termos de autoassociações e associações cruzadas entre as espécies químicas presentes nos sistemas, que são fatores contemplados no Modelo ERAS.

A partir dos valores de  $V_m^E$ , também foram determinados os volumes parciais molares, os volumes molares aparentes e os volumes parciais molares à diluição infinita, que forneceram resultados que corroboram com as conclusões sugeridas pelo comportamento de  $V_m^E$ .

Os três sistemas estudados também foram submetidos a análises espectroscópicas na região do infravermelho, cujos resultados sugerem fracas interações entre o DMC e os álcoois. Além disso, observou-se nessas análises o efeito da quebra das autoassociações dos álcoois.

A espectroscopia de RMN possibilitou a verificação das estruturas dos componentes, bem como a identificação de possíveis impurezas nas amostras. Além disso, os espectros  $^1\text{H}$ -RMN e  $^{13}\text{C}$ -RMN para os sistemas binários, mostraram que o estudo espectroscópico está em consonância com o estudo termodinâmico.

## REFERÊNCIAS

- ABDULAGATOV, I.M.; AZIZOV, N.D. Experimental study of the density and derived volumetric (excess, apparent, and partial molar volumes) properties of aqueous 1-propanol mixtures of temperatures from 298 K to 582 K and pressures up to 40 MPa. **The Journal of Chemical Thermodynamics**, v. 71, p. 155-170, 2014.
- \_\_\_\_\_ et al. High-pressure densities and derived volumetric properties (excess and partial molar volumes, vapor-pressures) of binary methanol + ethanol mixtures. **Thermochimica Acta**, v. 476, p. 51-62, 2008a.
- \_\_\_\_\_ et al. High-Pressure Densities and Derived Volumetric Properties (Excess, Apparent and Partial Molar Volumes) of Binary Mixtures of Methanol + [BMIM][PF<sub>6</sub>]. **Journal of Solution Chemistry**, v. 37, p. 801-833, 2008b.
- ABDUSSALAM, A.A. et al. Densities and derived thermodynamic properties for the (*n*-heptane + *n*-octane), (*n*-heptane + ethanol) and (*n*-octane + ethanol) systems at high pressures. **The Journal of Chemical Thermodynamics**, v. 100, p. 89-99, 2016.
- ACREE, W.E. **Thermodynamics properties of nonelectrolyte solutions**. Orlando: Academic Press, 1984.
- AGUIRRE-ODE, F. Thermodynamics of associated solutions with volume effects. **Fluid Phase Equilibria**, v. 13, p. 321-329, 1983.
- ALAoui, F. et al. Liquid density of 1-butanol at pressures up to 140 MPa and from 293.15 K to 403.15 K. **Fluid Phase Equilibria**, v. 301, p. 131-136, 2011.
- \_\_\_\_\_ et al. Liquid density of oxygenated additives to bio-fuels: 1-Hexanol at pressures up to 140 MPa and from 293.15 K to 403.15 K. **Fluid Phase Equilibria**, v. 320, p. 43-48, 2012.

AMINABHAVI, T.M.; BANERJEE, K. Density, Viscosity, Refractive Index, and Speed of Sound in Binary Mixtures of Dimethyl Carbonate with Methanol, Chloroform, Carbon Tetrachloride, Cyclohexane, and Dichloromethane in the Temperature Interval (298.15-308.15) K. **Journal of Chemical & Engineering Data**, v. 43, p. 1096-1101, 1998.

ASPRION, N.; HASSE, H.; MAURER, G. FT-IR spectroscopic investigations of hydrogen bonding in alcohol-hydrocarbon solutions. **Fluid Phase Equilibria**, v. 186, p. 1-25, 2001.

BALAJI, R. et al. FT-IR Spectroscopic study of excess thermodynamic properties of liquid mixtures containing N-methylformamide with 2-alkoxyethanols at various temperatures. **Journal of Molecular Liquids**, v. 216, p. 330-341, 2016.

BENDER, M.; HAUSER, J.; HEINTZ, A. Thermodynamics of the Ternary Mixture Propan-1-ol + Triethylamine + n-Heptane. Experimental Results and ERAS-Model Calculations of  $H^E$  and  $V^E$ . **Berichte der Bunsengesellschaft für Physikalische Chemie**, v. 95, p. 801-811, 1991.

\_\_\_\_\_ ; HEINTZ, A. Thermodynamics of l-alkanol + n-alkane mixtures based on predictions of the ERAS model. **Fluid Phase Equilibria**, v. 89, p. 197-215, 1993.

BITTENCOURT, S.S. **Estudo experimental e modelagem de propriedades volumétricas de soluções líquidas binárias contendo acetonitrila e aminas a diferentes temperaturas e à pressão atmosférica**. 2011. 120f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Fundação Educacional Inaciana Padre Sabóia de Medeiros, São Bernardo do Campo, 2011.

\_\_\_\_\_ ; TORRES, R.B. Volumetric properties of binary mixtures of (acetonitrile + amines) at several temperatures with application of the ERAS model. **The Journal of Chemical Thermodynamics**, v. 93, p. 222-241, 2016.

\_\_\_\_\_ et al. Thermodynamic and spectroscopic properties of binary mixtures of *n*-butylammonium butanoate ionic liquid with alcohols at  $T = (293.15-313.15)$  K. **The Journal of Chemical Thermodynamics**, v. 105, p. 238-252, 2017.

BONDI, A. van der Waals Volumes and Radii. **The Journal of Physical Chemistry**, v. 68, p. 441-451, 1964.

BONED, C.; BAYLAUCQ A.; BAZILE, J.P. Liquid density of 1-pentanol at pressures up to 140 MPa and from 293.15 to 403.15 K. **Fluid Phase Equilibria**, v. 270, p. 69-74, 2008.

BOX, G.E.P.; HUNTER, J.S.; HUNTER, W.G. **Statistics for Experimenters – Design, Inovation, and Discovery**. 2 ed. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc., 2005.

BRANDANI, V.; PRAUSNITZ, J.M. A free-volume, non-random-mixing theory for liquid mixtures. **Fluid Phase Equilibria**, v. 7, p. 233-257, 1981.

CANO-GÓMEZ, J.J.; IGLESIAS-SILVA, G.A.; RAMOS-ESTRADA, M. Correlations for the prediction of the density and viscosity of 1-alcohols at high pressures. **Fluid Phase Equilibria**, v. 404, p. 109-117, 2015.

CHEN, F. et al. Density, viscosity, speed of sound, excess property and bulk modulus of binary mixtures of  $\gamma$ -butyrolactone with acetonitrile, dimethyl carbonate, and tetrahydrofuran at temperatures (293.15 to 333.15) K. **Journal of Molecular Liquids**, v. 209, p. 683-692, 2015.

COMUÑAS, M.J.P. et al.  $p\rho T$  Measurements of Polyethylene Glycol Dimethylethers Between 278.15 and 328.15 K at Pressures to 12 MPa. **International Journal of Thermophysics**, v. 21, p. 831-851, 2000.

\_\_\_\_\_ et al. High-Pressure Measurements of the Viscosity and Density of Two Polyethers and Two Dialkyl Carbonates. **International Journal of Thermophysics**, v. 22, p. 749-768, 2001.

COSTAS, M.; ALONSO, M.C. Experimental and Theoretical Study of the Apparent Molar Volumes of 1-Alcohols in Linear Hydrocarbons. **Berichte der Bunsengesellschaft für Physikalische Chemie**, v. 91, p. 184-190, 1987.

DÁVILA, M.J. et al.  $P\rho T$  measurements and derived properties of liquid 1-alkanols. **The Journal of Chemical Thermodynamics**, v. 47, p. 241-259, 2012.

DELLEDONNE, D.; RIVETTI, F.; ROMANO, U. Developments in the production and application of dimethylcarbonate. **Applied Catalysis A: General**, v. 221, p. 241-251, 2001.

DYMOND, J.H.; MALHOTRA, R. The Tait Equation: 100 Years On. **International Journal of Thermophysics**, v. 9, p. 941-951, 1988.

FLORY, P.J.; ORWOLL, R.A.; VRIJ, A. Statistical Thermodynamics of Chain Molecule Liquids. I. Normal Paraffin Hydrocarbons. **Journal of the American Chemical Society**, v. 86, p. 3507-3514, 1964a.

\_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_. Statistical Thermodynamics of Chain Molecule Liquids. 11. Liquid Mixtures of Normal Paraffin Hydrocarbons. **Journal of the American Chemical Society**, v. 86, p. 3515-3520, 1964b.

GAYOL, A. et al. Volumetric properties of (dialkyl carbonate + *n*-alkane) mixtures at high pressures: Experimental measurement and Nitta-Chao model prediction. **The Journal of Chemical Thermodynamics**, v. 58, p. 245-253, 2013.

GEYER, H. et al. Measurement of densities and excess molar volumes for (1,2-propanediol, or 1,2-butanediol + water) at the temperatures (288.15, 298.15, and 308.15) K and at the pressures (0.1, 20, 40, and 60) MPa. **The Journal of Chemical Thermodynamics**, v. 33, p. 987-997, 2001.

GOŁDON, A.; DĄBROWSKA, K.; HOFMAN, T. Densities and Excess Volumes of the 1,3-Dimethylimidazolium Methylsulfate + Methanol System at Temperatures from (313.15 to 333.15) K and Pressures from (0.1 to 25) MPa. **Journal of Chemical & Engineering Data**, v. 52, p. 1830-1837, 2007.

GONZALEZ, J.A.; SZURGOCINSKA, M.; DOMANSKA, U. Thermodynamics of mixtures containing organic carbonates Part XIII. Solid-liquid equilibria of long-chain 1-alkanol + dimethyl or diethyl carbonate systems: DISQUAC and ERAS analysis of the hydroxyl/carbonate interactions. **Fluid Phase Equilibria**, v. 200, p. 349-374, 2002.

GOTTLIEB, H.E.; KOTLYAR, V.; NUDELMAN, A. NMR Chemical Shifts of Common Laboratory Solvents as Trace Impurities. **The Journal of Organic Chemistry**, v. 62, p. 7512-7515, 1997.

GUGGENHEIM, E.A. **Thermodynamics an advanced treatment for chemists and physicists.** Amsterdam: North-Holland Publishing Co, 1967.

HAUK, D.B. **Estudo Experimental de Propriedades Volumétricas de Soluções Líquidas Binárias de MTBE + alcoóis a Altas Pressões.** 2011. 119f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Fundação Educacional Inaciana Padre Sabóia de Medeiros, São Bernardo do Campo, 2011.

\_\_\_\_\_, TORRES, R.B. High-pressure densities and derived properties of binary {methyl tert-butyl ether (MTBE) + alcohols} mixtures. **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, v. 132, p. 667-684, 2018.

HAYER, H. et al. Support vector machine and CPA EoS for the prediction of high-pressure liquid densities of normal alkanols. **Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers**, v. 45, p. 2888-2898, 2014.

HAYWARD, A.T.J. Compressibility equations for liquids: a comparative study. **British Journal of Applied Physics**, v. 18, p. 965-977, 1967.

HEINTZ, A. A New Theoretical Approach for Predicting Excess Properties of Alkanol/Alkane Mixtures. **Berichte der Bunsengesellschaft für Physikalische Chemie**, v. 89, p. 172-181, 1985.

\_\_\_\_\_; DOLCH, E.; LICHTENTHALER, R.N. New experimental VLE-data for alkanol/alkane mixtures and their description by an extended real association (ERAS) model. **Fluid Phase Equilibria**, v. 27, p. 61-79, 1986.

HILL, M.C; TIEDEMAN, C.R. **Effective Groundwater Model Calibration: With Analysis of Data, Sensitivities, Predictions, and Uncertainty.** 1 ed. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc., 2007.

HOFMAN, T. et al. Densities, excess volumes, isobaric expansivity, and isothermal compressibility of the (1-ethyl-3-methylimidazolium ethylsulfate + methanol) system at temperatures (283.15 to 333.15) K and pressures from (0.1 to 35) MPa. **The Journal of Chemical Thermodynamics**, v. 40, p. 580-591, 2008.

HOGA, H.E. **Propriedades volumétricas e viscosimétricas de soluções líquidas binárias contendo metil *terc*-butil éter (MTBE) + alcoóis**: Estudo experimental e modelagem. 2010. 172f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Fundação Educacional Inaciana Padre Sabóia de Medeiros, São Bernardo do Campo, 2010.

\_\_\_\_\_ ; TORRES, R.B. Volumetric and viscometric properties of binary mixtures of {methyl *tert*-butyl ether (MTBE) + alcohol} at several temperatures and  $p = 0.1$  MPa: Experimental results and application of the ERAS model. **The Journal of Chemical Thermodynamics**, v. 43, p. 1104-1134, 2011.

\_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_ ; VOLPE, P.L.O. Thermodynamics properties of binary mixtures of aqueous solutions of glycols at several temperatures and atmospheric pressure. **The Journal of Chemical Thermodynamics**, v. 122, p. 38-64, 2018.

HOU, Y. et al. Phase Behavior, Densities, and Isothermal Compressibility of (Carbon Dioxide + Dimethyl Carbonate). **Journal of Chemical & Engineering Data**, v. 55, p. 1580-1587, 2010.

HOU, Z.S. et al. Synthesis of Dimethyl Carbonate Using CO<sub>2</sub> and Methanol: Enhancing the Conversion by Controlling the Phase Behavior. **Green Chemistry**, v. 4, p. 467-471, 2002.

HUANG, S.H.; RADOSZ, M. Equation of State for Small, Large, Polydisperse, and Associating Molecules: Extension to Fluid Mixtures. **Industrial & Engineering Chemistry Research**, v. 30, p. 1994-2005, 1991.

\_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_. Equation of State for Small, Large, Polydisperse, and Associating Molecules. **Industrial & Engineering Chemistry Research**, v. 29, p. 2284-2294, 1990.

HYNČICA, P.; HNĚDKOVSKÝ, L.; CIBULKA, I. Partial molar volumes of organic solutes in water. XII. Methanol(aq), ethanol(aq), 1-propanol(aq), and 2-propanol(aq) at  $T = (298$  to  $573)$  K and at pressures up to 30 MPa. **The Journal of Chemical Thermodynamics**, v. 36, p. 1095-1103, 2004.

IVANIŠ, G.R. et al. An apparatus proposed for density measurements in compressed liquid regions at pressures of 0.1–60 MPa and temperatures of 288.15–413.15 K. **Journal of the Serbian Chemical Society**, v. 80, p. 1073-1085, 2015.

JOINT COMMITTEE FOR GUIDES IN METROLOGY (JCGM). **GUM: Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement**. 2008. Disponível em: <<http://www.bipm.org/en/publications/guides/gum.html>>. Acesso em: 27 março 2018.

KEHIAIAN, H.V. Group contribution methods for liquid mixtures: a critical review. **Fluid Phase Equilibria**, v. 13, p. 243-252, 1983.

KRETSCHMER, C.B.; WIEBE, R. Thermodynamics of Alcohol-Hydrocarbon Mixtures. **The Journal of Chemical Physics**, v. 22, p. 1697-1701, 1954.

KUMAR, B. et al. Thermodynamic and spectroscopic studies on binary mixtures of imidazolium ionic liquids in ethylene glycol. **The Journal of Chemical Thermodynamics**, v. 44, p. 121-127, 2012.

LETCHER, T.M. et al. **Chemical Thermodynamics for Industry**. Letchworth: The royal Society of chemistry, 2004.

LI, S. et al. Excess Molar Enthalpies of Dimethyl Carbonate and (Methanol, Ethanol, 1-Propanol, and 2-Propanol) at  $T = (298.15, 313.15,$  and  $328.15)$  K and  $p = (0.1,$  1.0, and 10.0) MPa. **Journal of Chemical & Engineering Data**, v. 50, p. 1087-1090, 2005.

LIBÓRIO, M.N. **Estudo termodinâmico e espectroscópico de sistemas líquidos binários contendo (dietil malonato + álcoois) a diferentes temperaturas e pressão atmosférica**. 2015. 205f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Fundação Educacional Inaciana Padre Sabóia de Medeiros, São Bernardo do Campo, 2015.

LIN, C.P.; LAI, G.H.; TU, C.H. Liquid–Liquid Equilibria, Density, Refractive Index, and Solubility for Mixtures of Water + Methanol + Heptane + Methylbenzene or + Dimethyl Carbonate at  $T = 298.15$  K. **Journal of Chemical & Engineering Data**, v. 58, p. 3265-3274, 2013.

LUGO, L. et al. ( $p$ ,  $V_m$ ,  $T$ ,  $x$ ) measurements of dimethyl carbonate + octane binary mixtures I. Experimental results, isothermal compressibilities, isobaric expansivities and internal pressures. **Fluid Phase Equilibria**, v. 186, p. 235-255, 2001.

\_\_\_\_\_ et al. ( $p$ ,  $V_m$ ,  $T$ ,  $x$ ) measurements of dimethyl carbonate + octane binary mixtures II. Excess molar volumes. **Fluid Phase Equilibria**, v. 199, p. 135-145, 2002.

MAGALHÃES, J.G.; TÔRRES, R.B.; VOLPE, P.L.O. Volumetric behaviour of binary mixtures of (trichloromethane + amines) at temperatures between  $T = (288.15$  and  $303.15)$  K at  $p = 0.1$  MPa. **The Journal of Chemical Thermodynamics**, v. 40, p. 1402-1417, 2008.

MARQUARDT, D.W. An Algorithm for Least-Squares Estimation of Nonlinear Parameters. **Journal of the Society for Industrial and Applied Mathematics**, v. 11, p. 431-441, 1963.

MCGLASHAN, M.L. Phase equilibria in fluid mixtures. **Pure & Applied Chemistry**, v. 57, n. 1, p. 89-103, 1985a.

MCGLASHAN, M.L. Phase equilibria in fluid mixtures. **The Journal of Chemical Thermodynamics**, v. 17, p. 301-319, 1985b.

MEHTA, S.K. et al. Thermodynamic, transport, and spectroscopic studies for mixtures of isomeric butanediol and *N*-methyl-2-pyrrolidinone. **The Journal of Chemical Thermodynamics**, v. 41, p. 1329-1338, 2009.

MIYAKE, Y. et al. High-pressure (up to 140 MPa) density and derivative properties of some (pentyl-, hexyl-, and heptyl-) amines between (293.15 and 353.15) K. **The Journal of Chemical Thermodynamics**, v. 40, p. 836-845, 2008.

MUCHE, D.N.F. **Densidades e propriedades volumétricas a altas pressões e diferentes temperaturas de soluções líquidas binárias contendo {2-(dimetilamino)etyl metacrilato + alcoóis}: Estudo experimental e aplicabilidade da teoria Prigogine-Flory-Patterson.** 2012. 223f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Fundação Educacional Inaciana Padre Sabóia de Medeiros, São Bernardo do Campo, 2012.

OLIVIERI, G.V. et al. Thermodynamic and spectroscopic study of binary mixtures of *n*-butylammonium oleate ionic liquid + alcohol at  $T = 288.15\text{--}308.15$  K. **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, v. 131, p. 2925-2942, 2018.

PACHECO, M.A.; MARSHALL, C.L. Review of Dimethyl Carbonate (DMC) Manufacture and Its Characteristics as a Fuel Additive. **Energy & Fuels**, v. 11, p. 2-29, 1997.

PAL, A.; KUMAR, B. Volumetric, acoustic and spectroscopic studies for binary mixtures of ionic liquid (1-butyl-3-methylimidazolium hexafluorophosphate) with alkoxyalkanols at  $T = (288.15 \text{ to } 318.15)$  K. **Journal of Molecular Liquids**, v. 163, p. 128-134, 2011.

\_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. Densities, speeds of sound and  $^1\text{H}$  NMR spectroscopic studies for binary mixtures of 1-hexyl-3-methylimidazolium based ionic liquids with ethylene glycol monomethyl ether at temperature from  $T = (288.15\text{--}318.15)$  K. **Fluid Phase Equilibria**, v. 334, p. 157-165, 2012.

PATTERSON, D.; DELMAS, G. Corresponding states theories and liquids models. **Discussion of the Faraday Society**, v. 49, p. 98-105, 1970.

PAVIA, D.L. et al. **Introdução à espectroscopia**. 4. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

PENELOUX, A.; 1974, Personal Communication to S. Malanowski, 1974.

PRAUSNITZ, J.M.; LICHTENTHALER, R.N.; AZEVEDO E.G., **Molecular Thermodynamics of Fluid-Phase Equilibria**, 3. ed. Nova Jersey: Prentice-Hall, 1999.

PRIGOGINE, I. **The molecular Theory of Solution**. Amsterdã: North-Holland Publishing Company, 1957.

REDLICH, O.; KISTER, A.T. Algebraic representation of thermodynamic properties and the classification of solutions. **Industrial & Engineering Chemistry**, v. 40, p. 345-348, 1948.

REGUEIRA, T.; LUGO, L.; FERNÁNDEZ, J. High pressure volumetric properties of 1-ethyl-3-methylimidazolium ethylsulfate and 1-(2-methoxyethyl)-1-methyl-pyrrolidinium bis(trifluoromethylsulfonyl)imide. **The Journal of Chemical Thermodynamics**, v. 48, p. 213-220, 2012.

REIMANN, R.; HEINTZ, A. Thermodynamic Excess Properties of Alkanol + Amine Mixtures and Application of the ERAS Model. **Journal of Solution Chemistry**, v. 20, p. 29-37, 1991.

RENON, H.; PRAUSNITZ, J.M. On the thermodynamics of alcohol-hydrocarbon solutions. **Chemical Engineering Science**, v. 22, p. 299-307, 1967.

ROMANO, E. et al. Thermophysical properties of four binary dimethyl carbonate + 1-alcohol systems at 288.15–313.15 K. **Fluid Phase Equilibria**, v. 211, p. 219-240, 2003.

ROWLINSON, J.S.; SWINTON, F.L. Liquids and Liquid Mixtures. Londres: Butterworth, 1982.

SAKAKURA, T.; CHOI, J.C.; YASUDA, H. Transformation of Carbon Dioxide. **Chemical Reviews**, v. 107, p. 2365-2387, 2007.

SCATCHARD, G. Equilibria in Non-electrolyte Solutions in Relation to the Vapor Pressures and Densities of the Components. **Chemical Reviews**, v. 8, p. 321-333, 1931.

\_\_\_\_\_ ; HAMER, W.J. The Application of Equations for the Chemical Potentials to Partially Miscible Solutions. **Journal of the American Chemical Society**, v. 57, p. 1805-1809, 1935.

\_\_\_\_\_. Change of volume on mixing and the equations for non-electrolyte mixtures. **Transactions of the Faraday Society**, v. 33, p. 160-166, 1937.

\_\_\_\_\_ ; RAYMOND, C.L. Vapor-Liquid Equilibrium. II. Chloroform - Ethanol Mixtures at 35, 45 and 55° C. **Journal of the American Chemical Society**, v. 60, p. 1278-1287, 1938.

SCHNEIDER, G.M. High-pressure investigations on fluid systems – a challenge to experiment, theory, and application. **The Journal of Chemical Thermodynamics**, v. 23, p. 301-326, 1991.

SENGERS, J.V. et al. **Equations of State for Fluids and Fluid Mixtures**. Amsterdã: Elsevier, 2000. (Series: Experimental Thermodynamics; v. 5)

SILVERSTEIN, R.M.; WEBSTER, F.X.; KIEMLE, D.J. **Identificação espectrométrica de compostos orgânicos**. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

SOLDATOVIC, D.A. et al. Thermodynamic and spectroscopic interpretation of molecular interactions of nicotine + alcohol binary mixtures. **The Journal of Chemical Thermodynamics**, v. 102, p. 105-129, 2016.

TAIT, P.G. **Physics and Chemistry of the Voyage of H.M.S. Challenger**. Londres: HMSO, 1888. (Series: Report on the scientific results of the Voyage of H.M.S. Challenger during the years 1873-76; v. 2; part 4)

TAMMANN, G. Über die Abhängigkeit der Volumina von Lösungen vom Druck. **Zeitschrift für Physikalische Chemie**, v. 17, p. 620, 1895.

TORRES, R.B. **Estudo experimental do volume molar excesso de soluções de dietilamina/acetonitrila e s-butilamina/acetonitrila na faixa de 288,15 a 303,15 K, à pressão atmosférica, com aplicação do modelo ERAS**. 1998. 156f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Faculdade de Engenharia Química da Universidade Estadual de Campinas – Unicamp, São Paulo, 1998.

\_\_\_\_\_; FRANCESCONI, A.Z. Application of the ERAS-Model to binary mixtures of diethylamine and *s*-butylamine with acetonitrile in the temperature range (288.15–303.15) K. **Fluid Phase Equilibria**, v. 200, p. 317-328, 2002.

\_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_; VOLPE, P.L.O. Excess molar volumes of binary mixtures of acetonitrile and chloroalkanes at 298.15 K and atmospheric pressure with application of the ERAS-Model. **Fluid Phase Equilibria**, v. 200, p. 1-10, 2002.

\_\_\_\_\_; PINA, C.G.; FRANCESCONI, A.Z. Application of the Prigogine-Flory-Patterson Theory to Excess Molar Volume of Binary Mixtures of Acetonitrile with 1-Alkanols. **Journal of Molecular Liquids**, v. 107/1-3, p. 127-139, 2003.

\_\_\_\_\_; FRANCESCONI, A.Z.; VOLPE, P.L.O. Experimental study and modelling using the ERAS-Model of the excess molar volume of acetonitrile-alkanol mixtures at different temperatures and atmospheric pressure. **Fluid Phase Equilibria**, v. 210, p. 287-306, 2003.

\_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. Modeling of Excess Molar Volume of Binary Mixtures of Acetonitrile with Amines using the Prigogine-Flory-Patterson Theory. **Journal of Molecular Liquids**, v. 103-104, p. 99-110, 2003.

\_\_\_\_\_. Projeto Jovem Pesquisador FAPESP, Nº 2004/11855-8.

\_\_\_\_\_; FRANCESCONI, A.Z.; VOLPE, P.L.O. Thermodynamics of binary liquid mixtures: application of the Prigogine-Flory-Patterson theory to excess molar volumes of acetonitrile + 1-alkanol systems. **Journal of Molecular Liquids**, v. 110, p. 81-85, 2004.

\_\_\_\_\_; MARCHIORE, A.C.M.; VOLPE, P.L.O. Volumetric properties of binary mixtures of (water + organic solvents) at temperatures between  $T = 288.15\text{ K}$  and  $T = 303.15\text{ K}$  at  $p = 0.1\text{ MPa}$ . **The Journal of Chemical Thermodynamics**, v. 38, p. 525-541, 2006.

\_\_\_\_\_; FRANCESCONI, A.Z.; VOLPE, P.L.O. Volumetric properties of binary mixtures of acetonitrile and alcohols at different temperatures and atmospheric pressure. **Journal of Molecular Liquids**, v. 131-132, p. 139-144, 2007.

\_\_\_\_\_; ORTOLAN, M.I.; VOLPE, P.L.O. Volumetric properties of binary mixtures of ethers and acetonitrile: Experimental results and application of the Prigogine-Flory-Patterson theory. **The Journal of Chemical Thermodynamics**, v. 40, p. 442-459, 2008.

\_\_\_\_\_; HOGA, H.E. Volumetric properties of binary mixtures of dichloromethane and amines at several temperatures and  $p = 0.1\text{ MPa}$ . **Journal of Molecular Liquids**, v. 143, p. 17-22, 2008.

\_\_\_\_\_. Projeto FAPESP, Nº 2009/14556-5.

TRESZCZANOWICZ, A.J.; TRESZCZANOWICZ, T; BENSON, G.C. Review of experimental and recommended data for the excess molar volumes of 1-alkanol + *n*-alkane binary mixtures. **Fluid Phase Equilibria**, v. 89, p. 31-56, 1993.

TRONCOSO, J. et al. *pρTx* Data for the Dymethyl Carbonate + Decane System. **Journal of Chemical & Engineering Data**, v. 49, p. 923-927, 2004.

ULLMANN'S **Encyclopedia of industrial chemistry**. 7 ed. Weinheim: VCH, 2011, v. 7, p. 45-72.

ULLMANN'S **Encyclopedia of industrial chemistry**. 7 ed. Weinheim: VCH, 2011, v. 13, p. 333-403.

ULLMANN'S **Encyclopedia of industrial chemistry**. 7 ed. Weinheim: VCH, 2011, v. 23, p. 25-48.

ULLMANN'S **Encyclopedia of industrial chemistry**. 7 ed. Weinheim: VCH, 2011, v. 30, p. 243-254.

WATSON, G. et al. High-Pressure Density Measurements for the Binary System Ethanol + Heptane. **Journal of Chemical & Engineering Data**, v. 51, p. 112-118, 2006a.

\_\_\_\_\_. et al. Volumetric and derivative properties under pressure for the system 1-propanol + toluene: A discussion of PC-SAFT and SAFT-VR. **Fluid Phase Equilibria**, v. 247, p. 121-134, 2006b.

WENZEL, H.; MOORWOOD, R.A.S.; BAUMGÄRTNER, M. Calculation of vapour-liquid equilibrium of associated systems by an equation of state. **Fluid Phase Equilibria**, v. 9, p. 225-266, 1982.

WISNIAK, J. et al. Density, excess volume, and excess coefficient of thermal expansion of the binary systems of dimethyl carbonate with butyl methacrylate, allyl methacrylate, styrene, and vinyl acetate at  $T = (293.15, 303.15, \text{ and } 313.15) \text{ K}$ . **The Journal of Chemical Thermodynamics**, v. 40, p. 1671-1683, 2008.

YUNHAI, S. et al. Measurements of isothermal vapor–liquid equilibrium of binary methanol/dimethyl carbonate system under pressure. **Fluid Phase Equilibria**, v. 234, p. 1-10, 2005.

ZÉBERG-MIKKELSEN, C.K; LUGO, L.; FERNÁNDEZ, J. Volumetric properties under pressure for the binary system ethanol + toluene. **Fluid Phase Equilibria**, v. 235, p. 139-151, 2005.

ZHOU, J. et al. Densities, Excess Molar Volumes, Isothermal Compressibilities, and Isobaric Expansivities of Dimethyl Carbonate + Cyclohexane Systems at Temperatures from (293.15 to 313.15) K and Pressures from (0.1 to 40) MPa. **Journal of Chemical & Engineering Data**, v. 55, p. 5569-5575, 2010a.

\_\_\_\_\_ et al. Densities, excess molar volume, isothermal compressibility, and isobaric expansivity of (dimethyl carbonate + *n*-hexane) systems at temperatures (293.15 to 313.15) K and pressures from 0.1 MPa up to 40 MPa. **The Journal of Chemical Thermodynamics**, v. 42, p. 1429-1434, 2010b.

ZHOU, Y.; WU, J. Thermodynamic Properties of Dimethyl Carbonate. **Journal of Physical and Chemical Reference Data**, v. 40, p. 043106-1 – 043106-11, 2011.

**APÊNDICE A – Tabelas referentes aos resultados da análise termodinâmica**

Tabela A1 – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  metanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ metanol									
$T = 288,15 \text{ K e } p = 0,1 \text{ MPa}$									
0,0000	0,79619	11,69	11,89	292,84	0,000	82,945	40,241		40,241
0,0253	0,81084	11,49	11,85	296,88	-0,014	83,050	40,240	83,098	40,227
0,0503	0,82462	11,31	11,82	301,05	-0,030	83,121	40,237	83,055	40,210
0,0745	0,83724	11,14	11,80	305,23	-0,043	83,166	40,235	83,079	40,195
0,1010	0,85042	10,96	11,80	310,00	-0,056	83,197	40,232	83,099	40,179
0,1502	0,87298	10,66	11,82	319,19	-0,074	83,220	40,228	83,158	40,154
0,2059	0,89631	10,36	11,88	330,08	-0,100	83,228	40,227	83,169	40,116
0,2500	0,91324	10,15	11,94	338,92	-0,121	83,237	40,224	83,168	40,080
0,3004	0,93093	9,93	12,04	349,16	-0,136	83,259	40,215	83,201	40,048
0,3426	0,94470	9,77	12,13	357,72	-0,151	83,290	40,201	83,214	40,012
0,3984	0,96149	9,57	12,25	368,95	-0,164	83,347	40,167	83,242	39,969
0,4514	0,97613	9,40	12,38	379,30	-0,174	83,412	40,119	83,267	39,924
0,5054	0,98985	9,25	12,50	389,40	-0,179	83,481	40,056	83,299	39,880
0,5509	1,00055	9,13	12,59	397,41	-0,178	83,535	39,995	83,329	39,844
0,6002	1,01131	9,01	12,68	405,47	-0,170	83,586	39,926	83,370	39,817
0,6469	1,02074	8,91	12,76	412,37	-0,152	83,623	39,865	83,418	39,810
0,6993	1,03063	8,81	12,82	419,12	-0,130	83,650	39,809	83,467	39,809
0,7496	1,03953	8,72	12,85	424,47	-0,108	83,663	39,775	83,508	39,808
0,7990	1,04769	8,64	12,85	428,50	-0,083	83,666	39,766	83,549	39,829
0,8370	1,05371	8,58	12,83	430,70	-0,067	83,664	39,776	83,573	39,831
0,9093	1,06447	8,48	12,73	432,44	-0,037	83,657	39,829	83,613	39,836
0,9239	1,06651	8,46	12,70	432,38	-0,029	83,655	39,842	83,622	39,865
0,9575	1,07114	8,42	12,62	431,67	-0,014	83,654	39,871	83,638	39,902
0,9861	1,07498	8,39	12,53	430,42	-0,004	83,653	39,887	83,649	39,983
1,0000	1,07683	8,37	12,48	429,59	0,000	83,653	39,890	83,653	

Tabela A1 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  metanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ metanol									
$T = 288,15 \text{ K e } p = 5 \text{ MPa}$									
0,0000	0,80057	11,01	11,53	296,94	0,000	82,686	40,021		40,021
0,0253	0,81518	10,83	11,49	300,85	-0,011	82,765	40,020	82,887	40,010
0,0503	0,82897	10,66	11,46	304,93	-0,026	82,817	40,018	82,794	39,993
0,0745	0,84159	10,51	11,45	309,04	-0,039	82,851	40,016	82,800	39,980
0,1010	0,85482	10,35	11,45	313,75	-0,054	82,872	40,014	82,783	39,961
0,1502	0,87739	10,08	11,47	322,88	-0,072	82,889	40,012	82,838	39,936
0,2059	0,90074	9,81	11,53	333,79	-0,097	82,897	40,010	82,845	39,899
0,2500	0,91763	9,62	11,61	342,68	-0,116	82,907	40,007	82,853	39,866
0,3004	0,93533	9,42	11,70	353,01	-0,131	82,931	39,998	82,882	39,834
0,3426	0,94910	9,27	11,79	361,68	-0,146	82,963	39,983	82,891	39,799
0,3984	0,96591	9,09	11,92	373,06	-0,160	83,018	39,950	82,917	39,755
0,4514	0,98055	8,93	12,05	383,58	-0,172	83,081	39,903	82,939	39,708
0,5054	0,99422	8,79	12,17	393,86	-0,174	83,147	39,842	82,974	39,669
0,5509	1,00493	8,68	12,27	402,02	-0,174	83,200	39,783	83,002	39,633
0,6002	1,01570	8,58	12,36	410,23	-0,167	83,250	39,715	83,041	39,604
0,6469	1,02514	8,48	12,43	417,27	-0,150	83,287	39,654	83,086	39,595
0,6993	1,03503	8,39	12,49	424,15	-0,129	83,316	39,595	83,134	39,591
0,7496	1,04388	8,31	12,53	429,60	-0,106	83,331	39,557	83,178	39,599
0,7990	1,05204	8,23	12,53	433,69	-0,081	83,335	39,544	83,217	39,616
0,8370	1,05802	8,18	12,51	435,91	-0,063	83,333	39,552	83,244	39,636
0,9093	1,06878	8,09	12,42	437,62	-0,034	83,325	39,613	83,281	39,641
0,9239	1,07083	8,07	12,39	437,54	-0,027	83,323	39,631	83,290	39,670
0,9575	1,07546	8,03	12,31	436,77	-0,013	83,320	39,677	83,305	39,707
0,9861	1,07930	8,00	12,23	435,44	-0,003	83,319	39,719	83,315	39,787
1,0000	1,08115	7,98	12,18	434,56	0,000	83,319	39,738	83,319	

Tabela A1 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  metanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ metanol $T = 288,15 \text{ K e } p = 10 \text{ MPa}$									
0,0000	0,80493	10,39	11,21	301,02	0,000	82,465	39,805		39,805
0,0253	0,81954	10,22	11,17	304,80	-0,011	82,503	39,804	82,583	39,794
0,0503	0,83329	10,07	11,14	308,78	-0,023	82,528	39,803	82,537	39,780
0,0745	0,84592	9,94	11,13	312,82	-0,035	82,544	39,802	82,526	39,766
0,1010	0,85916	9,79	11,13	317,47	-0,051	82,554	39,801	82,499	39,748
0,1502	0,88174	9,55	11,16	326,56	-0,069	82,564	39,800	82,542	39,724
0,2059	0,90509	9,31	11,22	337,47	-0,094	82,576	39,797	82,541	39,686
0,2500	0,92199	9,13	11,29	346,42	-0,113	82,592	39,792	82,545	39,653
0,3004	0,93969	8,95	11,39	356,84	-0,129	82,621	39,781	82,569	39,620
0,3426	0,95342	8,81	11,49	365,61	-0,142	82,655	39,765	82,584	39,588
0,3984	0,97023	8,65	11,62	377,16	-0,157	82,710	39,732	82,605	39,544
0,4514	0,98483	8,50	11,74	387,86	-0,166	82,769	39,688	82,630	39,501
0,5054	0,99851	8,37	11,87	398,31	-0,170	82,831	39,632	82,662	39,461
0,5509	1,00917	8,28	11,97	406,63	-0,168	82,881	39,576	82,693	39,430
0,6002	1,01995	8,18	12,06	415,00	-0,162	82,928	39,512	82,729	39,399
0,6469	1,02939	8,09	12,13	422,18	-0,147	82,964	39,452	82,771	39,388
0,6993	1,03928	8,00	12,20	429,19	-0,128	82,993	39,392	82,816	39,380
0,7496	1,04814	7,93	12,23	434,74	-0,105	83,010	39,350	82,858	39,384
0,7990	1,05625	7,86	12,24	438,90	-0,079	83,016	39,329	82,900	39,411
0,8370	1,06223	7,81	12,22	441,14	-0,062	83,015	39,333	82,925	39,426
0,9093	1,07295	7,72	12,13	442,82	-0,032	83,007	39,395	82,964	39,454
0,9239	1,07499	7,70	12,10	442,71	-0,025	83,005	39,417	82,972	39,483
0,9575	1,07963	7,67	12,02	441,87	-0,012	83,001	39,481	82,986	39,519
0,9861	1,08347	7,64	11,94	440,46	-0,003	82,999	39,550	82,996	39,599
1,0000	1,08532	7,62	11,89	439,54	0,000	82,999	39,587	82,999	

Tabela A1 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  metanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ metanol									
$T = 288,15 \text{ K e } p = 15 \text{ MPa}$									
0,0000	0,80885	9,83	10,92	304,98	0,000	82,191	39,612		39,612
0,0253	0,82348	9,69	10,88	308,65	-0,010	82,215	39,611	82,299	39,602
0,0503	0,83723	9,55	10,86	312,53	-0,022	82,230	39,611	82,251	39,589
0,0745	0,84988	9,43	10,85	316,51	-0,033	82,239	39,610	82,238	39,576
0,1010	0,86312	9,30	10,84	321,10	-0,047	82,244	39,610	82,209	39,559
0,1502	0,88577	9,08	10,87	330,13	-0,067	82,250	39,609	82,232	39,533
0,2059	0,90915	8,85	10,94	341,06	-0,092	82,261	39,606	82,233	39,496
0,2500	0,92605	8,69	11,01	350,06	-0,110	82,278	39,601	82,237	39,464
0,3004	0,94377	8,53	11,11	360,58	-0,126	82,308	39,590	82,261	39,432
0,3426	0,95751	8,40	11,21	369,46	-0,138	82,342	39,573	82,275	39,401
0,3984	0,97434	8,25	11,34	381,17	-0,153	82,397	39,541	82,295	39,357
0,4514	0,98895	8,12	11,47	392,04	-0,162	82,455	39,498	82,319	39,316
0,5054	1,00264	8,00	11,59	402,67	-0,166	82,515	39,443	82,350	39,276
0,5509	1,01331	7,90	11,69	411,14	-0,164	82,563	39,389	82,380	39,245
0,6002	1,02409	7,81	11,79	419,68	-0,158	82,609	39,327	82,415	39,216
0,6469	1,03354	7,73	11,86	426,99	-0,144	82,645	39,268	82,457	39,205
0,6993	1,04344	7,65	11,93	434,14	-0,125	82,673	39,210	82,501	39,197
0,7496	1,05231	7,58	11,96	439,79	-0,103	82,690	39,167	82,541	39,201
0,7990	1,06043	7,52	11,97	444,01	-0,077	82,696	39,146	82,582	39,228
0,8370	1,06641	7,47	11,96	446,27	-0,060	82,695	39,148	82,607	39,244
0,9093	1,07714	7,39	11,87	447,92	-0,031	82,687	39,210	82,645	39,271
0,9239	1,07918	7,37	11,84	447,80	-0,024	82,685	39,232	82,653	39,300
0,9575	1,08383	7,34	11,76	446,89	-0,012	82,681	39,299	82,666	39,336
0,9861	1,08767	7,31	11,68	445,40	-0,003	82,679	39,372	82,676	39,416
1,0000	1,08952	7,30	11,63	444,44	0,000	82,679	39,412	82,679	

Tabela A1 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  metanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ metanol $T = 288,15 \text{ K e } p = 20 \text{ MPa}$									
0,0000	0,81292	9,34	10,66	308,85	0,000	81,943	39,414		39,414
0,0253	0,82753	9,21	10,62	312,40	-0,009	81,955	39,413	82,038	39,404
0,0503	0,84129	9,08	10,60	316,18	-0,020	81,961	39,413	81,988	39,392
0,0745	0,85393	8,97	10,59	320,09	-0,031	81,963	39,413	81,973	39,380
0,1010	0,86717	8,85	10,59	324,63	-0,045	81,965	39,413	81,942	39,363
0,1502	0,88981	8,65	10,61	333,61	-0,064	81,968	39,412	81,961	39,338
0,2059	0,91318	8,44	10,68	344,55	-0,089	81,979	39,410	81,959	39,302
0,2500	0,93008	8,30	10,76	353,61	-0,107	81,996	39,405	81,960	39,271
0,3004	0,94780	8,14	10,86	364,23	-0,123	82,026	39,393	81,981	39,238
0,3426	0,96153	8,03	10,95	373,21	-0,136	82,060	39,378	81,993	39,207
0,3984	0,97830	7,89	11,09	385,09	-0,148	82,112	39,346	82,018	39,168
0,4514	0,99291	7,76	11,21	396,13	-0,158	82,168	39,305	82,039	39,126
0,5054	1,00660	7,65	11,34	406,95	-0,162	82,226	39,252	82,068	39,085
0,5509	1,01727	7,57	11,44	415,57	-0,162	82,273	39,199	82,096	39,054
0,6002	1,02804	7,48	11,54	424,26	-0,156	82,318	39,138	82,129	39,023
0,6469	1,03749	7,41	11,61	431,72	-0,142	82,353	39,080	82,169	39,010
0,6993	1,04734	7,33	11,68	439,00	-0,121	82,383	39,019	82,216	39,010
0,7496	1,05620	7,26	11,72	444,75	-0,101	82,400	38,974	82,255	39,011
0,7990	1,06432	7,20	11,73	449,04	-0,076	82,408	38,949	82,294	39,035
0,8370	1,07030	7,16	11,71	451,32	-0,060	82,408	38,950	82,318	39,047
0,9093	1,08097	7,08	11,63	452,94	-0,029	82,399	39,014	82,357	39,096
0,9239	1,08302	7,07	11,60	452,80	-0,022	82,397	39,040	82,365	39,124
0,9575	1,08766	7,04	11,52	451,82	-0,011	82,392	39,116	82,378	39,161
0,9861	1,09150	7,01	11,44	450,26	-0,002	82,389	39,204	82,387	39,240
1,0000	1,09335	7,00	11,40	449,25	0,000	82,389	39,255	82,389	

Tabela A1 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  metanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ metanol									
$T = 288,15 \text{ K e } p = 25 \text{ MPa}$									
0,0000	0,81656	8,90	10,42	312,62	0,000	81,730	39,238		39,238
0,0253	0,83119	8,78	10,39	316,05	-0,009	81,724	39,238	81,777	39,229
0,0503	0,84490	8,66	10,36	319,75	-0,017	81,718	39,238	81,774	39,220
0,0745	0,85755	8,56	10,35	323,59	-0,028	81,712	39,238	81,743	39,208
0,1010	0,87080	8,45	10,35	328,07	-0,042	81,706	39,239	81,702	39,191
0,1502	0,89346	8,26	10,38	337,01	-0,061	81,702	39,239	81,711	39,166
0,2059	0,91685	8,07	10,45	347,97	-0,085	81,709	39,238	81,702	39,130
0,2500	0,93376	7,94	10,52	357,07	-0,104	81,726	39,233	81,699	39,099
0,3004	0,95149	7,80	10,63	367,79	-0,120	81,756	39,221	81,717	39,066
0,3426	0,96518	7,69	10,72	376,88	-0,130	81,790	39,205	81,735	39,039
0,3984	0,98196	7,56	10,85	388,93	-0,143	81,843	39,174	81,756	38,999
0,4514	0,99658	7,44	10,98	400,13	-0,154	81,898	39,133	81,774	38,957
0,5054	1,01028	7,34	11,11	411,14	-0,159	81,956	39,080	81,800	38,916
0,5509	1,02095	7,26	11,21	419,92	-0,159	82,002	39,028	81,827	38,883
0,6002	1,03169	7,18	11,31	428,77	-0,152	82,047	38,968	81,863	38,858
0,6469	1,04114	7,11	11,38	436,36	-0,139	82,082	38,909	81,901	38,845
0,6993	1,05100	7,04	11,45	443,78	-0,119	82,111	38,849	81,946	38,843
0,7496	1,05986	6,97	11,49	449,63	-0,099	82,129	38,804	81,984	38,842
0,7990	1,06794	6,92	11,50	453,98	-0,072	82,136	38,779	82,025	38,879
0,8370	1,07392	6,88	11,49	456,29	-0,057	82,136	38,781	82,048	38,891
0,9093	1,08460	6,80	11,40	457,87	-0,027	82,127	38,851	82,086	38,940
0,9239	1,08665	6,79	11,38	457,71	-0,021	82,124	38,879	82,093	38,968
0,9575	1,09129	6,76	11,30	456,68	-0,010	82,119	38,963	82,105	39,005
0,9861	1,09514	6,73	11,22	455,04	-0,002	82,116	39,060	82,113	39,083
1,0000	1,09699	6,72	11,18	453,98	0,000	82,116	39,117	82,116	

Tabela A1 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  metanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ metanol $T = 288,15 \text{ K e } p = 30 \text{ MPa}$									
0,0000	0,82009	8,49	10,21	316,31	0,000	81,541	39,069		39,069
0,0253	0,83468	8,38	10,17	319,62	-0,006	81,511	39,069	81,623	39,063
0,0503	0,84840	8,28	10,15	323,23	-0,014	81,485	39,070	81,572	39,054
0,0745	0,86106	8,18	10,14	327,00	-0,024	81,464	39,071	81,524	39,043
0,1010	0,87432	8,08	10,14	331,43	-0,037	81,447	39,073	81,475	39,027
0,1502	0,89703	7,91	10,17	340,32	-0,058	81,431	39,075	81,457	39,000
0,2059	0,92043	7,73	10,23	351,30	-0,082	81,434	39,075	81,445	38,965
0,2500	0,93736	7,61	10,31	360,46	-0,101	81,451	39,070	81,441	38,934
0,3004	0,95510	7,48	10,41	371,28	-0,116	81,483	39,057	81,457	38,902
0,3426	0,96880	7,38	10,51	380,47	-0,127	81,519	39,040	81,473	38,875
0,3984	0,98559	7,25	10,64	392,68	-0,140	81,575	39,007	81,492	38,836
0,4514	1,00022	7,15	10,77	404,06	-0,151	81,632	38,965	81,509	38,793
0,5054	1,01392	7,05	10,90	415,25	-0,157	81,690	38,912	81,534	38,752
0,5509	1,02460	6,98	11,00	424,18	-0,157	81,736	38,860	81,559	38,719
0,6002	1,03534	6,90	11,09	433,19	-0,150	81,780	38,801	81,594	38,694
0,6469	1,04475	6,84	11,17	440,92	-0,134	81,814	38,744	81,636	38,688
0,6993	1,05461	6,77	11,24	448,47	-0,115	81,842	38,686	81,680	38,687
0,7496	1,06348	6,71	11,28	454,42	-0,096	81,859	38,643	81,716	38,686
0,7990	1,07156	6,65	11,29	458,84	-0,069	81,865	38,621	81,757	38,724
0,8370	1,07755	6,62	11,28	461,18	-0,054	81,865	38,623	81,779	38,735
0,9093	1,08824	6,55	11,20	462,73	-0,026	81,855	38,695	81,816	38,784
0,9239	1,09028	6,53	11,17	462,55	-0,020	81,853	38,723	81,823	38,812
0,9575	1,09493	6,50	11,09	461,45	-0,009	81,847	38,809	81,834	38,849
0,9861	1,09878	6,48	11,02	459,74	-0,002	81,844	38,907	81,842	38,927
1,0000	1,10063	6,47	10,97	458,63	0,000	81,844	38,965	81,844	

Tabela A1 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  metanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ metanol									
$T = 288,15 \text{ K e } p = 35 \text{ MPa}$									
0,0000	0,82362	8,13	10,01	319,91	0,000	81,324	38,901		38,901
0,0253	0,83822	8,03	9,97	323,10	-0,005	81,282	38,902	81,374	38,896
0,0503	0,85195	7,93	9,95	326,62	-0,013	81,249	38,903	81,323	38,887
0,0745	0,86456	7,84	9,94	330,33	-0,021	81,224	38,905	81,306	38,879
0,1010	0,87783	7,75	9,94	334,71	-0,035	81,203	38,907	81,247	38,863
0,1502	0,90056	7,59	9,97	343,56	-0,055	81,183	38,909	81,219	38,836
0,2059	0,92397	7,42	10,04	354,55	-0,080	81,185	38,909	81,201	38,801
0,2500	0,94091	7,31	10,11	363,77	-0,099	81,202	38,904	81,193	38,769
0,3004	0,95861	7,18	10,21	374,68	-0,112	81,234	38,892	81,215	38,741
0,3426	0,97232	7,09	10,31	383,99	-0,124	81,269	38,875	81,228	38,713
0,3984	0,98912	6,98	10,44	396,36	-0,137	81,323	38,843	81,244	38,673
0,4514	1,00371	6,88	10,57	407,91	-0,146	81,378	38,802	81,264	38,635
0,5054	1,01742	6,79	10,70	419,28	-0,153	81,435	38,750	81,286	38,593
0,5509	1,02811	6,72	10,80	428,37	-0,154	81,480	38,700	81,309	38,559
0,6002	1,03885	6,64	10,90	437,53	-0,148	81,523	38,641	81,342	38,532
0,6469	1,04827	6,58	10,98	445,40	-0,133	81,558	38,584	81,382	38,524
0,6993	1,05808	6,52	11,04	453,09	-0,112	81,587	38,524	81,429	38,530
0,7496	1,06696	6,46	11,08	459,14	-0,094	81,605	38,478	81,463	38,527
0,7990	1,07504	6,41	11,09	463,63	-0,068	81,612	38,454	81,503	38,561
0,8370	1,08099	6,37	11,08	465,99	-0,051	81,611	38,456	81,527	38,589
0,9093	1,09168	6,31	11,00	467,51	-0,024	81,601	38,535	81,562	38,638
0,9239	1,09373	6,30	10,98	467,31	-0,018	81,598	38,566	81,569	38,666
0,9575	1,09838	6,27	10,90	466,15	-0,008	81,592	38,663	81,579	38,702
0,9861	1,10223	6,25	10,83	464,36	-0,002	81,589	38,777	81,587	38,780
1,0000	1,10408	6,24	10,78	463,22	0,000	81,588	38,845	81,588	

Tabela A1 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  metanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ metanol $T = 288,15 \text{ K e } p = 40 \text{ MPa}$									
0,0000	0,82704	7,80	9,83	323,43	0,000	81,168	38,740		38,740
0,0253	0,84160	7,70	9,79	326,51	-0,003	81,089	38,741	81,228	38,737
0,0503	0,85533	7,61	9,77	329,94	-0,011	81,030	38,744	81,130	38,729
0,0745	0,86795	7,53	9,76	333,58	-0,018	80,988	38,746	81,097	38,721
0,1010	0,88123	7,44	9,76	337,91	-0,032	80,957	38,749	81,029	38,705
0,1502	0,90397	7,29	9,79	346,71	-0,053	80,930	38,753	80,992	38,678
0,2059	0,92740	7,14	9,85	357,72	-0,077	80,936	38,752	80,968	38,643
0,2500	0,94434	7,03	9,93	367,00	-0,097	80,959	38,745	80,956	38,611
0,3004	0,96205	6,91	10,03	378,02	-0,111	80,997	38,730	80,974	38,582
0,3426	0,97572	6,83	10,13	387,43	-0,120	81,035	38,712	80,993	38,558
0,3984	0,99253	6,72	10,26	399,96	-0,135	81,090	38,680	81,006	38,517
0,4514	1,00707	6,63	10,39	411,69	-0,142	81,144	38,640	81,030	38,482
0,5054	1,02079	6,54	10,51	423,24	-0,149	81,196	38,592	81,049	38,439
0,5509	1,03149	6,47	10,62	432,48	-0,151	81,238	38,545	81,070	38,405
0,6002	1,04219	6,41	10,71	441,81	-0,143	81,279	38,490	81,106	38,384
0,6469	1,05161	6,35	10,79	449,81	-0,129	81,312	38,436	81,144	38,375
0,6993	1,06143	6,29	10,86	457,64	-0,109	81,340	38,377	81,188	38,379
0,7496	1,07031	6,24	10,90	463,79	-0,092	81,358	38,329	81,221	38,374
0,7990	1,07840	6,19	10,91	468,34	-0,068	81,367	38,301	81,259	38,404
0,8370	1,08434	6,15	10,90	470,72	-0,051	81,368	38,299	81,283	38,428
0,9093	1,09499	6,09	10,82	472,22	-0,022	81,357	38,375	81,320	38,498
0,9239	1,09704	6,08	10,80	472,00	-0,016	81,354	38,408	81,326	38,526
0,9575	1,10169	6,05	10,73	470,78	-0,008	81,348	38,513	81,336	38,562
0,9861	1,10555	6,03	10,65	468,92	-0,001	81,344	38,643	81,342	38,640
1,0000	1,10740	6,02	10,61	467,73	0,000	81,344	38,721	81,344	

Tabela A1 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  metanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ metanol									
$T = 293,15 \text{ K e } p = 0,1 \text{ MPa}$									
0,0000	0,79118	12,09	11,96	289,79	0,000	83,539	40,496		40,496
0,0253	0,80571	11,89	11,92	293,68	-0,013	83,624	40,495	83,674	40,483
0,0503	0,81938	11,70	11,89	297,70	-0,027	83,680	40,493	83,636	40,467
0,0745	0,83194	11,53	11,87	301,75	-0,041	83,715	40,491	83,633	40,452
0,1010	0,84499	11,35	11,87	306,36	-0,053	83,739	40,489	83,663	40,438
0,1502	0,86743	11,05	11,89	315,26	-0,072	83,756	40,486	83,705	40,412
0,2059	0,89058	10,74	11,95	325,82	-0,095	83,763	40,485	83,720	40,376
0,2500	0,90739	10,53	12,02	334,41	-0,116	83,772	40,482	83,718	40,342
0,3004	0,92501	10,31	12,11	344,36	-0,133	83,796	40,473	83,741	40,307
0,3426	0,93866	10,14	12,20	352,69	-0,146	83,828	40,457	83,757	40,275
0,3984	0,95538	9,94	12,33	363,61	-0,161	83,885	40,424	83,779	40,229
0,4514	0,96990	9,77	12,45	373,68	-0,170	83,949	40,377	83,806	40,187
0,5054	0,98354	9,61	12,58	383,50	-0,175	84,016	40,315	83,836	40,142
0,5509	0,99414	9,49	12,67	391,29	-0,172	84,069	40,255	83,871	40,114
0,6002	1,00483	9,37	12,76	399,13	-0,163	84,119	40,188	83,911	40,089
0,6469	1,01425	9,27	12,84	405,85	-0,148	84,156	40,127	83,953	40,076
0,6993	1,02407	9,17	12,90	412,42	-0,126	84,183	40,071	84,003	40,078
0,7496	1,03291	9,07	12,93	417,63	-0,103	84,196	40,037	84,044	40,083
0,7990	1,04106	8,99	12,93	421,55	-0,080	84,199	40,028	84,082	40,096
0,8370	1,04702	8,93	12,91	423,69	-0,063	84,197	40,040	84,107	40,112
0,9093	1,05771	8,83	12,81	425,38	-0,032	84,188	40,103	84,147	40,138
0,9239	1,05975	8,81	12,78	425,32	-0,025	84,186	40,121	84,155	40,168
0,9575	1,06438	8,77	12,70	424,62	-0,012	84,183	40,164	84,169	40,205
0,9861	1,06822	8,73	12,61	423,40	-0,003	84,182	40,199	84,179	40,287
1,0000	1,07006	8,71	12,56	422,59	0,000	84,182	40,214	84,182	

Tabela A1 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  metanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ metanol $T = 293,15 \text{ K e } p = 5 \text{ MPa}$									
0,0000	0,79597	11,36	11,58	293,83	0,000	83,274	40,253		40,253
0,0253	0,81046	11,18	11,54	297,58	-0,010	83,329	40,252	83,439	40,243
0,0503	0,82413	11,01	11,51	301,50	-0,024	83,365	40,251	83,350	40,227
0,0745	0,83669	10,86	11,50	305,47	-0,037	83,385	40,249	83,329	40,213
0,1010	0,84975	10,70	11,49	310,02	-0,048	83,397	40,248	83,347	40,199
0,1502	0,87218	10,42	11,52	318,85	-0,067	83,404	40,247	83,377	40,173
0,2059	0,89535	10,15	11,58	329,42	-0,091	83,407	40,246	83,382	40,138
0,2500	0,91216	9,96	11,65	338,05	-0,112	83,418	40,243	83,376	40,103
0,3004	0,92973	9,76	11,75	348,08	-0,127	83,444	40,233	83,404	40,072
0,3426	0,94338	9,60	11,84	356,51	-0,140	83,477	40,218	83,416	40,039
0,3984	0,96011	9,42	11,97	367,58	-0,156	83,534	40,184	83,433	39,993
0,4514	0,97463	9,26	12,10	377,82	-0,166	83,597	40,137	83,456	39,949
0,5054	0,98823	9,12	12,22	387,82	-0,170	83,663	40,076	83,488	39,908
0,5509	0,99883	9,01	12,32	395,76	-0,168	83,715	40,018	83,520	39,879
0,6002	1,00948	8,90	12,41	403,76	-0,157	83,764	39,952	83,563	39,859
0,6469	1,01890	8,81	12,49	410,61	-0,144	83,800	39,892	83,602	39,845
0,6993	1,02872	8,71	12,55	417,31	-0,123	83,827	39,836	83,649	39,843
0,7496	1,03751	8,63	12,59	422,61	-0,099	83,841	39,801	83,693	39,857
0,7990	1,04566	8,55	12,59	426,60	-0,078	83,844	39,791	83,728	39,867
0,8370	1,05163	8,50	12,57	428,75	-0,061	83,842	39,802	83,752	39,878
0,9093	1,06227	8,40	12,48	430,41	-0,030	83,832	39,871	83,793	39,927
0,9239	1,06431	8,38	12,45	430,33	-0,023	83,830	39,891	83,801	39,956
0,9575	1,06894	8,34	12,37	429,57	-0,011	83,827	39,945	83,814	39,993
0,9861	1,07278	8,31	12,28	428,26	-0,002	83,825	39,995	83,823	40,074
1,0000	1,07462	8,29	12,23	427,40	0,000	83,825	40,020	83,825	

Tabela A1 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  metanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ metanol									
$T = 293,15 \text{ K e } p = 10 \text{ MPa}$									
0,0000	0,80047	10,70	11,24	297,84	0,000	83,009	40,027		40,027
0,0253	0,81495	10,54	11,20	301,46	-0,009	83,047	40,026	83,127	40,017
0,0503	0,82858	10,39	11,17	305,27	-0,020	83,069	40,025	83,085	40,005
0,0745	0,84114	10,25	11,16	309,16	-0,033	83,079	40,025	83,046	39,991
0,1010	0,85420	10,10	11,15	313,64	-0,044	83,082	40,025	83,053	39,978
0,1502	0,87665	9,86	11,18	322,41	-0,063	83,078	40,025	83,071	39,953
0,2059	0,89982	9,61	11,25	332,98	-0,087	83,075	40,026	83,069	39,917
0,2500	0,91663	9,44	11,32	341,66	-0,108	83,083	40,023	83,058	39,883
0,3004	0,93421	9,25	11,42	351,78	-0,123	83,108	40,014	83,081	39,851
0,3426	0,94786	9,11	11,51	360,31	-0,137	83,141	39,998	83,090	39,818
0,3984	0,96454	8,95	11,64	371,54	-0,151	83,199	39,964	83,111	39,776
0,4514	0,97907	8,80	11,77	381,94	-0,162	83,263	39,916	83,131	39,731
0,5054	0,99267	8,67	11,90	392,12	-0,167	83,330	39,855	83,160	39,689
0,5509	1,00327	8,57	12,00	400,22	-0,166	83,383	39,796	83,190	39,658
0,6002	1,01392	8,47	12,09	408,37	-0,156	83,432	39,729	83,230	39,636
0,6469	1,02330	8,39	12,17	415,36	-0,141	83,468	39,669	83,272	39,627
0,6993	1,03307	8,30	12,23	422,20	-0,118	83,496	39,612	83,321	39,634
0,7496	1,04186	8,22	12,27	427,60	-0,096	83,510	39,577	83,363	39,645
0,7990	1,05001	8,15	12,27	431,65	-0,076	83,512	39,568	83,396	39,651
0,8370	1,05593	8,10	12,26	433,82	-0,057	83,509	39,582	83,423	39,680
0,9093	1,06658	8,01	12,17	435,45	-0,027	83,498	39,661	83,460	39,729
0,9239	1,06862	7,99	12,14	435,34	-0,020	83,496	39,685	83,468	39,758
0,9575	1,07325	7,95	12,06	434,51	-0,010	83,492	39,749	83,480	39,795
0,9861	1,07709	7,92	11,97	433,13	-0,002	83,490	39,811	83,488	39,875
1,0000	1,07893	7,91	11,93	432,22	0,000	83,490	39,842	83,490	

Tabela A1 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  metanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ metanol $T = 293,15 \text{ K e } p = 15 \text{ MPa}$									
0,0000	0,80452	10,12	10,93	301,73	0,000	82,775	39,825		39,825
0,0253	0,81901	9,97	10,89	305,22	-0,008	82,792	39,825	82,845	39,817
0,0503	0,83264	9,83	10,86	308,93	-0,019	82,797	39,825	82,802	39,805
0,0745	0,84515	9,71	10,85	312,75	-0,028	82,795	39,825	82,794	39,794
0,1010	0,85822	9,58	10,85	317,16	-0,039	82,789	39,826	82,791	39,782
0,1502	0,88067	9,36	10,88	325,87	-0,057	82,773	39,828	82,797	39,758
0,2059	0,90390	9,13	10,95	336,44	-0,083	82,765	39,829	82,775	39,721
0,2500	0,92072	8,97	11,02	345,16	-0,103	82,771	39,827	82,762	39,687
0,3004	0,93830	8,80	11,12	355,38	-0,118	82,795	39,818	82,782	39,656
0,3426	0,95196	8,67	11,22	364,00	-0,132	82,828	39,803	82,789	39,624
0,3984	0,96864	8,52	11,35	375,40	-0,147	82,886	39,769	82,808	39,582
0,4514	0,98317	8,39	11,48	385,97	-0,158	82,949	39,722	82,826	39,538
0,5054	0,99678	8,27	11,60	396,33	-0,163	83,015	39,661	82,853	39,496
0,5509	1,00738	8,18	11,70	404,58	-0,162	83,067	39,602	82,881	39,464
0,6002	1,01804	8,08	11,80	412,89	-0,153	83,117	39,535	82,920	39,442
0,6469	1,02741	8,00	11,88	420,02	-0,139	83,154	39,475	82,961	39,432
0,6993	1,03719	7,92	11,94	426,98	-0,117	83,182	39,417	83,009	39,437
0,7496	1,04598	7,85	11,98	432,49	-0,095	83,196	39,380	83,049	39,446
0,7990	1,05409	7,78	11,99	436,60	-0,072	83,199	39,369	83,085	39,466
0,8370	1,06001	7,73	11,97	438,80	-0,054	83,197	39,382	83,111	39,495
0,9093	1,07066	7,65	11,88	440,38	-0,026	83,185	39,466	83,148	39,544
0,9239	1,07270	7,63	11,85	440,26	-0,019	83,183	39,492	83,155	39,573
0,9575	1,07733	7,60	11,78	439,36	-0,009	83,178	39,566	83,166	39,609
0,9861	1,08117	7,57	11,69	437,90	-0,002	83,176	39,640	83,174	39,690
1,0000	1,08301	7,55	11,65	436,95	0,000	83,176	39,680	83,176	

Tabela A1 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  metanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ metanol									
$T = 293,15 \text{ K e } p = 20 \text{ MPa}$									
0,0000	0,80843	9,59	10,65	305,52	0,000	82,491	39,633		39,633
0,0253	0,82293	9,46	10,61	308,88	-0,008	82,505	39,632	82,560	39,625
0,0503	0,83657	9,34	10,59	312,49	-0,018	82,507	39,632	82,516	39,614
0,0745	0,84909	9,22	10,58	316,23	-0,027	82,503	39,633	82,507	39,604
0,1010	0,86217	9,10	10,58	320,58	-0,037	82,494	39,633	82,501	39,592
0,1502	0,88464	8,90	10,61	329,23	-0,054	82,475	39,636	82,505	39,569
0,2059	0,90788	8,70	10,67	339,80	-0,079	82,464	39,639	82,480	39,533
0,2500	0,92471	8,55	10,75	348,58	-0,100	82,468	39,637	82,465	39,499
0,3004	0,94231	8,39	10,85	358,88	-0,114	82,489	39,629	82,484	39,469
0,3426	0,95598	8,28	10,94	367,61	-0,129	82,520	39,614	82,489	39,437
0,3984	0,97268	8,14	11,08	379,16	-0,143	82,575	39,582	82,506	39,395
0,4514	0,98722	8,01	11,21	389,90	-0,154	82,637	39,536	82,523	39,351
0,5054	1,00083	7,90	11,33	400,44	-0,160	82,702	39,476	82,548	39,309
0,5509	1,01144	7,82	11,43	408,84	-0,159	82,755	39,417	82,575	39,278
0,6002	1,02211	7,73	11,53	417,31	-0,151	82,804	39,350	82,612	39,255
0,6469	1,03149	7,66	11,61	424,58	-0,137	82,842	39,288	82,652	39,244
0,6993	1,04128	7,58	11,68	431,68	-0,116	82,871	39,228	82,699	39,247
0,7496	1,05008	7,51	11,71	437,28	-0,095	82,886	39,189	82,738	39,254
0,7990	1,05813	7,45	11,72	441,46	-0,069	82,890	39,177	82,778	39,288
0,8370	1,06406	7,40	11,71	443,68	-0,052	82,887	39,190	82,803	39,316
0,9093	1,07472	7,32	11,62	445,23	-0,024	82,875	39,279	82,838	39,366
0,9239	1,07676	7,31	11,60	445,09	-0,018	82,872	39,308	82,845	39,394
0,9575	1,08140	7,27	11,52	444,13	-0,009	82,867	39,390	82,855	39,431
0,9861	1,08523	7,25	11,44	442,59	-0,002	82,865	39,475	82,863	39,511
1,0000	1,08708	7,23	11,39	441,59	0,000	82,864	39,522	82,864	

Tabela A1 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  metanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ metanol $T = 293,15 \text{ K e } p = 25 \text{ MPa}$									
0,0000	0,81234	9,13	10,41	309,21	0,000	82,259	39,441		39,441
0,0253	0,82685	9,01	10,37	312,45	-0,007	82,247	39,442	82,295	39,434
0,0503	0,84049	8,89	10,34	315,96	-0,016	82,232	39,442	82,248	39,425
0,0745	0,85302	8,79	10,33	319,62	-0,024	82,216	39,443	82,238	39,415
0,1010	0,86610	8,68	10,33	323,91	-0,034	82,199	39,445	82,230	39,404
0,1502	0,88856	8,49	10,36	332,50	-0,050	82,175	39,448	82,231	39,383
0,2059	0,91186	8,30	10,43	343,08	-0,077	82,165	39,450	82,190	39,344
0,2500	0,92869	8,17	10,50	351,90	-0,097	82,173	39,448	82,175	39,312
0,3004	0,94629	8,03	10,60	362,29	-0,112	82,198	39,438	82,193	39,282
0,3426	0,95996	7,92	10,70	371,12	-0,126	82,231	39,422	82,198	39,250
0,3984	0,97666	7,79	10,83	382,83	-0,140	82,287	39,389	82,214	39,209
0,4514	0,99116	7,67	10,96	393,74	-0,148	82,348	39,344	82,235	39,171
0,5054	1,00477	7,57	11,09	404,46	-0,154	82,411	39,287	82,259	39,130
0,5509	1,01538	7,49	11,19	413,02	-0,154	82,460	39,231	82,285	39,099
0,6002	1,02605	7,41	11,29	421,64	-0,146	82,507	39,167	82,321	39,076
0,6469	1,03543	7,34	11,36	429,05	-0,132	82,543	39,109	82,359	39,066
0,6993	1,04522	7,26	11,43	436,28	-0,112	82,571	39,051	82,404	39,070
0,7496	1,05402	7,20	11,47	441,99	-0,091	82,585	39,014	82,442	39,077
0,7990	1,06208	7,14	11,48	446,23	-0,067	82,589	39,001	82,481	39,110
0,8370	1,06801	7,10	11,47	448,47	-0,049	82,587	39,012	82,505	39,139
0,9093	1,07867	7,03	11,38	449,99	-0,023	82,575	39,099	82,539	39,188
0,9239	1,08071	7,01	11,36	449,83	-0,017	82,572	39,128	82,546	39,217
0,9575	1,08534	6,98	11,28	448,80	-0,008	82,567	39,211	82,556	39,253
0,9861	1,08918	6,95	11,20	447,18	-0,002	82,565	39,301	82,563	39,333
1,0000	1,09103	6,94	11,16	446,14	0,000	82,564	39,351	82,564	

Tabela A1 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  metanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ metanol									
$T = 293,15 \text{ K e } p = 30 \text{ MPa}$									
0,0000	0,81593	8,71	10,18	312,81	0,000	82,014	39,268		39,268
0,0253	0,83045	8,59	10,14	315,92	-0,006	81,993	39,268	82,038	39,261
0,0503	0,84410	8,49	10,12	319,33	-0,015	81,971	39,269	81,990	39,252
0,0745	0,85663	8,39	10,10	322,92	-0,023	81,950	39,270	81,978	39,243
0,1010	0,86972	8,29	10,10	327,15	-0,032	81,929	39,272	81,969	39,232
0,1502	0,89220	8,12	10,13	335,68	-0,048	81,902	39,276	81,967	39,212
0,2059	0,91551	7,95	10,20	346,27	-0,074	81,891	39,278	81,924	39,175
0,2500	0,93236	7,82	10,27	355,13	-0,094	81,899	39,276	81,908	39,143
0,3004	0,94997	7,69	10,38	365,62	-0,108	81,925	39,266	81,924	39,113
0,3426	0,96365	7,59	10,47	374,55	-0,122	81,959	39,250	81,927	39,082
0,3984	0,98036	7,46	10,60	386,42	-0,137	82,015	39,217	81,941	39,041
0,4514	0,99486	7,36	10,73	397,50	-0,145	82,075	39,172	81,962	39,003
0,5054	1,00844	7,26	10,86	408,40	-0,149	82,137	39,115	81,990	38,968
0,5509	1,01905	7,19	10,96	417,11	-0,148	82,185	39,061	82,014	38,937
0,6002	1,02973	7,11	11,06	425,89	-0,141	82,231	39,000	82,049	38,915
0,6469	1,03912	7,05	11,14	433,44	-0,128	82,265	38,943	82,086	38,905
0,6993	1,04891	6,98	11,21	440,80	-0,108	82,291	38,889	82,129	38,909
0,7496	1,05772	6,92	11,25	446,61	-0,088	82,305	38,853	82,166	38,916
0,7990	1,06578	6,86	11,26	450,91	-0,064	82,308	38,842	82,204	38,950
0,8370	1,07171	6,82	11,25	453,18	-0,047	82,306	38,854	82,227	38,978
0,9093	1,08238	6,75	11,16	454,67	-0,022	82,294	38,940	82,260	39,028
0,9239	1,08442	6,74	11,14	454,49	-0,016	82,292	38,968	82,266	39,056
0,9575	1,08906	6,71	11,06	453,40	-0,007	82,286	39,049	82,276	39,092
0,9861	1,09290	6,68	10,98	451,70	-0,001	82,284	39,136	82,282	39,171
1,0000	1,09475	6,67	10,94	450,61	0,000	82,284	39,184	82,284	

Tabela A1 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  metanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ metanol $T = 293,15 \text{ K e } p = 35 \text{ MPa}$									
0,0000	0,81932	8,32	9,97	316,32	0,000	81,786	39,106		39,106
0,0253	0,83384	8,22	9,93	319,30	-0,005	81,751	39,106	81,798	39,100
0,0503	0,84749	8,12	9,91	322,62	-0,013	81,720	39,107	81,749	39,092
0,0745	0,86004	8,03	9,90	326,13	-0,021	81,693	39,109	81,736	39,083
0,1010	0,87313	7,94	9,90	330,30	-0,029	81,669	39,112	81,725	39,073
0,1502	0,89568	7,78	9,92	338,78	-0,047	81,638	39,116	81,704	39,051
0,2059	0,91900	7,62	9,99	349,37	-0,072	81,628	39,118	81,664	39,015
0,2500	0,93581	7,50	10,06	358,29	-0,089	81,636	39,115	81,658	38,987
0,3004	0,95348	7,38	10,17	368,87	-0,106	81,663	39,105	81,663	38,955
0,3426	0,96716	7,29	10,26	377,90	-0,119	81,696	39,089	81,666	38,924
0,3984	0,98388	7,17	10,39	389,93	-0,133	81,751	39,057	81,680	38,884
0,4514	0,99840	7,07	10,52	401,18	-0,142	81,809	39,014	81,700	38,847
0,5054	1,01198	6,98	10,65	412,26	-0,145	81,869	38,958	81,727	38,812
0,5509	1,02260	6,91	10,75	421,12	-0,145	81,918	38,904	81,751	38,782
0,6002	1,03328	6,84	10,85	430,06	-0,138	81,963	38,842	81,784	38,760
0,6469	1,04268	6,78	10,93	437,74	-0,125	81,999	38,784	81,821	38,751
0,6993	1,05248	6,71	11,00	445,24	-0,106	82,027	38,726	81,864	38,755
0,7496	1,06124	6,66	11,04	451,15	-0,083	82,042	38,687	81,904	38,776
0,7990	1,06931	6,60	11,05	455,52	-0,059	82,046	38,674	81,941	38,813
0,8370	1,07529	6,57	11,04	457,81	-0,046	82,043	38,688	81,960	38,824
0,9093	1,08591	6,50	10,96	459,27	-0,017	82,029	38,792	81,995	38,913
0,9239	1,08796	6,49	10,93	459,07	-0,012	82,025	38,829	82,002	38,949
0,9575	1,09260	6,46	10,86	457,91	-0,003	82,019	38,937	82,011	39,024
0,9861	1,09644	6,44	10,78	456,14	0,002	82,015	39,057	82,017	39,283
1,0000	1,09834	6,42	10,74	455,01	0,000	82,015	39,126	82,015	

Tabela A1 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  metanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ metanol									
$T = 293,15 \text{ K e } p = 40 \text{ MPa}$									
0,0000	0,82248	7,97	9,78	319,74	0,000	81,559	38,955		38,955
0,0253	0,83702	7,88	9,74	322,61	-0,005	81,513	38,956	81,556	38,950
0,0503	0,85069	7,79	9,72	325,82	-0,012	81,474	38,957	81,506	38,942
0,0745	0,86325	7,71	9,71	329,26	-0,020	81,443	38,959	81,492	38,934
0,1010	0,87636	7,62	9,70	333,38	-0,028	81,416	38,962	81,481	38,924
0,1502	0,89894	7,47	9,73	341,80	-0,044	81,385	38,966	81,458	38,903
0,2059	0,92229	7,32	9,80	352,40	-0,070	81,376	38,968	81,416	38,868
0,2500	0,93911	7,21	9,87	361,36	-0,086	81,385	38,965	81,409	38,840
0,3004	0,95680	7,10	9,97	372,04	-0,102	81,411	38,955	81,413	38,809
0,3426	0,97051	7,01	10,07	381,17	-0,116	81,443	38,940	81,415	38,779
0,3984	0,98725	6,90	10,20	393,36	-0,130	81,495	38,910	81,428	38,739
0,4514	1,00178	6,81	10,33	404,78	-0,139	81,550	38,868	81,446	38,702
0,5054	1,01538	6,72	10,46	416,04	-0,142	81,609	38,815	81,473	38,668
0,5509	1,02601	6,66	10,56	425,05	-0,142	81,656	38,762	81,496	38,638
0,6002	1,03670	6,59	10,66	434,15	-0,135	81,702	38,699	81,529	38,617
0,6469	1,04611	6,53	10,74	441,97	-0,123	81,739	38,639	81,564	38,608
0,6993	1,05592	6,47	10,81	449,60	-0,103	81,769	38,576	81,607	38,612
0,7496	1,06469	6,42	10,85	455,61	-0,081	81,786	38,532	81,646	38,633
0,7990	1,07277	6,37	10,86	460,04	-0,057	81,792	38,514	81,682	38,670
0,8370	1,07871	6,33	10,85	462,36	-0,041	81,789	38,528	81,705	38,703
0,9093	1,08935	6,27	10,77	463,80	-0,013	81,772	38,651	81,740	38,809
0,9239	1,09139	6,25	10,74	463,57	-0,008	81,768	38,696	81,746	38,853
0,9575	1,09604	6,23	10,67	462,35	0,000	81,759	38,832	81,755	38,966
0,9861	1,09994	6,21	10,59	460,51	0,003	81,755	38,991	81,757	39,138
1,0000	1,10184	6,19	10,55	459,33	0,000	81,754	39,083	81,754	

Tabela A1 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  metanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ metanol $T = 298,15 \text{ K e } p = 0,1 \text{ MPa}$									
0,0000	0,78676	12,52	12,03	286,36	0,000	84,132	40,724		40,724
0,0253	0,80112	12,32	11,99	290,09	-0,010	84,199	40,723	84,327	40,714
0,0503	0,81467	12,12	11,96	293,96	-0,023	84,242	40,721	84,244	40,699
0,0745	0,82715	11,95	11,94	297,86	-0,038	84,268	40,720	84,196	40,683
0,1010	0,84009	11,77	11,94	302,30	-0,048	84,284	40,718	84,227	40,670
0,1502	0,86234	11,46	11,96	310,89	-0,067	84,293	40,717	84,261	40,645
0,2059	0,88536	11,16	12,02	321,11	-0,093	84,295	40,717	84,256	40,607
0,2500	0,90200	10,94	12,09	329,42	-0,111	84,302	40,714	84,263	40,576
0,3004	0,91949	10,71	12,19	339,06	-0,128	84,324	40,706	84,280	40,541
0,3426	0,93301	10,54	12,28	347,13	-0,140	84,355	40,691	84,297	40,511
0,3984	0,94956	10,34	12,41	357,71	-0,152	84,410	40,659	84,324	40,471
0,4514	0,96401	10,16	12,53	367,48	-0,164	84,472	40,613	84,343	40,426
0,5054	0,97758	10,01	12,66	377,00	-0,171	84,538	40,552	84,366	40,377
0,5509	0,98815	9,88	12,75	384,57	-0,172	84,591	40,492	84,393	40,341
0,6002	0,99873	9,76	12,85	392,17	-0,161	84,642	40,424	84,437	40,320
0,6469	1,00804	9,66	12,92	398,69	-0,144	84,679	40,362	84,483	40,316
0,6993	1,01779	9,55	12,98	405,07	-0,122	84,708	40,303	84,531	40,317
0,7496	1,02656	9,46	13,01	410,12	-0,100	84,723	40,265	84,572	40,323
0,7990	1,03465	9,37	13,02	413,92	-0,078	84,726	40,253	84,609	40,338
0,8370	1,04055	9,31	13,00	415,99	-0,059	84,724	40,265	84,635	40,362
0,9093	1,05117	9,20	12,90	417,63	-0,030	84,714	40,340	84,673	40,392
0,9239	1,05321	9,18	12,87	417,57	-0,024	84,711	40,363	84,680	40,413
0,9575	1,05778	9,14	12,78	416,89	-0,009	84,708	40,425	84,696	40,501
0,9861	1,06161	9,10	12,69	415,70	-0,002	84,706	40,484	84,704	40,584
1,0000	1,06345	9,08	12,64	414,91	0,000	84,706	40,514	84,706	

Tabela A1 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  metanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ metanol									
$T = 298,15 \text{ K e } p = 5 \text{ MPa}$									
0,0000	0,79152	11,74	11,63	290,32	0,000	83,826	40,479		40,479
0,0253	0,80588	11,55	11,58	293,90	-0,009	83,874	40,479	83,998	40,470
0,0503	0,81942	11,38	11,55	297,65	-0,022	83,904	40,477	83,913	40,456
0,0745	0,83191	11,23	11,54	301,46	-0,036	83,922	40,476	83,863	40,440
0,1010	0,84485	11,07	11,54	305,83	-0,046	83,931	40,475	83,890	40,428
0,1502	0,86710	10,79	11,56	314,35	-0,064	83,936	40,475	83,920	40,404
0,2059	0,89012	10,52	11,62	324,55	-0,089	83,938	40,474	83,911	40,367
0,2500	0,90675	10,32	11,70	332,90	-0,108	83,948	40,471	83,915	40,336
0,3004	0,92424	10,12	11,80	342,61	-0,125	83,971	40,462	83,929	40,301
0,3426	0,93777	9,96	11,89	350,78	-0,137	84,002	40,448	83,943	40,270
0,3984	0,95426	9,78	12,02	361,51	-0,148	84,056	40,416	83,974	40,234
0,4514	0,96871	9,62	12,15	371,44	-0,160	84,116	40,371	83,991	40,188
0,5054	0,98228	9,48	12,27	381,14	-0,169	84,180	40,312	84,011	40,138
0,5509	0,99280	9,37	12,37	388,85	-0,167	84,232	40,255	84,042	40,107
0,6002	1,00339	9,26	12,47	396,60	-0,157	84,281	40,188	84,083	40,086
0,6469	1,01269	9,16	12,54	403,26	-0,141	84,318	40,126	84,126	40,079
0,6993	1,02244	9,06	12,61	409,76	-0,121	84,347	40,066	84,172	40,077
0,7496	1,03116	8,98	12,64	414,91	-0,097	84,363	40,026	84,215	40,092
0,7990	1,03925	8,90	12,65	418,77	-0,076	84,367	40,012	84,250	40,103
0,8370	1,04515	8,84	12,63	420,86	-0,058	84,365	40,022	84,275	40,123
0,9093	1,05573	8,74	12,53	422,46	-0,028	84,354	40,101	84,314	40,176
0,9239	1,05776	8,72	12,50	422,38	-0,021	84,352	40,127	84,321	40,197
0,9575	1,06233	8,68	12,42	421,63	-0,008	84,347	40,200	84,336	40,284
0,9861	1,06616	8,64	12,33	420,36	-0,002	84,345	40,276	84,343	40,366
1,0000	1,06800	8,63	12,28	419,52	0,000	84,345	40,317	84,345	

Tabela A1 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  metanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ metanol $T = 298,15 \text{ K e } p = 10 \text{ MPa}$									
0,0000	0,79580	11,03	11,26	294,22	0,000	83,527	40,261		40,261
0,0253	0,81017	10,87	11,22	297,66	-0,008	83,559	40,261	83,689	40,253
0,0503	0,82372	10,72	11,19	301,30	-0,020	83,577	40,260	83,602	40,241
0,0745	0,83621	10,58	11,18	305,03	-0,033	83,586	40,260	83,551	40,226
0,1010	0,84921	10,43	11,18	309,32	-0,044	83,588	40,259	83,551	40,212
0,1502	0,87147	10,19	11,20	317,76	-0,061	83,584	40,260	83,585	40,190
0,2059	0,89450	9,94	11,27	327,95	-0,085	83,582	40,260	83,576	40,154
0,2500	0,91119	9,76	11,34	336,34	-0,105	83,591	40,257	83,569	40,121
0,3004	0,92868	9,58	11,44	346,13	-0,122	83,616	40,248	83,584	40,087
0,3426	0,94222	9,44	11,54	354,39	-0,134	83,649	40,232	83,598	40,057
0,3984	0,95877	9,27	11,67	365,28	-0,147	83,705	40,199	83,621	40,017
0,4514	0,97322	9,13	11,80	375,37	-0,159	83,766	40,154	83,638	39,971
0,5054	0,98675	8,99	11,92	385,24	-0,165	83,831	40,094	83,664	39,928
0,5509	0,99728	8,89	12,02	393,10	-0,163	83,882	40,037	83,694	39,898
0,6002	1,00787	8,79	12,12	401,02	-0,154	83,931	39,971	83,734	39,877
0,6469	1,01717	8,70	12,20	407,80	-0,138	83,967	39,912	83,777	39,871
0,6993	1,02693	8,61	12,26	414,44	-0,118	83,995	39,855	83,822	39,869
0,7496	1,03566	8,53	12,30	419,68	-0,094	84,009	39,818	83,864	39,884
0,7990	1,04374	8,46	12,30	423,61	-0,073	84,012	39,806	83,898	39,896
0,8370	1,04965	8,41	12,29	425,72	-0,056	84,010	39,818	83,923	39,916
0,9093	1,06023	8,31	12,20	427,29	-0,027	83,999	39,897	83,961	39,968
0,9239	1,06227	8,30	12,17	427,18	-0,021	83,997	39,922	83,968	39,989
0,9575	1,06684	8,26	12,09	426,37	-0,008	83,992	39,991	83,982	40,076
0,9861	1,07067	8,22	12,00	425,01	-0,001	83,990	40,061	83,989	40,157
1,0000	1,07251	8,21	11,95	424,13	0,000	83,990	40,099	83,990	

Tabela A1 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  metanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ metanol									
$T = 298,15 \text{ K e } p = 15 \text{ MPa}$									
0,0000	0,80013	10,41	10,93	298,01	0,000	83,239	40,043		40,043
0,0253	0,81450	10,27	10,89	301,31	-0,007	83,261	40,043	83,389	40,036
0,0503	0,82805	10,13	10,87	304,84	-0,018	83,271	40,043	83,301	40,024
0,0745	0,84055	10,00	10,85	308,48	-0,031	83,274	40,043	83,248	40,010
0,1010	0,85354	9,87	10,85	312,70	-0,042	83,271	40,043	83,245	39,997
0,1502	0,87580	9,65	10,88	321,07	-0,058	83,262	40,044	83,275	39,975
0,2059	0,89884	9,42	10,95	331,25	-0,082	83,258	40,045	83,263	39,940
0,2500	0,91553	9,26	11,02	339,67	-0,102	83,267	40,042	83,253	39,907
0,3004	0,93303	9,10	11,12	349,55	-0,119	83,292	40,032	83,265	39,873
0,3426	0,94656	8,97	11,22	357,90	-0,131	83,325	40,017	83,278	39,843
0,3984	0,96312	8,81	11,35	368,94	-0,145	83,382	39,983	83,298	39,803
0,4514	0,97752	8,68	11,48	379,19	-0,154	83,444	39,937	83,320	39,762
0,5054	0,99105	8,56	11,61	389,25	-0,161	83,508	39,878	83,343	39,718
0,5509	1,00158	8,47	11,71	397,25	-0,160	83,559	39,821	83,371	39,687
0,6002	1,01212	8,37	11,80	405,33	-0,148	83,607	39,757	83,415	39,672
0,6469	1,02143	8,29	11,88	412,25	-0,133	83,642	39,698	83,455	39,666
0,6993	1,03119	8,21	11,95	419,02	-0,115	83,669	39,642	83,498	39,662
0,7496	1,03991	8,13	11,99	424,36	-0,092	83,683	39,608	83,539	39,675
0,7990	1,04795	8,07	11,99	428,35	-0,069	83,686	39,598	83,575	39,701
0,8370	1,05386	8,02	11,98	430,48	-0,053	83,683	39,612	83,599	39,721
0,9093	1,06444	7,93	11,89	432,01	-0,025	83,671	39,697	83,635	39,773
0,9239	1,06648	7,91	11,86	431,88	-0,019	83,669	39,724	83,641	39,794
0,9575	1,07105	7,88	11,78	431,00	-0,007	83,664	39,797	83,654	39,880
0,9861	1,07488	7,85	11,70	429,57	-0,001	83,662	39,872	83,660	39,961
1,0000	1,07672	7,83	11,65	428,63	0,000	83,662	39,912	83,662	

Tabela A1 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  metanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ metanol $T = 298,15 \text{ K e } p = 20 \text{ MPa}$									
0,0000	0,80418	9,86	10,64	301,69	0,000	82,957	39,842		39,842
0,0253	0,81856	9,73	10,60	304,86	-0,006	82,966	39,842	83,084	39,835
0,0503	0,83213	9,61	10,58	308,27	-0,017	82,967	39,842	82,994	39,824
0,0745	0,84463	9,49	10,56	311,82	-0,030	82,964	39,842	82,940	39,810
0,1010	0,85759	9,37	10,56	315,98	-0,038	82,958	39,843	82,961	39,800
0,1502	0,87993	9,17	10,59	324,27	-0,056	82,946	39,844	82,963	39,776
0,2059	0,90299	8,96	10,66	334,44	-0,080	82,943	39,845	82,948	39,741
0,2500	0,91964	8,82	10,73	342,90	-0,098	82,953	39,842	82,947	39,712
0,3004	0,93716	8,66	10,83	352,86	-0,115	82,979	39,832	82,956	39,678
0,3426	0,95071	8,54	10,93	361,31	-0,127	83,011	39,817	82,966	39,648
0,3984	0,96728	8,40	11,06	372,50	-0,141	83,066	39,784	82,984	39,607
0,4514	0,98170	8,28	11,19	382,92	-0,151	83,125	39,740	83,003	39,566
0,5054	0,99520	8,17	11,32	393,15	-0,155	83,187	39,684	83,031	39,528
0,5509	1,00574	8,08	11,42	401,31	-0,155	83,236	39,629	83,056	39,496
0,6002	1,01628	7,99	11,52	409,54	-0,144	83,282	39,566	83,098	39,481
0,6469	1,02560	7,92	11,60	416,59	-0,130	83,317	39,508	83,137	39,473
0,6993	1,03537	7,84	11,66	423,49	-0,112	83,345	39,451	83,177	39,468
0,7496	1,04411	7,77	11,70	428,94	-0,091	83,359	39,414	83,217	39,479
0,7990	1,05215	7,71	11,71	432,99	-0,069	83,363	39,401	83,252	39,501
0,8370	1,05802	7,66	11,70	435,14	-0,050	83,361	39,413	83,279	39,538
0,9093	1,06861	7,58	11,61	436,64	-0,023	83,349	39,500	83,313	39,590
0,9239	1,07065	7,57	11,58	436,49	-0,018	83,346	39,529	83,319	39,611
0,9575	1,07522	7,53	11,51	435,54	-0,006	83,341	39,611	83,332	39,697
0,9861	1,07906	7,50	11,42	434,03	-0,001	83,338	39,700	83,337	39,777
1,0000	1,08090	7,49	11,38	433,05	0,000	83,338	39,748	83,338	

Tabela A1 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  metanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ metanol									
$T = 298,15 \text{ K e } p = 25 \text{ MPa}$									
0,0000	0,80804	9,37	10,38	305,27	0,000	82,683	39,651		39,651
0,0253	0,82244	9,25	10,34	308,30	-0,006	82,681	39,651	82,798	39,645
0,0503	0,83602	9,14	10,31	311,60	-0,016	82,675	39,652	82,708	39,634
0,0745	0,84853	9,03	10,30	315,07	-0,028	82,668	39,652	82,653	39,621
0,1010	0,86150	8,92	10,30	319,16	-0,036	82,659	39,653	82,672	39,611
0,1502	0,88385	8,74	10,33	327,37	-0,054	82,646	39,655	82,671	39,588
0,2059	0,90693	8,55	10,39	337,54	-0,078	82,645	39,655	82,654	39,553
0,2500	0,92360	8,41	10,47	346,04	-0,095	82,656	39,652	82,651	39,524
0,3004	0,94113	8,27	10,57	356,08	-0,112	82,682	39,642	82,658	39,491
0,3426	0,95469	8,16	10,66	364,62	-0,125	82,713	39,627	82,666	39,461
0,3984	0,97123	8,03	10,80	375,97	-0,136	82,766	39,596	82,690	39,425
0,4514	0,98566	7,92	10,93	386,55	-0,147	82,822	39,554	82,706	39,384
0,5054	0,99917	7,81	11,06	396,96	-0,151	82,882	39,499	82,732	39,345
0,5509	1,00972	7,73	11,16	405,27	-0,152	82,929	39,446	82,756	39,314
0,6002	1,02027	7,65	11,26	413,65	-0,141	82,975	39,384	82,796	39,298
0,6469	1,02960	7,58	11,33	420,85	-0,128	83,010	39,326	82,834	39,289
0,6993	1,03938	7,51	11,40	427,88	-0,111	83,038	39,269	82,873	39,283
0,7496	1,04812	7,44	11,44	433,42	-0,090	83,053	39,229	82,911	39,290
0,7990	1,05612	7,38	11,45	437,54	-0,065	83,058	39,213	82,950	39,326
0,8370	1,06199	7,34	11,44	439,71	-0,047	83,056	39,223	82,975	39,364
0,9093	1,07259	7,26	11,36	441,17	-0,021	83,044	39,314	83,008	39,416
0,9239	1,07463	7,25	11,33	441,00	-0,016	83,041	39,346	83,014	39,437
0,9575	1,07921	7,21	11,25	439,99	-0,006	83,035	39,439	83,026	39,522
0,9861	1,08305	7,19	11,17	438,40	-0,001	83,032	39,543	83,031	39,602
1,0000	1,08489	7,17	11,13	437,37	0,000	83,031	39,602	83,031	

Tabela A1 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  metanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ metanol $T = 298,15 \text{ K e } p = 30 \text{ MPa}$									
0,0000	0,81169	8,93	10,14	308,75	0,000	82,444	39,473		39,473
0,0253	0,82609	8,82	10,10	311,64	-0,005	82,416	39,474	82,534	39,468
0,0503	0,83968	8,71	10,07	314,84	-0,015	82,393	39,474	82,443	39,458
0,0745	0,85221	8,62	10,06	318,22	-0,026	82,375	39,476	82,386	39,445
0,1010	0,86523	8,52	10,06	322,24	-0,036	82,360	39,477	82,379	39,434
0,1502	0,88760	8,34	10,09	330,39	-0,052	82,345	39,479	82,383	39,412
0,2059	0,91069	8,17	10,15	340,54	-0,075	82,346	39,479	82,368	39,379
0,2500	0,92738	8,04	10,23	349,08	-0,092	82,361	39,474	82,365	39,351
0,3004	0,94497	7,91	10,33	359,21	-0,111	82,389	39,464	82,363	39,315
0,3426	0,95854	7,81	10,42	367,85	-0,123	82,421	39,448	82,372	39,286
0,3984	0,97508	7,69	10,56	379,35	-0,134	82,471	39,418	82,395	39,250
0,4514	0,98952	7,58	10,69	390,10	-0,145	82,525	39,379	82,412	39,210
0,5054	1,00304	7,49	10,81	400,68	-0,149	82,582	39,327	82,437	39,172
0,5509	1,01359	7,41	10,92	409,14	-0,149	82,628	39,275	82,461	39,141
0,6002	1,02416	7,34	11,01	417,68	-0,139	82,673	39,214	82,500	39,126
0,6469	1,03349	7,27	11,09	425,01	-0,126	82,709	39,154	82,537	39,117
0,6993	1,04327	7,20	11,16	432,17	-0,109	82,740	39,091	82,576	39,111
0,7496	1,05202	7,14	11,20	437,81	-0,089	82,758	39,045	82,613	39,119
0,7990	1,06003	7,08	11,21	441,99	-0,064	82,764	39,023	82,652	39,155
0,8370	1,06590	7,04	11,20	444,19	-0,046	82,763	39,031	82,677	39,192
0,9093	1,07646	6,97	11,12	445,62	-0,017	82,748	39,138	82,713	39,285
0,9239	1,07850	6,96	11,09	445,43	-0,012	82,744	39,179	82,719	39,313
0,9575	1,08309	6,93	11,02	444,35	-0,002	82,737	39,304	82,730	39,437
0,9861	1,08692	6,90	10,94	442,68	0,003	82,732	39,450	82,735	39,700
1,0000	1,08882	6,89	10,89	441,61	0,000	82,732	39,536	82,732	

Tabela A1 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  metanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ metanol									
$T = 298,15 \text{ K e } p = 35 \text{ MPa}$									
0,0000	0,81520	8,52	9,92	312,14	0,000	82,161	39,303		39,303
0,0253	0,82961	8,42	9,88	314,89	-0,005	82,149	39,304	82,277	39,299
0,0503	0,84321	8,33	9,86	317,98	-0,014	82,137	39,304	82,185	39,289
0,0745	0,85574	8,24	9,84	321,29	-0,025	82,125	39,305	82,128	39,277
0,1010	0,86878	8,15	9,84	325,24	-0,034	82,112	39,306	82,119	39,265
0,1502	0,89117	7,99	9,87	333,31	-0,051	82,095	39,309	82,121	39,244
0,2059	0,91423	7,82	9,93	343,46	-0,070	82,089	39,310	82,116	39,215
0,2500	0,93092	7,71	10,01	352,04	-0,087	82,096	39,307	82,110	39,187
0,3004	0,94853	7,59	10,11	362,26	-0,106	82,118	39,299	82,104	39,152
0,3426	0,96211	7,49	10,20	370,99	-0,119	82,147	39,285	82,111	39,123
0,3984	0,97867	7,38	10,34	382,64	-0,130	82,196	39,256	82,132	39,087
0,4514	0,99312	7,28	10,46	393,55	-0,141	82,250	39,216	82,146	39,047
0,5054	1,00664	7,19	10,59	404,31	-0,145	82,308	39,163	82,170	39,009
0,5509	1,01721	7,12	10,69	412,92	-0,146	82,355	39,110	82,192	38,978
0,6002	1,02778	7,05	10,79	421,62	-0,137	82,402	39,047	82,230	38,962
0,6469	1,03712	6,98	10,87	429,08	-0,124	82,439	38,986	82,266	38,952
0,6993	1,04686	6,92	10,94	436,38	-0,105	82,469	38,924	82,308	38,956
0,7496	1,05562	6,86	10,98	442,12	-0,085	82,486	38,879	82,344	38,964
0,7990	1,06363	6,81	10,99	446,37	-0,061	82,492	38,861	82,381	39,000
0,8370	1,06951	6,77	10,98	448,59	-0,043	82,489	38,874	82,406	39,037
0,9093	1,08007	6,70	10,90	449,98	-0,016	82,474	38,987	82,440	39,129
0,9239	1,08211	6,69	10,88	449,77	-0,011	82,470	39,028	82,446	39,158
0,9575	1,08670	6,66	10,80	448,63	-0,001	82,462	39,151	82,457	39,281
0,9861	1,09054	6,64	10,72	446,88	0,003	82,458	39,291	82,461	39,542
1,0000	1,09244	6,62	10,68	445,77	0,000	82,458	39,373	82,458	

Tabela A1 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  metanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ metanol $T = 298,15 \text{ K}$ e $p = 40 \text{ MPa}$									
0,0000	0,81833	8,16	9,73	315,44	0,000	81,907	39,153		39,153
0,0253	0,83277	8,06	9,68	318,06	-0,004	81,894	39,153	82,022	39,148
0,0503	0,84639	7,97	9,66	321,04	-0,013	81,880	39,153	81,929	39,139
0,0745	0,85895	7,89	9,64	324,26	-0,024	81,866	39,154	81,871	39,127
0,1010	0,87201	7,81	9,64	328,15	-0,033	81,852	39,156	81,861	39,116
0,1502	0,89443	7,66	9,66	336,16	-0,049	81,833	39,158	81,862	39,095
0,2059	0,91753	7,51	9,73	346,30	-0,068	81,825	39,160	81,856	39,067
0,2500	0,93425	7,40	9,80	354,92	-0,085	81,831	39,158	81,849	39,040
0,3004	0,95189	7,29	9,90	365,22	-0,104	81,852	39,150	81,842	39,005
0,3426	0,96549	7,20	10,00	374,05	-0,116	81,880	39,137	81,848	38,976
0,3984	0,98208	7,09	10,13	385,86	-0,127	81,928	39,108	81,868	38,941
0,4514	0,99655	7,00	10,26	396,93	-0,138	81,981	39,069	81,881	38,902
0,5054	1,01010	6,91	10,39	407,87	-0,143	82,039	39,016	81,904	38,864
0,5509	1,02068	6,85	10,49	416,62	-0,144	82,086	38,963	81,926	38,833
0,6002	1,03127	6,78	10,59	425,47	-0,134	82,132	38,901	81,963	38,817
0,6469	1,04063	6,72	10,67	433,08	-0,122	82,168	38,841	81,999	38,808
0,6993	1,05038	6,66	10,74	440,51	-0,103	82,198	38,779	82,040	38,811
0,7496	1,05915	6,61	10,78	446,35	-0,083	82,215	38,735	82,076	38,820
0,7990	1,06718	6,56	10,79	450,66	-0,060	82,221	38,718	82,112	38,856
0,8370	1,07307	6,52	10,78	452,90	-0,042	82,218	38,730	82,136	38,892
0,9093	1,08365	6,46	10,70	454,27	-0,015	82,203	38,843	82,170	38,984
0,9239	1,08570	6,44	10,68	454,04	-0,011	82,199	38,884	82,175	39,013
0,9575	1,09029	6,41	10,60	452,83	-0,001	82,191	39,006	82,186	39,136
0,9861	1,09414	6,39	10,53	451,00	0,003	82,187	39,146	82,190	39,396
1,0000	1,09604	6,38	10,48	449,84	0,000	82,187	39,227	82,187	

Tabela A1 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  metanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ metanol									
$T = 303,15 \text{ K e } p = 0,1 \text{ MPa}$									
0,0000	0,78207	12,98	12,11	282,55	0,000	84,744	40,968		40,968
0,0253	0,79630	12,77	12,06	286,11	-0,009	84,789	40,968	84,912	40,960
0,0503	0,80973	12,58	12,03	289,81	-0,021	84,818	40,967	84,833	40,946
0,0745	0,82209	12,40	12,01	293,55	-0,034	84,835	40,966	84,792	40,931
0,1010	0,83496	12,22	12,01	297,81	-0,046	84,845	40,965	84,797	40,917
0,1502	0,85702	11,91	12,03	306,08	-0,063	84,850	40,964	84,832	40,894
0,2059	0,87985	11,60	12,09	315,92	-0,088	84,853	40,963	84,825	40,857
0,2500	0,89636	11,38	12,16	323,94	-0,106	84,861	40,961	84,828	40,827
0,3004	0,91371	11,15	12,26	333,24	-0,124	84,883	40,953	84,842	40,792
0,3426	0,92712	10,98	12,35	341,03	-0,135	84,911	40,939	84,861	40,764
0,3984	0,94353	10,77	12,48	351,26	-0,147	84,962	40,909	84,886	40,724
0,4514	0,95790	10,60	12,61	360,70	-0,160	85,020	40,866	84,899	40,676
0,5054	0,97135	10,43	12,74	369,90	-0,167	85,084	40,807	84,924	40,631
0,5509	0,98185	10,31	12,83	377,22	-0,169	85,136	40,749	84,948	40,593
0,6002	0,99237	10,19	12,93	384,57	-0,159	85,186	40,681	84,990	40,572
0,6469	1,00160	10,08	13,00	390,87	-0,142	85,226	40,615	85,035	40,567
0,6993	1,01129	9,97	13,07	397,03	-0,120	85,258	40,550	85,082	40,568
0,7496	1,01999	9,88	13,10	401,92	-0,099	85,276	40,503	85,122	40,574
0,7990	1,02801	9,79	13,10	405,59	-0,076	85,281	40,484	85,159	40,592
0,8370	1,03385	9,73	13,08	407,60	-0,056	85,279	40,494	85,187	40,625
0,9093	1,04436	9,61	12,98	409,18	-0,024	85,266	40,588	85,227	40,701
0,9239	1,04639	9,59	12,95	409,12	-0,019	85,263	40,622	85,234	40,722
0,9575	1,05095	9,54	12,86	408,46	-0,007	85,257	40,719	85,247	40,811
0,9861	1,05477	9,50	12,77	407,30	-0,001	85,254	40,825	85,253	40,894
1,0000	1,05661	9,48	12,72	406,53	0,000	85,254	40,885	85,254	

Tabela A1 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  metanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ metanol $T = 303,15 \text{ K}$ e $p = 5 \text{ MPa}$									
0,0000	0,78679	12,14	11,67	286,38	0,000	84,360	40,723		40,723
0,0253	0,80103	11,95	11,63	289,79	-0,007	84,412	40,722	84,570	40,715
0,0503	0,81450	11,78	11,60	293,36	-0,021	84,445	40,721	84,439	40,700
0,0745	0,82687	11,63	11,58	297,00	-0,034	84,464	40,720	84,412	40,686
0,1010	0,83975	11,46	11,58	301,19	-0,045	84,473	40,719	84,423	40,673
0,1502	0,86181	11,19	11,60	309,36	-0,060	84,475	40,719	84,461	40,652
0,2059	0,88465	10,91	11,67	319,17	-0,084	84,471	40,719	84,455	40,617
0,2500	0,90121	10,71	11,74	327,22	-0,104	84,475	40,718	84,446	40,584
0,3004	0,91857	10,51	11,84	336,58	-0,121	84,493	40,711	84,461	40,550
0,3426	0,93198	10,35	11,93	344,46	-0,132	84,521	40,698	84,479	40,522
0,3984	0,94840	10,17	12,07	354,83	-0,144	84,572	40,668	84,503	40,484
0,4514	0,96278	10,01	12,19	364,42	-0,157	84,631	40,624	84,515	40,436
0,5054	0,97623	9,86	12,32	373,80	-0,164	84,696	40,564	84,539	40,391
0,5509	0,98674	9,75	12,42	381,25	-0,166	84,749	40,504	84,563	40,353
0,6002	0,99725	9,64	12,52	388,76	-0,156	84,801	40,435	84,603	40,332
0,6469	1,00649	9,54	12,59	395,19	-0,140	84,840	40,369	84,647	40,326
0,6993	1,01613	9,44	12,66	401,48	-0,116	84,872	40,305	84,698	40,337
0,7496	1,02484	9,35	12,69	406,46	-0,095	84,888	40,262	84,737	40,344
0,7990	1,03286	9,27	12,70	410,19	-0,073	84,893	40,248	84,773	40,362
0,8370	1,03871	9,21	12,68	412,21	-0,053	84,890	40,262	84,800	40,395
0,9093	1,04921	9,11	12,58	413,75	-0,023	84,876	40,362	84,838	40,470
0,9239	1,05125	9,09	12,55	413,67	-0,018	84,873	40,396	84,845	40,491
0,9575	1,05581	9,04	12,47	412,94	-0,006	84,867	40,490	84,857	40,579
0,9861	1,05963	9,01	12,38	411,70	-0,001	84,864	40,590	84,863	40,662
1,0000	1,06147	8,99	12,33	410,89	0,000	84,864	40,645	84,864	

Tabela A1 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  metanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ metanol									
$T = 303,15 \text{ K e } p = 10 \text{ MPa}$									
0,0000	0,79131	11,39	11,28	290,16	0,000	84,046	40,490		40,490
0,0253	0,80557	11,23	11,23	293,41	-0,007	84,079	40,489	84,230	40,483
0,0503	0,81905	11,07	11,21	296,86	-0,020	84,098	40,488	84,097	40,468
0,0745	0,83144	10,93	11,19	300,40	-0,032	84,108	40,488	84,069	40,455
0,1010	0,84432	10,79	11,19	304,50	-0,043	84,112	40,487	84,078	40,442
0,1502	0,86640	10,54	11,22	312,58	-0,058	84,110	40,488	84,112	40,421
0,2059	0,88926	10,29	11,28	322,37	-0,082	84,108	40,488	84,102	40,386
0,2500	0,90583	10,11	11,36	330,44	-0,102	84,115	40,486	84,092	40,353
0,3004	0,92321	9,93	11,46	339,88	-0,120	84,136	40,478	84,103	40,319
0,3426	0,93663	9,79	11,55	347,85	-0,131	84,165	40,464	84,120	40,291
0,3984	0,95306	9,62	11,69	358,36	-0,143	84,216	40,434	84,141	40,251
0,4514	0,96740	9,47	11,82	368,11	-0,155	84,274	40,391	84,158	40,207
0,5054	0,98081	9,34	11,94	377,65	-0,159	84,338	40,332	84,186	40,167
0,5509	0,99133	9,24	12,04	385,26	-0,162	84,389	40,275	84,207	40,129
0,6002	1,00185	9,14	12,14	392,91	-0,154	84,440	40,206	84,245	40,105
0,6469	1,01110	9,05	12,22	399,48	-0,138	84,479	40,141	84,288	40,098
0,6993	1,02075	8,95	12,28	405,90	-0,116	84,511	40,077	84,336	40,105
0,7496	1,02941	8,87	12,32	410,97	-0,092	84,528	40,032	84,378	40,121
0,7990	1,03744	8,80	12,33	414,77	-0,071	84,533	40,016	84,412	40,135
0,8370	1,04324	8,74	12,31	416,81	-0,050	84,530	40,029	84,442	40,186
0,9093	1,05376	8,65	12,22	418,31	-0,021	84,515	40,136	84,479	40,261
0,9239	1,05579	8,63	12,19	418,21	-0,016	84,512	40,173	84,484	40,282
0,9575	1,06036	8,59	12,11	417,41	-0,005	84,505	40,280	84,496	40,370
0,9861	1,06418	8,55	12,02	416,09	-0,001	84,502	40,399	84,501	40,452
1,0000	1,06602	8,54	11,97	415,22	0,000	84,501	40,466	84,501	

Tabela A1 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  metanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ metanol $T = 303,15 \text{ K e } p = 15 \text{ MPa}$									
0,0000	0,79585	10,73	10,93	293,81	0,000	83,753	40,259		40,259
0,0253	0,81010	10,58	10,89	296,91	-0,006	83,761	40,259	83,911	40,253
0,0503	0,82359	10,45	10,86	300,24	-0,019	83,763	40,259	83,777	40,239
0,0745	0,83597	10,32	10,85	303,69	-0,030	83,762	40,259	83,746	40,227
0,1010	0,84886	10,19	10,85	307,71	-0,040	83,759	40,259	83,753	40,215
0,1502	0,87099	9,97	10,87	315,69	-0,057	83,753	40,260	83,766	40,191
0,2059	0,89385	9,74	10,94	325,45	-0,081	83,754	40,260	83,756	40,157
0,2500	0,91043	9,58	11,01	333,55	-0,101	83,765	40,256	83,745	40,125
0,3004	0,92781	9,41	11,11	343,06	-0,118	83,790	40,247	83,756	40,091
0,3426	0,94123	9,28	11,21	351,12	-0,129	83,821	40,232	83,771	40,062
0,3984	0,95762	9,13	11,34	361,77	-0,139	83,872	40,202	83,798	40,027
0,4514	0,97196	9,00	11,47	371,68	-0,151	83,928	40,160	83,813	39,983
0,5054	0,98537	8,87	11,60	381,40	-0,157	83,988	40,105	83,839	39,943
0,5509	0,99589	8,78	11,70	389,15	-0,160	84,038	40,050	83,859	39,903
0,6002	1,00641	8,68	11,80	396,96	-0,152	84,086	39,984	83,895	39,879
0,6469	1,01561	8,60	11,88	403,66	-0,134	84,125	39,921	83,941	39,878
0,6993	1,02526	8,52	11,95	410,21	-0,113	84,156	39,856	83,987	39,884
0,7496	1,03393	8,44	11,98	415,38	-0,091	84,174	39,809	84,028	39,897
0,7990	1,04196	8,37	11,99	419,23	-0,071	84,180	39,789	84,060	39,908
0,8370	1,04776	8,32	11,98	421,29	-0,050	84,178	39,799	84,089	39,954
0,9093	1,05822	8,23	11,89	422,76	-0,019	84,164	39,906	84,128	40,051
0,9239	1,06026	8,22	11,86	422,63	-0,014	84,160	39,945	84,133	40,072
0,9575	1,06483	8,18	11,78	421,76	-0,004	84,153	40,062	84,144	40,159
0,9861	1,06865	8,14	11,70	420,36	0,000	84,149	40,195	84,148	40,241
1,0000	1,07049	8,13	11,65	419,45	0,000	84,148	40,273	84,148	

Tabela A1 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  metanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ metanol									
$T = 303,15 \text{ K e } p = 20 \text{ MPa}$									
0,0000	0,80016	10,15	10,62	297,35	0,000	83,439	40,042		40,042
0,0253	0,81443	10,01	10,58	300,29	-0,006	83,438	40,042	83,588	40,036
0,0503	0,82793	9,89	10,55	303,50	-0,018	83,435	40,042	83,454	40,023
0,0745	0,84032	9,78	10,54	306,86	-0,029	83,431	40,042	83,421	40,010
0,1010	0,85322	9,66	10,54	310,80	-0,039	83,426	40,043	83,426	39,998
0,1502	0,87537	9,45	10,56	318,69	-0,056	83,420	40,044	83,436	39,975
0,2059	0,89826	9,25	10,63	328,43	-0,080	83,423	40,043	83,423	39,941
0,2500	0,91479	9,10	10,70	336,56	-0,098	83,435	40,039	83,421	39,912
0,3004	0,93219	8,95	10,81	346,14	-0,115	83,461	40,029	83,428	39,877
0,3426	0,94562	8,83	10,90	354,28	-0,127	83,491	40,015	83,440	39,848
0,3984	0,96202	8,69	11,03	365,09	-0,138	83,541	39,985	83,464	39,812
0,4514	0,97632	8,57	11,16	375,15	-0,148	83,595	39,945	83,483	39,772
0,5054	0,98975	8,45	11,29	385,04	-0,154	83,654	39,891	83,506	39,730
0,5509	1,00023	8,37	11,40	392,93	-0,155	83,702	39,837	83,530	39,696
0,6002	1,01076	8,28	11,49	400,90	-0,149	83,750	39,773	83,564	39,669
0,6469	1,01997	8,20	11,57	407,73	-0,132	83,788	39,710	83,607	39,667
0,6993	1,02962	8,12	11,64	414,41	-0,112	83,820	39,644	83,651	39,669
0,7496	1,03825	8,05	11,68	419,68	-0,088	83,839	39,595	83,695	39,691
0,7990	1,04628	7,99	11,69	423,60	-0,069	83,845	39,573	83,725	39,698
0,8370	1,05209	7,94	11,67	425,68	-0,049	83,843	39,583	83,753	39,739
0,9093	1,06251	7,86	11,59	427,10	-0,017	83,828	39,694	83,794	39,859
0,9239	1,06455	7,84	11,56	426,96	-0,012	83,824	39,735	83,798	39,880
0,9575	1,06912	7,80	11,48	426,02	-0,003	83,817	39,862	83,808	39,966
0,9861	1,07295	7,77	11,40	424,54	0,000	83,812	40,008	83,812	40,047
1,0000	1,07479	7,76	11,35	423,58	0,000	83,812	40,093	83,812	

Tabela A1 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  metanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ metanol $T = 303,15 \text{ K e } p = 25 \text{ MPa}$									
0,0000	0,80408	9,63	10,34	300,77	0,000	83,152	39,847		39,847
0,0253	0,81836	9,51	10,30	303,57	-0,005	83,141	39,847	83,306	39,842
0,0503	0,83186	9,39	10,28	306,66	-0,016	83,130	39,847	83,170	39,830
0,0745	0,84426	9,29	10,26	309,92	-0,026	83,120	39,848	83,136	39,818
0,1010	0,85721	9,18	10,26	313,78	-0,038	83,112	39,849	83,114	39,805
0,1502	0,87938	8,99	10,28	321,59	-0,054	83,101	39,850	83,128	39,783
0,2059	0,90232	8,81	10,35	331,31	-0,078	83,103	39,850	83,105	39,748
0,2500	0,91887	8,67	10,42	339,46	-0,095	83,114	39,846	83,104	39,719
0,3004	0,93627	8,53	10,53	349,12	-0,112	83,139	39,837	83,112	39,686
0,3426	0,94971	8,42	10,62	357,35	-0,124	83,169	39,823	83,125	39,659
0,3984	0,96612	8,29	10,75	368,30	-0,134	83,218	39,794	83,149	39,624
0,4514	0,98043	8,18	10,88	378,52	-0,143	83,271	39,754	83,168	39,585
0,5054	0,99391	8,07	11,01	388,58	-0,152	83,329	39,701	83,184	39,538
0,5509	1,00439	7,99	11,11	396,62	-0,153	83,376	39,648	83,207	39,505
0,6002	1,01493	7,91	11,21	404,74	-0,147	83,423	39,584	83,241	39,479
0,6469	1,02414	7,84	11,29	411,70	-0,130	83,462	39,521	83,284	39,477
0,6993	1,03380	7,77	11,36	418,51	-0,110	83,494	39,454	83,328	39,480
0,7496	1,04243	7,70	11,40	423,88	-0,086	83,513	39,404	83,370	39,502
0,7990	1,05047	7,64	11,41	427,86	-0,068	83,520	39,381	83,401	39,509
0,8370	1,05623	7,59	11,40	429,96	-0,045	83,518	39,390	83,432	39,572
0,9093	1,06671	7,52	11,31	431,35	-0,016	83,503	39,504	83,468	39,669
0,9239	1,06875	7,50	11,29	431,18	-0,012	83,499	39,548	83,473	39,690
0,9575	1,07332	7,47	11,21	430,18	-0,003	83,491	39,681	83,482	39,776
0,9861	1,07715	7,44	11,13	428,62	0,000	83,486	39,837	83,486	39,856
1,0000	1,07899	7,42	11,08	427,62	0,000	83,486	39,929	83,486	

Tabela A1 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  metanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ metanol									
$T = 303,15 \text{ K e } p = 30 \text{ MPa}$									
0,0000	0,80778	9,16	10,09	304,10	0,000	82,880	39,664		39,664
0,0253	0,82205	9,05	10,05	306,75	-0,003	82,859	39,665	83,046	39,661
0,0503	0,83556	8,94	10,02	309,72	-0,014	82,843	39,665	82,910	39,650
0,0745	0,84802	8,85	10,01	312,89	-0,026	82,829	39,666	82,841	39,637
0,1010	0,86097	8,75	10,01	316,67	-0,036	82,818	39,667	82,826	39,624
0,1502	0,88314	8,58	10,03	324,40	-0,051	82,807	39,669	82,845	39,605
0,2059	0,90614	8,41	10,09	334,09	-0,077	82,810	39,668	82,810	39,567
0,2500	0,92269	8,28	10,17	342,27	-0,093	82,822	39,664	82,812	39,540
0,3004	0,94009	8,15	10,27	352,00	-0,109	82,847	39,655	82,821	39,508
0,3426	0,95354	8,05	10,36	360,32	-0,120	82,876	39,641	82,834	39,482
0,3984	0,96995	7,93	10,50	371,42	-0,130	82,922	39,614	82,858	39,448
0,4514	0,98426	7,82	10,63	381,80	-0,139	82,973	39,576	82,876	39,411
0,5054	0,99775	7,73	10,76	392,03	-0,148	83,028	39,526	82,892	39,366
0,5509	1,00828	7,65	10,86	400,21	-0,151	83,074	39,474	82,909	39,327
0,6002	1,01882	7,57	10,96	408,48	-0,145	83,120	39,412	82,943	39,302
0,6469	1,02804	7,51	11,04	415,58	-0,129	83,158	39,349	82,985	39,300
0,6993	1,03770	7,44	11,10	422,52	-0,109	83,190	39,282	83,029	39,303
0,7496	1,04633	7,38	11,14	427,98	-0,085	83,211	39,229	83,071	39,325
0,7990	1,05437	7,32	11,16	432,03	-0,067	83,219	39,202	83,101	39,333
0,8370	1,06013	7,28	11,14	434,15	-0,044	83,217	39,209	83,132	39,396
0,9093	1,07062	7,20	11,06	435,51	-0,016	83,202	39,322	83,167	39,492
0,9239	1,07265	7,19	11,04	435,32	-0,012	83,198	39,367	83,172	39,513
0,9575	1,07723	7,16	10,96	434,25	-0,003	83,189	39,506	83,181	39,598
0,9861	1,08106	7,13	10,88	432,61	0,000	83,185	39,671	83,184	39,678
1,0000	1,08290	7,12	10,84	431,56	0,000	83,184	39,769	83,184	

Tabela A1 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  metanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ metanol $T = 303,15 \text{ K e } p = 35 \text{ MPa}$									
0,0000	0,81131	8,74	9,87	307,33	0,000	82,675	39,492		39,492
0,0253	0,82560	8,64	9,82	309,83	-0,003	82,621	39,492	82,789	39,489
0,0503	0,83912	8,54	9,79	312,69	-0,013	82,581	39,494	82,652	39,478
0,0745	0,85158	8,45	9,78	315,76	-0,024	82,553	39,496	82,583	39,466
0,1010	0,86454	8,36	9,78	319,47	-0,034	82,533	39,497	82,566	39,454
0,1502	0,88672	8,20	9,80	327,11	-0,048	82,517	39,500	82,582	39,435
0,2059	0,90973	8,04	9,86	336,78	-0,073	82,524	39,498	82,545	39,399
0,2500	0,92634	7,93	9,93	344,99	-0,092	82,542	39,493	82,534	39,369
0,3004	0,94376	7,80	10,03	354,80	-0,107	82,571	39,481	82,543	39,338
0,3426	0,95721	7,71	10,13	363,21	-0,118	82,602	39,467	82,556	39,312
0,3984	0,97363	7,60	10,26	374,44	-0,128	82,648	39,439	82,579	39,278
0,4514	0,98795	7,50	10,39	384,98	-0,137	82,697	39,403	82,597	39,241
0,5054	1,00140	7,41	10,52	395,39	-0,143	82,749	39,356	82,618	39,202
0,5509	1,01194	7,34	10,62	403,72	-0,147	82,792	39,307	82,634	39,164
0,6002	1,02249	7,27	10,72	412,14	-0,141	82,837	39,246	82,666	39,139
0,6469	1,03170	7,21	10,80	419,37	-0,125	82,875	39,183	82,708	39,138
0,6993	1,04137	7,14	10,87	426,44	-0,106	82,909	39,113	82,750	39,141
0,7496	1,05001	7,08	10,91	432,00	-0,082	82,931	39,056	82,791	39,163
0,7990	1,05805	7,03	10,92	436,11	-0,065	82,941	39,024	82,820	39,171
0,8370	1,06382	6,99	10,91	438,25	-0,042	82,940	39,029	82,851	39,233
0,9093	1,07426	6,92	10,83	439,58	-0,011	82,923	39,157	82,889	39,370
0,9239	1,07630	6,91	10,80	439,37	-0,007	82,918	39,210	82,893	39,398
0,9575	1,08088	6,87	10,73	438,23	0,001	82,907	39,378	82,902	39,523
0,9861	1,08471	6,85	10,65	436,52	0,004	82,902	39,582	82,905	39,786
1,0000	1,08660	6,84	10,61	435,42	0,000	82,901	39,706	82,901	

Tabela A1 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  metanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ metanol									
$T = 303,15 \text{ K e } p = 40 \text{ MPa}$									
0,0000	0,81470	8,35	9,66	310,46	0,000	82,428	39,328		39,328
0,0253	0,82900	8,26	9,61	312,82	-0,002	82,360	39,328	82,523	39,325
0,0503	0,84254	8,17	9,58	315,56	-0,011	82,309	39,330	82,386	39,316
0,0745	0,85501	8,09	9,57	318,55	-0,022	82,275	39,333	82,316	39,304
0,1010	0,86799	8,01	9,56	322,18	-0,032	82,249	39,335	82,298	39,292
0,1502	0,89021	7,86	9,59	329,73	-0,045	82,229	39,338	82,312	39,275
0,2059	0,91330	7,71	9,65	339,38	-0,072	82,235	39,336	82,261	39,236
0,2500	0,92993	7,60	9,72	347,63	-0,090	82,254	39,331	82,251	39,207
0,3004	0,94737	7,49	9,82	357,51	-0,106	82,285	39,319	82,260	39,176
0,3426	0,96084	7,40	9,91	366,00	-0,116	82,317	39,304	82,273	39,151
0,3984	0,97728	7,30	10,04	377,39	-0,126	82,364	39,276	82,296	39,118
0,4514	0,99162	7,20	10,17	388,08	-0,135	82,412	39,240	82,313	39,081
0,5054	1,00509	7,12	10,30	398,66	-0,141	82,463	39,193	82,333	39,043
0,5509	1,01564	7,05	10,40	407,13	-0,145	82,506	39,146	82,349	39,005
0,6002	1,02620	6,99	10,50	415,71	-0,139	82,549	39,086	82,381	38,981
0,6469	1,03543	6,93	10,58	423,07	-0,123	82,587	39,025	82,422	38,979
0,6993	1,04511	6,87	10,65	430,27	-0,104	82,620	38,956	82,464	38,983
0,7496	1,05376	6,81	10,69	435,93	-0,081	82,642	38,899	82,504	39,005
0,7990	1,06182	6,76	10,71	440,10	-0,063	82,652	38,867	82,533	39,013
0,8370	1,06759	6,72	10,69	442,27	-0,041	82,651	38,871	82,563	39,075
0,9093	1,07804	6,66	10,62	443,56	-0,011	82,634	38,998	82,600	39,211
0,9239	1,08008	6,64	10,59	443,33	-0,007	82,629	39,050	82,605	39,240
0,9575	1,08467	6,61	10,52	442,13	0,002	82,619	39,219	82,613	39,363
0,9861	1,08851	6,59	10,44	440,34	0,004	82,613	39,425	82,616	39,625
1,0000	1,09040	6,58	10,40	439,20	0,000	82,612	39,550	82,612	

Tabela A1 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  metanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ metanol $T = 308,15 \text{ K e } p = 0,1 \text{ MPa}$									
0,0000	0,77709	13,48	12,18	278,35	0,000	85,321	41,231		41,231
0,0253	0,79122	13,27	12,13	281,73	-0,008	85,366	41,230	85,490	41,223
0,0503	0,80454	13,07	12,10	285,26	-0,019	85,393	41,229	85,417	41,211
0,0745	0,81680	12,89	12,09	288,82	-0,031	85,407	41,228	85,382	41,197
0,1010	0,82961	12,71	12,08	292,90	-0,044	85,413	41,228	85,362	41,182
0,1502	0,85150	12,39	12,10	300,81	-0,060	85,411	41,228	85,398	41,160
0,2059	0,87417	12,08	12,16	310,26	-0,084	85,406	41,229	85,390	41,125
0,2500	0,89057	11,85	12,24	317,96	-0,102	85,410	41,228	85,392	41,095
0,3004	0,90781	11,62	12,34	326,90	-0,119	85,428	41,221	85,403	41,061
0,3426	0,92116	11,45	12,43	334,40	-0,131	85,456	41,208	85,415	41,031
0,3984	0,93746	11,24	12,56	344,24	-0,143	85,507	41,177	85,440	40,993
0,4514	0,95172	11,06	12,69	353,32	-0,155	85,566	41,134	85,454	40,948
0,5054	0,96511	10,90	12,82	362,19	-0,163	85,630	41,075	85,475	40,901
0,5509	0,97556	10,78	12,92	369,23	-0,165	85,683	41,016	85,498	40,863
0,6002	0,98601	10,65	13,01	376,31	-0,156	85,733	40,947	85,538	40,841
0,6469	0,99519	10,55	13,09	382,38	-0,139	85,773	40,882	85,584	40,838
0,6993	1,00482	10,43	13,15	388,32	-0,118	85,804	40,818	85,630	40,840
0,7496	1,01347	10,34	13,19	393,02	-0,096	85,821	40,775	85,671	40,849
0,7990	1,02143	10,25	13,19	396,56	-0,072	85,825	40,759	85,708	40,873
0,8370	1,02727	10,18	13,17	398,49	-0,054	85,823	40,771	85,733	40,897
0,9093	1,03772	10,06	13,06	400,01	-0,023	85,810	40,866	85,773	40,976
0,9239	1,03975	10,04	13,03	399,95	-0,018	85,807	40,898	85,778	40,989
0,9575	1,04431	9,99	12,95	399,31	-0,008	85,801	40,990	85,789	41,037
0,9861	1,04807	9,95	12,85	398,20	0,000	85,798	41,088	85,798	41,214
1,0000	1,04991	9,92	12,80	397,46	0,000	85,798	41,142	85,798	

Tabela A1 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  metanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ metanol									
$T = 308,15 \text{ K e } p = 5 \text{ MPa}$									
0,0000	0,78185	12,57	11,71	282,02	0,000	84,993	40,980		40,980
0,0253	0,79598	12,39	11,67	285,23	-0,006	85,016	40,979	85,154	40,973
0,0503	0,80930	12,21	11,64	288,62	-0,016	85,027	40,979	85,078	40,963
0,0745	0,82156	12,05	11,62	292,08	-0,026	85,029	40,979	85,041	40,951
0,1010	0,83441	11,89	11,62	296,07	-0,041	85,026	40,979	84,992	40,934
0,1502	0,85636	11,61	11,64	303,87	-0,058	85,013	40,981	85,014	40,912
0,2059	0,87902	11,33	11,70	313,27	-0,080	85,005	40,983	85,011	40,879
0,2500	0,89546	11,13	11,78	320,98	-0,099	85,009	40,981	85,002	40,848
0,3004	0,91271	10,93	11,88	329,98	-0,115	85,028	40,974	85,015	40,815
0,3426	0,92605	10,77	11,97	337,55	-0,127	85,057	40,960	85,027	40,787
0,3984	0,94241	10,58	12,11	347,53	-0,141	85,109	40,929	85,044	40,746
0,4514	0,95666	10,42	12,24	356,76	-0,152	85,169	40,885	85,059	40,702
0,5054	0,97005	10,28	12,37	365,78	-0,160	85,233	40,826	85,080	40,656
0,5509	0,98050	10,16	12,47	372,96	-0,162	85,284	40,768	85,103	40,619
0,6002	0,99095	10,05	12,56	380,19	-0,153	85,335	40,700	85,143	40,598
0,6469	1,00013	9,95	12,64	386,39	-0,136	85,373	40,637	85,187	40,595
0,6993	1,00976	9,85	12,71	392,45	-0,115	85,404	40,574	85,233	40,598
0,7496	1,01840	9,76	12,74	397,24	-0,093	85,420	40,532	85,273	40,607
0,7990	1,02637	9,68	12,75	400,84	-0,070	85,425	40,517	85,309	40,632
0,8370	1,03220	9,62	12,73	402,79	-0,053	85,422	40,529	85,334	40,655
0,9093	1,04265	9,51	12,63	404,27	-0,022	85,409	40,624	85,373	40,734
0,9239	1,04468	9,49	12,60	404,18	-0,018	85,406	40,656	85,378	40,747
0,9575	1,04924	9,44	12,52	403,48	-0,008	85,400	40,748	85,389	40,794
0,9861	1,05300	9,40	12,43	402,28	0,000	85,397	40,848	85,397	40,970
1,0000	1,05484	9,38	12,38	401,49	0,000	85,397	40,903	85,397	

Tabela A1 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  metanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ metanol $T = 308,15 \text{ K e } p = 10 \text{ MPa}$									
0,0000	0,78663	11,77	11,29	285,62	0,000	84,632	40,731		40,731
0,0253	0,80077	11,60	11,25	288,67	-0,005	84,652	40,730	84,791	40,725
0,0503	0,81410	11,45	11,22	291,92	-0,015	84,659	40,730	84,714	40,715
0,0745	0,82637	11,31	11,20	295,28	-0,025	84,658	40,730	84,675	40,704
0,1010	0,83923	11,16	11,20	299,17	-0,039	84,651	40,731	84,625	40,688
0,1502	0,86120	10,92	11,23	306,86	-0,055	84,633	40,733	84,642	40,666
0,2059	0,88388	10,67	11,29	316,21	-0,076	84,619	40,736	84,635	40,634
0,2500	0,90033	10,49	11,36	323,94	-0,096	84,620	40,736	84,624	40,603
0,3004	0,91759	10,30	11,47	333,00	-0,112	84,638	40,729	84,634	40,571
0,3426	0,93095	10,16	11,56	340,65	-0,124	84,666	40,716	84,645	40,542
0,3984	0,94731	9,99	11,70	350,76	-0,138	84,718	40,684	84,659	40,501
0,4514	0,96158	9,85	11,83	360,14	-0,151	84,779	40,640	84,672	40,456
0,5054	0,97493	9,71	11,96	369,33	-0,156	84,844	40,580	84,697	40,415
0,5509	0,98539	9,61	12,06	376,65	-0,159	84,897	40,520	84,718	40,377
0,6002	0,99585	9,51	12,16	384,03	-0,150	84,948	40,451	84,756	40,354
0,6469	1,00503	9,42	12,23	390,35	-0,135	84,987	40,387	84,798	40,349
0,6993	1,01462	9,32	12,30	396,54	-0,111	85,017	40,325	84,847	40,360
0,7496	1,02327	9,24	12,34	401,43	-0,091	85,033	40,284	84,885	40,367
0,7990	1,03119	9,16	12,34	405,08	-0,065	85,037	40,272	84,925	40,406
0,8370	1,03704	9,11	12,33	407,05	-0,049	85,033	40,288	84,948	40,430
0,9093	1,04749	9,01	12,23	408,49	-0,020	85,019	40,393	84,984	40,509
0,9239	1,04952	8,99	12,20	408,38	-0,016	85,016	40,427	84,989	40,521
0,9575	1,05408	8,95	12,12	407,60	-0,007	85,010	40,526	84,999	40,568
0,9861	1,05785	8,91	12,04	406,32	0,000	85,007	40,631	85,006	40,743
1,0000	1,05969	8,89	11,99	405,48	0,000	85,006	40,689	85,006	

Tabela A1 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  metanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ metanol									
$T = 308,15 \text{ K e } p = 15 \text{ MPa}$									
0,0000	0,79123	11,07	10,92	289,10	0,000	84,277	40,494		40,494
0,0253	0,80537	10,92	10,88	291,98	-0,005	84,296	40,494	84,460	40,489
0,0503	0,81870	10,78	10,85	295,10	-0,013	84,302	40,494	84,381	40,480
0,0745	0,83102	10,66	10,84	298,34	-0,025	84,300	40,494	84,306	40,467
0,1010	0,84389	10,53	10,83	302,14	-0,038	84,293	40,495	84,263	40,452
0,1502	0,86586	10,30	10,86	309,73	-0,053	84,273	40,497	84,284	40,431
0,2059	0,88855	10,08	10,92	319,04	-0,074	84,257	40,501	84,277	40,401
0,2500	0,90501	9,91	11,00	326,78	-0,093	84,257	40,501	84,266	40,370
0,3004	0,92227	9,75	11,10	335,90	-0,109	84,274	40,494	84,275	40,338
0,3426	0,93563	9,62	11,19	343,63	-0,121	84,301	40,481	84,284	40,310
0,3984	0,95200	9,46	11,33	353,87	-0,136	84,353	40,451	84,297	40,268
0,4514	0,96627	9,33	11,46	363,40	-0,149	84,412	40,406	84,309	40,223
0,5054	0,97962	9,21	11,59	372,76	-0,155	84,477	40,347	84,332	40,182
0,5509	0,99008	9,11	11,69	380,22	-0,158	84,530	40,288	84,352	40,143
0,6002	1,00049	9,02	11,79	387,74	-0,147	84,581	40,219	84,394	40,127
0,6469	1,00968	8,94	11,87	394,20	-0,132	84,620	40,154	84,435	40,122
0,6993	1,01927	8,85	11,94	400,51	-0,109	84,651	40,091	84,482	40,131
0,7496	1,02793	8,77	11,97	405,49	-0,090	84,666	40,050	84,518	40,136
0,7990	1,03585	8,70	11,98	409,21	-0,065	84,670	40,038	84,557	40,170
0,8370	1,04164	8,65	11,97	411,19	-0,046	84,667	40,055	84,583	40,212
0,9093	1,05210	8,56	11,88	412,59	-0,018	84,651	40,165	84,618	40,291
0,9239	1,05413	8,54	11,85	412,46	-0,015	84,648	40,201	84,622	40,303
0,9575	1,05869	8,50	11,77	411,62	-0,006	84,642	40,306	84,632	40,350
0,9861	1,06246	8,47	11,68	410,25	0,000	84,638	40,417	84,638	40,523
1,0000	1,06430	8,45	11,64	409,37	0,000	84,638	40,479	84,638	

Tabela A1 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  metanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ metanol $T = 308,15 \text{ K e } p = 20 \text{ MPa}$									
0,0000	0,79558	10,45	10,59	292,45	0,000	83,968	40,273		40,273
0,0253	0,80972	10,32	10,55	295,17	-0,004	83,977	40,273	84,147	40,269
0,0503	0,82306	10,19	10,52	298,16	-0,011	83,975	40,273	84,066	40,261
0,0745	0,83538	10,08	10,51	301,30	-0,022	83,967	40,273	83,990	40,249
0,1010	0,84826	9,96	10,50	305,00	-0,035	83,955	40,274	83,945	40,234
0,1502	0,87028	9,76	10,53	312,48	-0,051	83,930	40,278	83,945	40,212
0,2059	0,89298	9,55	10,59	321,75	-0,072	83,912	40,282	83,939	40,182
0,2500	0,90944	9,40	10,67	329,51	-0,090	83,911	40,282	83,927	40,153
0,3004	0,92671	9,25	10,77	338,69	-0,106	83,927	40,276	83,935	40,122
0,3426	0,94007	9,13	10,86	346,50	-0,118	83,953	40,263	83,944	40,094
0,3984	0,95644	8,99	11,00	356,87	-0,132	84,004	40,233	83,955	40,053
0,4514	0,97072	8,87	11,13	366,55	-0,145	84,064	40,189	83,966	40,008
0,5054	0,98408	8,76	11,26	376,07	-0,151	84,128	40,130	83,988	39,967
0,5509	0,99454	8,67	11,36	383,68	-0,155	84,181	40,071	84,006	39,928
0,6002	1,00495	8,58	11,46	391,35	-0,144	84,231	40,002	84,047	39,912
0,6469	1,01414	8,51	11,54	397,93	-0,130	84,271	39,937	84,087	39,905
0,6993	1,02374	8,43	11,60	404,37	-0,108	84,301	39,874	84,132	39,913
0,7496	1,03235	8,36	11,64	409,45	-0,086	84,317	39,833	84,172	39,929
0,7990	1,04027	8,29	11,65	413,23	-0,062	84,321	39,821	84,209	39,964
0,8370	1,04606	8,24	11,64	415,23	-0,044	84,317	39,838	84,235	40,006
0,9093	1,05652	8,15	11,55	416,59	-0,017	84,301	39,954	84,268	40,084
0,9239	1,05856	8,14	11,53	416,44	-0,013	84,298	39,992	84,273	40,097
0,9575	1,06312	8,10	11,45	415,52	-0,006	84,291	40,103	84,281	40,143
0,9861	1,06689	8,07	11,36	414,08	0,001	84,288	40,223	84,288	40,315
1,0000	1,06873	8,05	11,32	413,15	0,000	84,287	40,291	84,287	

Tabela A1 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  metanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ metanol									
$T = 308,15 \text{ K e } p = 25 \text{ MPa}$									
0,0000	0,79985	9,90	10,30	295,69	0,000	83,661	40,058		40,058
0,0253	0,81400	9,78	10,26	298,25	-0,003	83,662	40,058	83,834	40,055
0,0503	0,82734	9,66	10,23	301,10	-0,010	83,655	40,058	83,752	40,047
0,0745	0,83968	9,56	10,21	304,14	-0,021	83,644	40,059	83,674	40,035
0,1010	0,85256	9,45	10,21	307,76	-0,033	83,630	40,060	83,627	40,021
0,1502	0,87459	9,27	10,23	315,13	-0,049	83,604	40,064	83,624	40,000
0,2059	0,89730	9,08	10,29	324,35	-0,069	83,585	40,068	83,615	39,970
0,2500	0,91377	8,95	10,37	332,13	-0,088	83,584	40,068	83,601	39,941
0,3004	0,93105	8,80	10,47	341,37	-0,104	83,599	40,062	83,607	39,910
0,3426	0,94437	8,70	10,56	349,26	-0,113	83,624	40,050	83,622	39,886
0,3984	0,96075	8,57	10,70	359,77	-0,128	83,673	40,021	83,631	39,845
0,4514	0,97504	8,45	10,83	369,60	-0,141	83,729	39,979	83,639	39,800
0,5054	0,98840	8,35	10,95	379,28	-0,148	83,792	39,922	83,658	39,758
0,5509	0,99987	8,27	11,06	387,03	-0,152	83,843	39,865	83,675	39,718
0,6002	1,00929	8,19	11,16	394,85	-0,143	83,893	39,796	83,714	39,700
0,6469	1,01848	8,12	11,24	401,56	-0,129	83,933	39,731	83,752	39,692
0,6993	1,02803	8,04	11,30	408,13	-0,105	83,965	39,666	83,801	39,707
0,7496	1,03665	7,98	11,34	413,30	-0,084	83,982	39,620	83,839	39,721
0,7990	1,04457	7,91	11,36	417,14	-0,061	83,987	39,605	83,875	39,752
0,8370	1,05037	7,87	11,34	419,16	-0,044	83,984	39,620	83,899	39,789
0,9093	1,06079	7,79	11,26	420,48	-0,015	83,967	39,739	83,935	39,889
0,9239	1,06282	7,77	11,23	420,31	-0,012	83,964	39,780	83,939	39,902
0,9575	1,06739	7,74	11,15	419,33	-0,005	83,956	39,902	83,947	39,948
0,9861	1,07116	7,71	11,07	417,80	0,001	83,952	40,038	83,953	40,119
1,0000	1,07300	7,69	11,03	416,82	0,000	83,952	40,115	83,952	

Tabela A1 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  metanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ metanol $T = 308,15 \text{ K e } p = 30 \text{ MPa}$									
0,0000	0,80373	9,40	10,04	298,82	0,000	83,378	39,864		39,864
0,0253	0,81790	9,29	9,99	301,22	-0,002	83,365	39,864	83,548	39,862
0,0503	0,83125	9,19	9,96	303,94	-0,008	83,350	39,865	83,465	39,855
0,0745	0,84359	9,10	9,94	306,87	-0,018	83,334	39,866	83,386	39,844
0,1010	0,85652	9,00	9,94	310,40	-0,032	83,317	39,867	83,313	39,828
0,1502	0,87857	8,83	9,96	317,67	-0,048	83,291	39,871	83,314	39,808
0,2059	0,90130	8,66	10,02	326,86	-0,067	83,274	39,875	83,307	39,780
0,2500	0,91778	8,53	10,10	334,65	-0,085	83,275	39,874	83,293	39,751
0,3004	0,93506	8,40	10,20	343,95	-0,100	83,290	39,868	83,299	39,721
0,3426	0,94839	8,30	10,29	351,92	-0,109	83,314	39,857	83,313	39,698
0,3984	0,96478	8,18	10,42	362,57	-0,124	83,360	39,830	83,321	39,658
0,4514	0,97908	8,08	10,55	372,55	-0,137	83,413	39,790	83,328	39,613
0,5054	0,99245	7,98	10,68	382,40	-0,144	83,472	39,736	83,347	39,572
0,5509	1,00292	7,90	10,78	390,28	-0,149	83,522	39,680	83,363	39,533
0,6002	1,01340	7,83	10,88	398,25	-0,142	83,572	39,612	83,395	39,508
0,6469	1,02255	7,76	10,96	405,09	-0,126	83,612	39,546	83,438	39,507
0,6993	1,03211	7,69	11,03	411,79	-0,103	83,646	39,477	83,485	39,523
0,7496	1,04072	7,63	11,07	417,05	-0,082	83,665	39,427	83,523	39,537
0,7990	1,04866	7,57	11,08	420,95	-0,059	83,671	39,406	83,558	39,568
0,8370	1,05446	7,53	11,07	422,99	-0,042	83,668	39,420	83,582	39,605
0,9093	1,06488	7,45	10,99	424,28	-0,014	83,651	39,549	83,616	39,705
0,9239	1,06687	7,44	10,96	424,09	-0,007	83,646	39,597	83,624	39,767
0,9575	1,07143	7,41	10,89	423,04	0,000	83,637	39,741	83,632	39,853
0,9861	1,07526	7,38	10,81	421,43	0,001	83,633	39,907	83,633	39,934
1,0000	1,07710	7,36	10,76	420,41	0,000	83,632	40,003	83,632	

Tabela A1 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  metanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ metanol									
$T = 308,15 \text{ K e } p = 35 \text{ MPa}$									
0,0000	0,80742	8,96	9,79	301,85	0,000	83,142	39,682		39,682
0,0253	0,82158	8,86	9,75	304,09	-0,001	83,114	39,683	83,299	39,681
0,0503	0,83492	8,76	9,72	306,68	-0,007	83,088	39,684	83,214	39,675
0,0745	0,84726	8,68	9,70	309,51	-0,016	83,065	39,685	83,135	39,665
0,1010	0,86019	8,59	9,70	312,96	-0,029	83,043	39,687	83,060	39,650
0,1502	0,88229	8,43	9,72	320,12	-0,046	83,012	39,692	83,042	39,628
0,2059	0,90501	8,27	9,78	329,27	-0,064	82,996	39,695	83,036	39,601
0,2500	0,92149	8,16	9,85	337,08	-0,081	82,997	39,695	83,022	39,574
0,3004	0,93877	8,04	9,95	346,44	-0,096	83,013	39,688	83,027	39,544
0,3426	0,95210	7,94	10,04	354,49	-0,105	83,037	39,677	83,040	39,522
0,3984	0,96849	7,83	10,17	365,27	-0,120	83,082	39,650	83,047	39,483
0,4514	0,98278	7,73	10,30	375,40	-0,133	83,134	39,611	83,053	39,440
0,5054	0,99615	7,64	10,43	385,41	-0,140	83,192	39,559	83,070	39,399
0,5509	1,00662	7,57	10,53	393,44	-0,144	83,240	39,505	83,085	39,361
0,6002	1,01709	7,50	10,63	401,55	-0,138	83,288	39,439	83,117	39,336
0,6469	1,02624	7,44	10,71	408,53	-0,122	83,327	39,374	83,158	39,336
0,6993	1,03580	7,37	10,78	415,35	-0,099	83,361	39,307	83,205	39,352
0,7496	1,04441	7,32	10,82	420,71	-0,079	83,380	39,257	83,242	39,366
0,7990	1,05234	7,26	10,83	424,67	-0,057	83,386	39,235	83,276	39,397
0,8370	1,05814	7,22	10,82	426,73	-0,040	83,384	39,248	83,299	39,434
0,9093	1,06856	7,15	10,74	427,98	-0,013	83,366	39,376	83,332	39,534
0,9239	1,07055	7,13	10,71	427,77	-0,007	83,362	39,424	83,340	39,595
0,9575	1,07512	7,10	10,64	426,65	0,000	83,353	39,570	83,347	39,681
0,9861	1,07894	7,08	10,56	424,97	0,001	83,348	39,739	83,348	39,761
1,0000	1,08078	7,06	10,52	423,90	0,000	83,347	39,838	83,347	

Tabela A1 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  metanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ metanol $T = 308,15 \text{ K e } p = 40 \text{ MPa}$									
0,0000	0,81108	8,56	9,58	304,78	0,000	82,915	39,503		39,503
0,0253	0,82525	8,47	9,53	306,86	-0,001	82,874	39,503	83,034	39,502
0,0503	0,83860	8,38	9,50	309,33	-0,006	82,838	39,505	82,948	39,496
0,0745	0,85090	8,30	9,48	312,06	-0,013	82,807	39,507	82,901	39,489
0,1010	0,86384	8,21	9,47	315,41	-0,026	82,780	39,509	82,816	39,474
0,1502	0,88594	8,07	9,49	322,47	-0,042	82,743	39,515	82,788	39,453
0,2059	0,90867	7,92	9,55	331,58	-0,061	82,723	39,519	82,775	39,426
0,2500	0,92516	7,81	9,62	339,41	-0,078	82,723	39,519	82,757	39,399
0,3004	0,94245	7,70	9,72	348,84	-0,094	82,739	39,512	82,759	39,369
0,3426	0,95578	7,62	9,81	356,97	-0,103	82,764	39,501	82,770	39,346
0,3984	0,97213	7,51	9,94	367,88	-0,115	82,808	39,474	82,781	39,311
0,4514	0,98643	7,42	10,07	378,16	-0,129	82,860	39,436	82,784	39,267
0,5054	0,99981	7,33	10,20	388,34	-0,137	82,916	39,384	82,800	39,226
0,5509	1,01028	7,27	10,30	396,50	-0,142	82,964	39,331	82,813	39,187
0,6002	1,02076	7,20	10,40	404,76	-0,137	83,012	39,265	82,842	39,160
0,6469	1,02987	7,14	10,48	411,87	-0,118	83,051	39,201	82,887	39,167
0,6993	1,03942	7,08	10,54	418,82	-0,097	83,085	39,132	82,932	39,181
0,7496	1,04805	7,03	10,59	424,27	-0,077	83,104	39,081	82,967	39,193
0,7990	1,05598	6,98	10,60	428,29	-0,057	83,111	39,059	82,999	39,221
0,8370	1,06173	6,94	10,59	430,37	-0,037	83,108	39,071	83,026	39,275
0,9093	1,07216	6,87	10,51	431,59	-0,012	83,090	39,205	83,058	39,374
0,9239	1,07415	6,86	10,49	431,36	-0,005	83,086	39,255	83,065	39,435
0,9575	1,07872	6,83	10,41	430,18	0,001	83,076	39,409	83,071	39,520
0,9861	1,08254	6,80	10,34	428,42	0,001	83,071	39,588	83,072	39,600
1,0000	1,08438	6,79	10,29	427,30	0,000	83,070	39,694	83,070	

Fonte: Autor.

Tabela A2 – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1 \text{ dimetil carbonato} + (1 - x_1) \text{ etanol}\}$  a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + (1 - $x_1$ ) etanol $T = 288,15 \text{ K e } p = 0,1 \text{ MPa}$									
0,0000	0,79439	10,47	11,08	304,97	0,000	84,980	57,994		57,994
0,0252	0,80420	10,42	11,15	308,36	0,024	84,899	57,995	84,611	58,019
0,0506	0,81367	10,37	11,22	311,79	0,063	84,796	57,999	84,894	58,060
0,0757	0,82301	10,32	11,29	315,21	0,090	84,680	58,007	84,845	58,092
0,1003	0,83196	10,26	11,35	318,57	0,114	84,560	58,019	84,793	58,121
0,1508	0,84993	10,15	11,48	325,53	0,151	84,309	58,055	84,653	58,172
0,2000	0,86684	10,05	11,59	332,36	0,176	84,084	58,103	84,533	58,214
0,2547	0,88511	9,92	11,71	339,99	0,185	83,877	58,164	84,381	58,243
0,3002	0,89990	9,82	11,80	346,36	0,179	83,745	58,214	84,250	58,250
0,3498	0,91551	9,70	11,90	353,29	0,167	83,643	58,263	84,131	58,251
0,4000	0,93078	9,59	11,99	360,27	0,152	83,581	58,299	84,032	58,247
0,4490	0,94514	9,47	12,07	367,03	0,137	83,554	58,319	83,957	58,242
0,4996	0,95951	9,36	12,15	373,92	0,116	83,550	58,323	83,884	58,225
0,5507	0,97356	9,24	12,22	380,76	0,091	83,562	58,308	83,819	58,197
0,6005	0,98673	9,13	12,28	387,27	0,071	83,582	58,281	83,772	58,173
0,6455	0,99817	9,04	12,33	392,99	0,059	83,602	58,249	83,744	58,160
0,6931	1,00992	8,93	12,37	398,86	0,043	83,620	58,213	83,715	58,135
0,7502	1,02343	8,82	12,42	405,58	0,032	83,636	58,172	83,695	58,121
0,8009	1,03500	8,72	12,45	411,22	0,023	83,644	58,144	83,681	58,107
0,8505	1,04600	8,63	12,47	416,41	0,012	83,648	58,125	83,667	58,076
0,9008	1,05670	8,54	12,48	421,28	0,008	83,650	58,109	83,662	58,076
0,9255	1,06181	8,49	12,49	423,52	0,007	83,651	58,100	83,661	58,091
0,9477	1,06636	8,46	12,49	425,43	0,005	83,652	58,088	83,659	58,094
0,9735	1,07155	8,41	12,49	427,55	0,004	83,653	58,067	83,657	58,143
1,0000	1,07683	8,37	12,48	429,59	0,000	83,653	58,034	83,653	

Tabela A2 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  etanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ etanol $T = 288,15 \text{ K e } p = 5 \text{ MPa}$									
0,0000	0,79818	9,93	10,75	306,73	0,000	84,539	57,719		57,719
0,0252	0,80800	9,89	10,82	310,20	0,025	84,484	57,719	84,331	57,745
0,0506	0,81757	9,84	10,88	313,71	0,058	84,402	57,723	84,470	57,780
0,0757	0,82696	9,79	10,95	317,21	0,083	84,302	57,729	84,420	57,809
0,1003	0,83591	9,74	11,01	320,66	0,109	84,194	57,740	84,401	57,839
0,1508	0,85394	9,64	11,14	327,80	0,144	83,961	57,773	84,271	57,888
0,2000	0,87091	9,54	11,25	334,81	0,167	83,745	57,819	84,156	57,928
0,2547	0,88919	9,43	11,37	342,64	0,179	83,542	57,879	84,021	57,959
0,3002	0,90399	9,33	11,47	349,18	0,175	83,411	57,929	83,900	57,968
0,3498	0,91965	9,22	11,56	356,29	0,161	83,309	57,978	83,778	57,966
0,4000	0,93494	9,12	11,66	363,46	0,147	83,247	58,015	83,686	57,964
0,4490	0,94935	9,01	11,74	370,41	0,130	83,218	58,036	83,608	57,954
0,4996	0,96373	8,90	11,82	377,49	0,110	83,213	58,039	83,540	57,939
0,5507	0,97778	8,80	11,89	384,51	0,087	83,226	58,026	83,477	57,913
0,6005	0,99095	8,69	11,95	391,19	0,069	83,246	57,998	83,433	57,891
0,6455	1,00245	8,60	12,00	397,07	0,053	83,266	57,966	83,402	57,869
0,6931	1,01421	8,51	12,05	403,09	0,039	83,284	57,928	83,375	57,845
0,7502	1,02772	8,40	12,10	409,98	0,028	83,300	57,887	83,357	57,832
0,8009	1,03930	8,31	12,13	415,77	0,020	83,309	57,857	83,344	57,819
0,8505	1,05030	8,22	12,16	421,08	0,010	83,313	57,836	83,331	57,788
0,9008	1,06101	8,14	12,17	426,07	0,007	83,316	57,820	83,326	57,789
0,9255	1,06614	8,10	12,18	428,36	0,005	83,317	57,809	83,324	57,789
0,9477	1,07068	8,06	12,18	430,32	0,005	83,317	57,797	83,324	57,808
0,9735	1,07589	8,02	12,18	432,48	0,003	83,318	57,775	83,321	57,813
1,0000	1,08115	7,98	12,18	434,56	0,000	83,319	57,740	83,319	

Tabela A2 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  etanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ etanol $T = 288,15 \text{ K e } p = 10 \text{ MPa}$									
0,0000	0,80220	9,44	10,44	308,44	0,000	84,173	57,430		57,430
0,0252	0,81206	9,40	10,51	311,98	0,023	84,128	57,430	83,900	57,453
0,0506	0,82164	9,36	10,57	315,59	0,056	84,053	57,433	84,105	57,489
0,0757	0,83104	9,31	10,64	319,17	0,082	83,958	57,440	84,078	57,518
0,1003	0,83999	9,27	10,70	322,71	0,107	83,853	57,450	84,069	57,549
0,1508	0,85808	9,17	10,82	330,02	0,140	83,624	57,483	83,926	57,594
0,2000	0,87510	9,08	10,94	337,21	0,161	83,411	57,528	83,803	57,631
0,2547	0,89338	8,97	11,06	345,25	0,173	83,211	57,587	83,679	57,662
0,3002	0,90819	8,88	11,16	351,96	0,169	83,083	57,636	83,563	57,672
0,3498	0,92386	8,78	11,25	359,26	0,156	82,985	57,682	83,445	57,670
0,4000	0,93915	8,68	11,35	366,63	0,143	82,926	57,718	83,356	57,668
0,4490	0,95357	8,58	11,43	373,76	0,126	82,901	57,736	83,279	57,658
0,4996	0,96796	8,48	11,51	381,03	0,107	82,898	57,738	83,212	57,643
0,5507	0,98201	8,38	11,59	388,24	0,084	82,911	57,724	83,150	57,616
0,6005	0,99519	8,29	11,65	395,10	0,065	82,930	57,697	83,107	57,593
0,6455	1,00664	8,20	11,71	401,13	0,053	82,948	57,668	83,081	57,580
0,6931	1,01841	8,12	11,76	407,31	0,038	82,964	57,635	83,054	57,555
0,7502	1,03192	8,02	11,81	414,38	0,028	82,978	57,601	83,035	57,540
0,8009	1,04351	7,93	11,84	420,32	0,019	82,985	57,577	83,022	57,524
0,8505	1,05451	7,85	11,87	425,76	0,009	82,989	57,558	83,009	57,487
0,9008	1,06522	7,77	11,89	430,87	0,005	82,992	57,533	83,004	57,475
0,9255	1,07035	7,73	11,89	433,21	0,002	82,994	57,512	83,001	57,463
0,9477	1,07489	7,70	11,89	435,21	0,002	82,996	57,486	83,000	57,460
0,9735	1,08008	7,66	11,90	437,42	0,001	82,998	57,442	83,000	57,466
1,0000	1,08532	7,62	11,89	439,54	0,000	82,999	57,375	82,999	

Tabela A2 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  etanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ etanol $T = 288,15 \text{ K e } p = 15 \text{ MPa}$									
0,0000	0,80602	9,00	10,16	310,05	0,000	83,784	57,157		57,157
0,0252	0,81589	8,96	10,22	313,69	0,023	83,758	57,158	83,612	57,181
0,0506	0,82553	8,92	10,29	317,37	0,054	83,699	57,160	83,746	57,214
0,0757	0,83498	8,88	10,35	321,04	0,077	83,616	57,166	83,694	57,241
0,1003	0,84394	8,84	10,42	324,66	0,103	83,520	57,175	83,706	57,272
0,1508	0,86204	8,75	10,54	332,16	0,137	83,303	57,206	83,586	57,319
0,2000	0,87908	8,66	10,65	339,52	0,159	83,096	57,250	83,473	57,356
0,2547	0,89743	8,56	10,78	347,77	0,169	82,897	57,309	83,341	57,384
0,3002	0,91225	8,48	10,87	354,65	0,166	82,769	57,358	83,231	57,394
0,3498	0,92788	8,38	10,97	362,15	0,157	82,670	57,405	83,127	57,399
0,4000	0,94323	8,29	11,07	369,70	0,141	82,609	57,441	83,031	57,392
0,4490	0,95766	8,20	11,15	377,02	0,125	82,582	57,461	82,956	57,384
0,4996	0,97206	8,10	11,24	384,48	0,106	82,579	57,463	82,890	57,369
0,5507	0,98613	8,01	11,31	391,88	0,083	82,592	57,449	82,830	57,343
0,6005	0,99932	7,92	11,38	398,92	0,065	82,611	57,423	82,787	57,321
0,6455	1,01083	7,84	11,43	405,11	0,050	82,629	57,393	82,756	57,298
0,6931	1,02255	7,76	11,49	411,44	0,039	82,646	57,360	82,735	57,284
0,7502	1,03608	7,67	11,54	418,70	0,028	82,659	57,324	82,716	57,270
0,8009	1,04768	7,58	11,58	424,78	0,019	82,666	57,301	82,703	57,254
0,8505	1,05868	7,51	11,60	430,35	0,009	82,670	57,283	82,689	57,219
0,9008	1,06940	7,43	11,62	435,57	0,005	82,673	57,261	82,684	57,207
0,9255	1,07454	7,40	11,63	437,97	0,003	82,675	57,243	82,682	57,195
0,9477	1,07908	7,37	11,63	440,02	0,002	82,676	57,219	82,681	57,193
0,9735	1,08428	7,33	11,63	442,27	0,001	82,678	57,179	82,680	57,199
1,0000	1,08952	7,30	11,63	444,44	0,000	82,679	57,116	82,679	

Tabela A2 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  etanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ etanol $T = 288,15 \text{ K e } p = 20 \text{ MPa}$									
0,0000	0,80969	8,60	9,90	311,59	0,000	83,459	56,898		56,898
0,0252	0,81961	8,56	9,97	315,30	0,021	83,436	56,898	83,230	56,920
0,0506	0,82925	8,53	10,03	319,08	0,053	83,381	56,901	83,430	56,954
0,0757	0,83869	8,49	10,10	322,83	0,077	83,302	56,906	83,400	56,981
0,1003	0,84770	8,45	10,16	326,53	0,100	83,211	56,915	83,388	57,009
0,1508	0,86584	8,36	10,28	334,21	0,132	83,002	56,945	83,266	57,054
0,2000	0,88288	8,28	10,40	341,76	0,156	82,801	56,988	83,168	57,093
0,2547	0,90127	8,19	10,52	350,21	0,164	82,608	57,045	83,032	57,118
0,3002	0,91609	8,11	10,61	357,26	0,162	82,482	57,093	82,929	57,130
0,3498	0,93171	8,02	10,72	364,94	0,155	82,383	57,140	82,831	57,136
0,4000	0,94706	7,93	10,81	372,69	0,140	82,323	57,176	82,738	57,131
0,4490	0,96148	7,85	10,90	380,20	0,124	82,295	57,196	82,666	57,124
0,4996	0,97593	7,76	10,98	387,85	0,103	82,291	57,199	82,595	57,104
0,5507	0,98999	7,67	11,06	395,44	0,081	82,303	57,186	82,537	57,079
0,6005	1,00317	7,59	11,13	402,66	0,064	82,321	57,161	82,495	57,058
0,6455	1,01468	7,51	11,19	409,00	0,049	82,339	57,131	82,465	57,036
0,6931	1,02640	7,44	11,24	415,49	0,038	82,356	57,097	82,444	57,023
0,7502	1,03992	7,35	11,29	422,92	0,028	82,370	57,061	82,426	57,009
0,8009	1,05152	7,27	11,33	429,15	0,019	82,377	57,036	82,413	56,995
0,8505	1,06252	7,20	11,36	434,85	0,009	82,381	57,018	82,400	56,960
0,9008	1,07324	7,13	11,38	440,20	0,005	82,384	56,997	82,395	56,949
0,9255	1,07838	7,09	11,39	442,65	0,003	82,386	56,981	82,392	56,937
0,9477	1,08292	7,06	11,39	444,74	0,002	82,387	56,961	82,391	56,935
0,9735	1,08811	7,03	11,40	447,04	0,001	82,388	56,926	82,390	56,942
1,0000	1,09335	7,00	11,40	449,25	0,000	82,389	56,872	82,389	

Tabela A2 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  etanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ etanol $T = 288,15 \text{ K e } p = 25 \text{ MPa}$									
0,0000	0,81295	8,24	9,67	313,05	0,000	83,065	56,670		56,670
0,0252	0,82292	8,20	9,73	316,85	0,019	83,083	56,670	82,854	56,689
0,0506	0,83261	8,17	9,80	320,70	0,047	83,058	56,671	83,052	56,720
0,0757	0,84206	8,13	9,86	324,54	0,072	83,001	56,675	83,066	56,748
0,1003	0,85108	8,09	9,92	328,33	0,096	82,924	56,683	83,074	56,777
0,1508	0,86928	8,01	10,04	336,18	0,126	82,730	56,711	82,951	56,819
0,2000	0,88633	7,93	10,16	343,91	0,151	82,532	56,753	82,869	56,859
0,2547	0,90473	7,85	10,28	352,56	0,160	82,337	56,810	82,744	56,885
0,3002	0,91956	7,77	10,38	359,78	0,159	82,208	56,860	82,646	56,898
0,3498	0,93524	7,69	10,48	367,66	0,149	82,107	56,908	82,542	56,900
0,4000	0,95060	7,61	10,58	375,60	0,135	82,044	56,945	82,453	56,895
0,4490	0,96503	7,53	10,66	383,29	0,121	82,016	56,965	82,384	56,889
0,4996	0,97949	7,44	10,75	391,13	0,100	82,012	56,969	82,315	56,870
0,5507	0,99356	7,36	10,83	398,91	0,079	82,025	56,955	82,259	56,846
0,6005	1,00680	7,28	10,90	406,31	0,058	82,044	56,928	82,213	56,817
0,6455	1,01832	7,21	10,96	412,81	0,044	82,062	56,899	82,184	56,794
0,6931	1,03005	7,14	11,01	419,46	0,034	82,078	56,866	82,164	56,780
0,7502	1,04358	7,05	11,07	427,07	0,024	82,092	56,832	82,147	56,765
0,8009	1,05518	6,98	11,11	433,44	0,015	82,099	56,807	82,135	56,747
0,8505	1,06619	6,91	11,14	439,28	0,005	82,103	56,786	82,122	56,706
0,9008	1,07692	6,85	11,16	444,74	0,001	82,107	56,755	82,117	56,683
0,9255	1,08206	6,81	11,17	447,24	-0,001	82,110	56,728	82,115	56,659
0,9477	1,08660	6,79	11,17	449,38	-0,002	82,112	56,694	82,114	56,636
0,9735	1,09179	6,75	11,17	451,73	-0,003	82,115	56,637	82,113	56,573
1,0000	1,09699	6,72	11,18	453,98	0,000	82,116	56,551	82,116	

Tabela A2 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  etanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ etanol $T = 288,15 \text{ K e } p = 30 \text{ MPa}$									
0,0000	0,81623	7,91	9,45	314,44	0,000	82,774	56,442		56,442
0,0252	0,82621	7,87	9,51	318,31	0,019	82,788	56,442	82,616	56,462
0,0506	0,83595	7,84	9,58	322,25	0,046	82,761	56,444	82,744	56,490
0,0757	0,84541	7,80	9,64	326,17	0,071	82,704	56,447	82,779	56,519
0,1003	0,85448	7,77	9,70	330,05	0,092	82,630	56,455	82,764	56,545
0,1508	0,87269	7,69	9,82	338,08	0,123	82,443	56,482	82,663	56,588
0,2000	0,88980	7,62	9,94	345,98	0,146	82,252	56,522	82,574	56,625
0,2547	0,90821	7,53	10,06	354,84	0,156	82,063	56,578	82,458	56,652
0,3002	0,92305	7,46	10,16	362,23	0,157	81,937	56,626	82,366	56,666
0,3498	0,93874	7,39	10,26	370,30	0,147	81,838	56,674	82,265	56,669
0,4000	0,95416	7,31	10,36	378,43	0,131	81,775	56,711	82,171	56,660
0,4490	0,96860	7,23	10,45	386,31	0,117	81,746	56,732	82,105	56,655
0,4996	0,98306	7,15	10,53	394,34	0,097	81,740	56,737	82,038	56,636
0,5507	0,99714	7,08	10,61	402,31	0,077	81,751	56,725	81,983	56,613
0,6005	1,01039	7,00	10,69	409,89	0,057	81,769	56,700	81,939	56,584
0,6455	1,02192	6,93	10,75	416,54	0,043	81,787	56,670	81,910	56,563
0,6931	1,03365	6,86	10,80	423,35	0,033	81,804	56,636	81,891	56,549
0,7502	1,04724	6,78	10,86	431,14	0,019	81,819	56,598	81,870	56,520
0,8009	1,05885	6,72	10,90	437,66	0,011	81,827	56,569	81,858	56,499
0,8505	1,06982	6,65	10,93	443,63	0,005	81,832	56,544	81,850	56,477
0,9008	1,08055	6,59	10,95	449,21	0,001	81,837	56,512	81,845	56,455
0,9255	1,08569	6,56	10,96	451,76	-0,001	81,839	56,488	81,843	56,431
0,9477	1,09023	6,53	10,97	453,94	-0,002	81,841	56,458	81,842	56,408
0,9735	1,09543	6,50	10,97	456,34	-0,003	81,843	56,409	81,841	56,346
1,0000	1,10063	6,47	10,97	458,63	0,000	81,844	56,337	81,844	

Tabela A2 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  etanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ etanol $T = 288,15 \text{ K e } p = 35 \text{ MPa}$									
0,0000	0,81912	7,60	9,25	315,75	0,000	82,448	56,243		56,243
0,0252	0,82916	7,57	9,31	319,71	0,017	82,478	56,243	82,272	56,261
0,0506	0,83890	7,53	9,38	323,73	0,044	82,465	56,244	82,466	56,290
0,0757	0,84842	7,50	9,44	327,74	0,067	82,419	56,247	82,477	56,316
0,1003	0,85754	7,47	9,50	331,69	0,086	82,352	56,253	82,449	56,339
0,1508	0,87576	7,40	9,62	339,90	0,120	82,176	56,279	82,381	56,384
0,2000	0,89293	7,33	9,74	347,98	0,140	81,992	56,318	82,290	56,419
0,2547	0,91135	7,25	9,86	357,04	0,153	81,806	56,372	82,188	56,448
0,3002	0,92624	7,18	9,96	364,61	0,151	81,683	56,420	82,091	56,459
0,3498	0,94195	7,11	10,06	372,87	0,143	81,585	56,467	81,998	56,464
0,4000	0,95737	7,03	10,16	381,19	0,128	81,523	56,503	81,909	56,457
0,4490	0,97187	6,96	10,25	389,25	0,113	81,494	56,524	81,839	56,448
0,4996	0,98634	6,89	10,33	397,48	0,094	81,489	56,529	81,777	56,431
0,5507	1,00043	6,81	10,42	405,63	0,075	81,499	56,517	81,725	56,411
0,6005	1,01369	6,74	10,49	413,39	0,056	81,517	56,493	81,682	56,385
0,6455	1,02522	6,68	10,55	420,20	0,044	81,533	56,466	81,656	56,366
0,6931	1,03701	6,61	10,61	427,16	0,031	81,549	56,435	81,633	56,345
0,7502	1,05061	6,54	10,66	435,13	0,019	81,562	56,401	81,613	56,319
0,8009	1,06222	6,47	10,71	441,80	0,012	81,569	56,375	81,603	56,302
0,8505	1,07325	6,41	10,74	447,90	0,003	81,574	56,351	81,592	56,263
0,9008	1,08398	6,35	10,76	453,60	0,000	81,580	56,314	81,588	56,241
0,9255	1,08913	6,32	10,77	456,21	-0,002	81,582	56,285	81,586	56,217
0,9477	1,09368	6,29	10,78	458,44	-0,003	81,585	56,248	81,586	56,194
0,9735	1,09888	6,26	10,78	460,88	-0,003	81,587	56,188	81,585	56,133
1,0000	1,10408	6,24	10,78	463,22	0,000	81,588	56,099	81,588	

Tabela A2 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  etanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ etanol $T = 288,15 \text{ K e } p = 40 \text{ MPa}$									
0,0000	0,82229	7,32	9,07	317,00	0,000	82,112	56,026		56,026
0,0252	0,83233	7,29	9,13	321,04	0,018	82,170	56,026	82,046	56,044
0,0506	0,84219	7,25	9,19	325,14	0,038	82,178	56,025	82,105	56,067
0,0757	0,85170	7,22	9,25	329,23	0,062	82,147	56,028	82,159	56,093
0,1003	0,86078	7,19	9,31	333,27	0,084	82,091	56,033	82,185	56,120
0,1508	0,87906	7,12	9,44	341,65	0,115	81,929	56,057	82,104	56,161
0,2000	0,89624	7,06	9,55	349,92	0,136	81,749	56,095	82,023	56,196
0,2547	0,91467	6,98	9,67	359,18	0,149	81,564	56,149	81,927	56,226
0,3002	0,92957	6,92	9,77	366,92	0,147	81,439	56,197	81,834	56,237
0,3498	0,94528	6,85	9,87	375,36	0,140	81,338	56,245	81,744	56,241
0,4000	0,96071	6,78	9,97	383,88	0,125	81,275	56,283	81,656	56,235
0,4490	0,97522	6,71	10,06	392,13	0,109	81,245	56,305	81,587	56,225
0,4996	0,98970	6,64	10,15	400,54	0,091	81,239	56,310	81,525	56,208
0,5507	1,00380	6,57	10,23	408,88	0,072	81,250	56,298	81,474	56,186
0,6005	1,01706	6,50	10,31	416,82	0,053	81,267	56,274	81,432	56,159
0,6455	1,02860	6,44	10,37	423,79	0,040	81,284	56,246	81,405	56,138
0,6931	1,04040	6,38	10,42	430,91	0,027	81,300	56,214	81,383	56,114
0,7502	1,05400	6,31	10,48	439,06	0,014	81,313	56,179	81,363	56,083
0,8009	1,06562	6,24	10,53	445,87	0,007	81,321	56,152	81,352	56,060
0,8505	1,07660	6,18	10,56	452,10	0,001	81,327	56,124	81,345	56,033
0,9008	1,08734	6,13	10,59	457,92	-0,003	81,333	56,080	81,341	55,999
0,9255	1,09249	6,10	10,59	460,58	-0,005	81,337	56,046	81,339	55,964
0,9477	1,09704	6,07	10,60	462,85	-0,006	81,340	56,002	81,338	55,920
0,9735	1,10223	6,05	10,60	465,34	-0,005	81,342	55,930	81,338	55,832
1,0000	1,10740	6,02	10,61	467,73	0,000	81,344	55,827	81,344	

Tabela A2 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  etanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ etanol $T = 293,15 \text{ K e } p = 0,1 \text{ MPa}$									
0,0000	0,78987	10,84	11,15	301,21	0,000	85,675	58,326		58,326
0,0252	0,79952	10,79	11,22	304,48	0,031	85,540	58,328	85,397	58,357
0,0506	0,80893	10,74	11,29	307,81	0,069	85,396	58,334	85,540	58,398
0,0757	0,81821	10,69	11,35	311,11	0,096	85,252	58,343	85,445	58,430
0,1003	0,82705	10,64	11,42	314,38	0,123	85,112	58,357	85,407	58,463
0,1508	0,84490	10,53	11,54	321,13	0,158	84,843	58,395	85,232	58,513
0,2000	0,86169	10,42	11,66	327,77	0,183	84,616	58,443	85,097	58,555
0,2547	0,87983	10,30	11,78	335,20	0,191	84,413	58,503	84,932	58,582
0,3002	0,89446	10,19	11,87	341,40	0,189	84,286	58,551	84,811	58,596
0,3498	0,90995	10,08	11,97	348,16	0,176	84,189	58,598	84,687	58,597
0,4000	0,92511	9,96	12,06	354,97	0,161	84,129	58,634	84,584	58,594
0,4490	0,93935	9,84	12,14	361,57	0,146	84,100	58,655	84,507	58,591
0,4996	0,95360	9,72	12,22	368,31	0,125	84,092	58,661	84,432	58,576
0,5507	0,96753	9,61	12,29	374,99	0,101	84,101	58,652	84,365	58,550
0,6005	0,98058	9,49	12,35	381,36	0,082	84,117	58,630	84,318	58,531
0,6455	0,99196	9,39	12,40	386,95	0,067	84,133	58,603	84,286	58,515
0,6931	1,00360	9,29	12,45	392,68	0,053	84,149	58,570	84,258	58,498
0,7502	1,01703	9,17	12,49	399,25	0,038	84,164	58,531	84,233	58,477
0,8009	1,02854	9,07	12,52	404,76	0,026	84,173	58,501	84,215	58,458
0,8505	1,03942	8,97	12,55	409,81	0,018	84,178	58,479	84,203	58,444
0,9008	1,05005	8,88	12,56	414,55	0,011	84,180	58,462	84,195	58,442
0,9255	1,05515	8,84	12,56	416,72	0,009	84,181	58,454	84,192	58,441
0,9477	1,05965	8,80	12,57	418,58	0,007	84,182	58,445	84,190	58,464
0,9735	1,06483	8,76	12,57	420,62	0,004	84,182	58,432	84,186	58,469
1,0000	1,07006	8,71	12,56	422,59	0,000	84,182	58,413	84,182	

Tabela A2 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  etanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ etanol									
$T = 293,15 \text{ K e } p = 5 \text{ MPa}$									
0,0000	0,79383	10,27	10,78	302,82	0,000	85,183	58,035		58,035
0,0252	0,80353	10,23	10,85	306,17	0,029	85,080	58,037	84,965	58,065
0,0506	0,81304	10,18	10,92	309,58	0,061	84,962	58,041	85,035	58,100
0,0757	0,82232	10,13	10,99	312,97	0,090	84,839	58,050	85,010	58,132
0,1003	0,83121	10,08	11,05	316,31	0,115	84,715	58,061	84,969	58,163
0,1508	0,84911	9,98	11,18	323,24	0,150	84,469	58,097	84,817	58,211
0,2000	0,86596	9,88	11,29	330,05	0,173	84,253	58,143	84,692	58,252
0,2547	0,88411	9,77	11,42	337,68	0,184	84,056	58,200	84,549	58,282
0,3002	0,89879	9,67	11,51	344,05	0,181	83,930	58,249	84,427	58,293
0,3498	0,91432	9,56	11,61	351,00	0,167	83,832	58,296	84,303	58,292
0,4000	0,92949	9,45	11,70	358,00	0,154	83,769	58,333	84,210	58,292
0,4490	0,94378	9,34	11,79	364,79	0,138	83,739	58,355	84,131	58,285
0,4996	0,95804	9,23	11,87	371,71	0,119	83,730	58,362	84,062	58,272
0,5507	0,97196	9,12	11,94	378,58	0,096	83,738	58,353	84,000	58,250
0,6005	0,98507	9,02	12,00	385,12	0,075	83,755	58,331	83,951	58,224
0,6455	0,99645	8,93	12,06	390,87	0,062	83,772	58,302	83,921	58,210
0,6931	1,00814	8,83	12,10	396,76	0,046	83,789	58,267	83,891	58,184
0,7502	1,02158	8,72	12,15	403,50	0,032	83,805	58,225	83,868	58,164
0,8009	1,03309	8,63	12,19	409,15	0,022	83,815	58,192	83,853	58,146
0,8505	1,04397	8,54	12,21	414,33	0,015	83,820	58,167	83,842	58,132
0,9008	1,05461	8,45	12,23	419,18	0,010	83,823	58,148	83,836	58,131
0,9255	1,05971	8,41	12,23	421,41	0,007	83,824	58,140	83,833	58,131
0,9477	1,06421	8,37	12,23	423,31	0,006	83,824	58,132	83,832	58,153
0,9735	1,06939	8,33	12,23	425,40	0,003	83,825	58,120	83,828	58,159
1,0000	1,07462	8,29	12,23	427,40	0,000	83,825	58,103	83,825	

Tabela A2 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  etanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ etanol $T = 293,15 \text{ K e } p = 10 \text{ MPa}$									
0,0000	0,79788	9,75	10,45	304,37	0,000	84,771	57,740		57,740
0,0252	0,80763	9,71	10,52	307,80	0,026	84,683	57,742	84,529	57,767
0,0506	0,81720	9,66	10,59	311,29	0,056	84,578	57,746	84,597	57,799
0,0757	0,82648	9,62	10,66	314,76	0,085	84,463	57,753	84,618	57,833
0,1003	0,83537	9,57	10,72	318,19	0,111	84,348	57,765	84,599	57,864
0,1508	0,85332	9,48	10,84	325,29	0,144	84,112	57,799	84,446	57,910
0,2000	0,87022	9,39	10,96	332,29	0,166	83,903	57,843	84,319	57,948
0,2547	0,88837	9,28	11,08	340,12	0,178	83,711	57,899	84,189	57,979
0,3002	0,90311	9,19	11,18	346,66	0,172	83,589	57,946	84,063	57,986
0,3498	0,91865	9,09	11,28	353,80	0,160	83,494	57,991	83,947	57,986
0,4000	0,93381	8,99	11,37	361,00	0,147	83,434	58,027	83,858	57,986
0,4490	0,94811	8,89	11,46	367,97	0,132	83,406	58,047	83,784	57,979
0,4996	0,96237	8,78	11,54	375,08	0,113	83,399	58,054	83,717	57,967
0,5507	0,97630	8,68	11,62	382,14	0,092	83,407	58,044	83,657	57,945
0,6005	0,98941	8,59	11,68	388,87	0,071	83,422	58,023	83,609	57,919
0,6455	1,00079	8,50	11,74	394,77	0,058	83,439	57,996	83,581	57,905
0,6931	1,01244	8,41	11,79	400,82	0,046	83,454	57,965	83,556	57,890
0,7502	1,02593	8,31	11,84	407,74	0,029	83,469	57,927	83,529	57,857
0,8009	1,03744	8,22	11,87	413,54	0,019	83,477	57,897	83,514	57,835
0,8505	1,04832	8,13	11,90	418,85	0,011	83,483	57,873	83,503	57,816
0,9008	1,05894	8,05	11,92	423,82	0,008	83,486	57,848	83,499	57,821
0,9255	1,06404	8,01	11,92	426,10	0,006	83,488	57,833	83,496	57,815
0,9477	1,06854	7,98	11,93	428,04	0,004	83,489	57,816	83,495	57,826
0,9735	1,07372	7,94	11,93	430,18	0,001	83,490	57,790	83,492	57,796
1,0000	1,07893	7,91	11,93	432,22	0,000	83,490	57,751	83,490	

Tabela A2 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  etanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ etanol $T = 293,15 \text{ K e } p = 15 \text{ MPa}$									
0,0000	0,80184	9,28	10,16	305,82	0,000	84,359	57,456		57,456
0,0252	0,81164	9,24	10,22	309,34	0,023	84,301	57,456	84,103	57,480
0,0506	0,82120	9,20	10,29	312,91	0,054	84,218	57,460	84,239	57,512
0,0757	0,83053	9,16	10,35	316,46	0,080	84,120	57,466	84,234	57,542
0,1003	0,83943	9,12	10,42	319,97	0,107	84,014	57,477	84,237	57,574
0,1508	0,85739	9,03	10,54	327,26	0,140	83,790	57,509	84,106	57,621
0,2000	0,87434	8,94	10,66	334,43	0,159	83,584	57,553	83,972	57,655
0,2547	0,89250	8,84	10,78	342,46	0,172	83,393	57,609	83,852	57,687
0,3002	0,90724	8,75	10,88	349,18	0,167	83,271	57,655	83,731	57,694
0,3498	0,92278	8,66	10,98	356,50	0,155	83,176	57,701	83,619	57,694
0,4000	0,93795	8,57	11,07	363,89	0,143	83,118	57,735	83,533	57,694
0,4490	0,95225	8,47	11,16	371,06	0,128	83,092	57,754	83,460	57,687
0,4996	0,96652	8,38	11,24	378,36	0,110	83,086	57,759	83,395	57,675
0,5507	0,98045	8,28	11,32	385,61	0,088	83,095	57,749	83,336	57,652
0,6005	0,99351	8,19	11,39	392,51	0,071	83,110	57,728	83,294	57,634
0,6455	1,00495	8,11	11,44	398,58	0,054	83,125	57,704	83,260	57,609
0,6931	1,01660	8,03	11,50	404,78	0,042	83,139	57,676	83,236	57,591
0,7502	1,03004	7,93	11,55	411,89	0,028	83,151	57,646	83,213	57,568
0,8009	1,04156	7,85	11,59	417,83	0,017	83,157	57,622	83,197	57,543
0,8505	1,05245	7,77	11,62	423,27	0,009	83,163	57,598	83,187	57,519
0,9008	1,06309	7,69	11,64	428,36	0,004	83,168	57,562	83,180	57,493
0,9255	1,06818	7,66	11,64	430,69	0,002	83,170	57,534	83,177	57,477
0,9477	1,07270	7,63	11,65	432,68	-0,001	83,172	57,500	83,175	57,446
0,9735	1,07783	7,59	11,65	434,86	0,000	83,175	57,445	83,176	57,454
1,0000	1,08301	7,55	11,65	436,95	0,000	83,176	57,365	83,176	

Tabela A2 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  etanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ etanol $T = 293,15 \text{ K e } p = 20 \text{ MPa}$									
0,0000	0,80545	8,85	9,88	307,20	0,000	83,941	57,198		57,198
0,0252	0,81531	8,82	9,95	310,79	0,021	83,917	57,198	83,692	57,219
0,0506	0,82493	8,78	10,02	314,44	0,049	83,858	57,201	83,826	57,249
0,0757	0,83427	8,74	10,08	318,08	0,076	83,776	57,206	83,866	57,280
0,1003	0,84317	8,70	10,14	321,67	0,103	83,681	57,215	83,890	57,312
0,1508	0,86119	8,62	10,26	329,13	0,135	83,468	57,246	83,758	57,357
0,2000	0,87821	8,54	10,38	336,48	0,152	83,265	57,289	83,622	57,387
0,2547	0,89638	8,44	10,50	344,72	0,166	83,074	57,345	83,516	57,421
0,3002	0,91113	8,36	10,60	351,60	0,162	82,952	57,392	83,403	57,429
0,3498	0,92673	8,27	10,70	359,12	0,148	82,859	57,436	83,286	57,425
0,4000	0,94191	8,19	10,80	366,70	0,137	82,804	57,469	83,206	57,426
0,4490	0,95622	8,10	10,89	374,05	0,122	82,781	57,486	83,137	57,420
0,4996	0,97050	8,01	10,97	381,55	0,105	82,779	57,488	83,075	57,408
0,5507	0,98445	7,92	11,05	388,99	0,085	82,790	57,475	83,018	57,386
0,6005	0,99752	7,84	11,12	396,07	0,069	82,805	57,454	82,978	57,369
0,6455	1,00896	7,76	11,18	402,30	0,052	82,819	57,431	82,945	57,345
0,6931	1,02062	7,68	11,23	408,66	0,040	82,830	57,409	82,922	57,328
0,7502	1,03407	7,59	11,29	415,94	0,027	82,839	57,387	82,900	57,305
0,8009	1,04560	7,51	11,33	422,03	0,017	82,843	57,372	82,885	57,281
0,8505	1,05649	7,44	11,36	427,61	0,009	82,847	57,353	82,875	57,257
0,9008	1,06715	7,37	11,38	432,82	0,003	82,853	57,312	82,868	57,232
0,9255	1,07228	7,33	11,38	435,20	-0,001	82,856	57,274	82,863	57,182
0,9477	1,07681	7,30	11,39	437,23	-0,004	82,859	57,225	82,860	57,114
0,9735	1,08194	7,27	11,39	439,46	-0,004	82,863	57,144	82,860	57,051
1,0000	1,08708	7,23	11,39	441,59	0,000	82,864	57,024	82,864	

Tabela A2 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  etanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ etanol $T = 293,15 \text{ K e } p = 25 \text{ MPa}$									
0,0000	0,80912	8,47	9,64	308,49	0,000	83,589	56,938		56,938
0,0252	0,81903	8,43	9,70	312,16	0,018	83,574	56,939	83,299	56,957
0,0506	0,82870	8,40	9,77	315,89	0,044	83,522	56,941	83,431	56,984
0,0757	0,83804	8,36	9,83	319,61	0,072	83,445	56,946	83,514	57,016
0,1003	0,84695	8,32	9,89	323,29	0,100	83,354	56,955	83,559	57,049
0,1508	0,86497	8,25	10,01	330,92	0,133	83,147	56,985	83,448	57,095
0,2000	0,88203	8,17	10,13	338,44	0,148	82,949	57,027	83,305	57,123
0,2547	0,90030	8,08	10,25	346,89	0,157	82,763	57,081	83,182	57,149
0,3002	0,91506	8,01	10,35	353,94	0,154	82,646	57,126	83,078	57,159
0,3498	0,93066	7,92	10,45	361,65	0,141	82,558	57,168	82,968	57,155
0,4000	0,94585	7,84	10,55	369,42	0,131	82,506	57,198	82,893	57,157
0,4490	0,96016	7,76	10,64	376,96	0,118	82,485	57,214	82,827	57,153
0,4996	0,97444	7,67	10,72	384,65	0,102	82,484	57,215	82,768	57,142
0,5507	0,98838	7,59	10,80	392,28	0,082	82,494	57,203	82,713	57,121
0,6005	1,00146	7,51	10,88	399,54	0,066	82,508	57,185	82,675	57,105
0,6455	1,01290	7,44	10,93	405,93	0,051	82,519	57,167	82,643	57,081
0,6931	1,02456	7,36	10,99	412,45	0,039	82,527	57,151	82,620	57,065
0,7502	1,03807	7,28	11,05	419,91	0,023	82,532	57,137	82,594	57,029
0,8009	1,04960	7,20	11,09	426,15	0,013	82,535	57,127	82,580	57,001
0,8505	1,06049	7,13	11,12	431,86	0,005	82,540	57,105	82,570	56,972
0,9008	1,07117	7,07	11,14	437,18	-0,002	82,548	57,046	82,562	56,916
0,9255	1,07627	7,03	11,15	439,62	-0,005	82,553	56,991	82,559	56,872
0,9477	1,08081	7,01	11,15	441,69	-0,008	82,557	56,921	82,556	56,783
0,9735	1,08594	6,97	11,16	443,97	-0,008	82,562	56,805	82,556	56,651
1,0000	1,09103	6,94	11,16	446,14	0,000	82,564	56,638	82,564	

Tabela A2 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  etanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ etanol $T = 293,15 \text{ K e } p = 30 \text{ MPa}$									
0,0000	0,81252	8,12	9,41	309,70	0,000	83,308	56,700		56,700
0,0252	0,82243	8,08	9,47	313,45	0,019	83,274	56,701	83,049	56,720
0,0506	0,83216	8,05	9,54	317,26	0,042	83,210	56,703	83,111	56,744
0,0757	0,84150	8,02	9,60	321,06	0,071	83,127	56,709	83,215	56,777
0,1003	0,85046	7,98	9,66	324,82	0,096	83,035	56,718	83,236	56,807
0,1508	0,86850	7,91	9,78	332,63	0,130	82,832	56,747	83,146	56,854
0,2000	0,88562	7,83	9,90	340,33	0,143	82,644	56,787	82,997	56,879
0,2547	0,90395	7,75	10,02	348,97	0,149	82,470	56,838	82,870	56,901
0,3002	0,91871	7,68	10,12	356,20	0,147	82,360	56,880	82,773	56,910
0,3498	0,93433	7,60	10,22	364,10	0,135	82,278	56,920	82,669	56,908
0,4000	0,94952	7,52	10,32	372,06	0,126	82,229	56,949	82,598	56,910
0,4490	0,96384	7,45	10,41	379,79	0,113	82,208	56,964	82,535	56,905
0,4996	0,97813	7,37	10,50	387,67	0,097	82,205	56,966	82,478	56,894
0,5507	0,99209	7,29	10,58	395,49	0,078	82,213	56,957	82,425	56,873
0,6005	1,00517	7,21	10,65	402,94	0,063	82,225	56,941	82,388	56,857
0,6455	1,01662	7,14	10,71	409,47	0,047	82,235	56,925	82,356	56,833
0,6931	1,02829	7,07	10,77	416,16	0,035	82,243	56,909	82,335	56,816
0,7502	1,04180	6,99	10,82	423,80	0,019	82,249	56,893	82,309	56,777
0,8009	1,05334	6,92	10,87	430,19	0,009	82,253	56,878	82,295	56,747
0,8505	1,06424	6,86	10,90	436,02	0,002	82,259	56,850	82,286	56,712
0,9008	1,07490	6,79	10,92	441,47	-0,004	82,268	56,787	82,279	56,662
0,9255	1,08001	6,76	10,93	443,96	-0,007	82,273	56,733	82,277	56,613
0,9477	1,08452	6,73	10,93	446,08	-0,008	82,277	56,664	82,275	56,550
0,9735	1,08966	6,70	10,94	448,40	-0,007	82,282	56,555	82,276	56,418
1,0000	1,09475	6,67	10,94	450,61	0,000	82,284	56,398	82,284	

Tabela A2 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  etanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ etanol $T = 293,15 \text{ K e } p = 35 \text{ MPa}$									
0,0000	0,81580	7,80	9,20	310,84	0,000	82,956	56,472		56,472
0,0252	0,82577	7,76	9,26	314,66	0,017	82,942	56,473	82,675	56,489
0,0506	0,83550	7,73	9,32	318,56	0,040	82,894	56,474	82,803	56,514
0,0757	0,84490	7,70	9,39	322,44	0,066	82,824	56,479	82,883	56,543
0,1003	0,85386	7,67	9,45	326,28	0,091	82,741	56,487	82,924	56,574
0,1508	0,87196	7,60	9,57	334,26	0,124	82,551	56,515	82,834	56,618
0,2000	0,88909	7,53	9,68	342,14	0,137	82,370	56,553	82,700	56,644
0,2547	0,90743	7,45	9,80	350,98	0,145	82,198	56,603	82,583	56,666
0,3002	0,92225	7,38	9,90	358,38	0,140	82,089	56,645	82,480	56,672
0,3498	0,93783	7,31	10,01	366,47	0,132	82,007	56,685	82,391	56,675
0,4000	0,95308	7,23	10,10	374,63	0,120	81,958	56,714	82,314	56,672
0,4490	0,96741	7,16	10,20	382,54	0,108	81,936	56,729	82,254	56,668
0,4996	0,98171	7,08	10,28	390,61	0,092	81,933	56,732	82,200	56,657
0,5507	0,99567	7,01	10,37	398,62	0,073	81,941	56,723	82,148	56,636
0,6005	1,00876	6,94	10,44	406,25	0,059	81,953	56,706	82,112	56,619
0,6455	1,02022	6,87	10,50	412,94	0,043	81,964	56,690	82,082	56,594
0,6931	1,03189	6,81	10,56	419,78	0,032	81,972	56,673	82,061	56,576
0,7502	1,04541	6,73	10,62	427,61	0,016	81,978	56,656	82,036	56,536
0,8009	1,05696	6,66	10,66	434,15	0,006	81,983	56,640	82,022	56,502
0,8505	1,06785	6,60	10,69	440,11	-0,001	81,989	56,611	82,014	56,469
0,9008	1,07850	6,54	10,72	445,68	-0,005	81,998	56,545	82,009	56,419
0,9255	1,08362	6,51	10,73	448,22	-0,008	82,003	56,489	82,006	56,364
0,9477	1,08813	6,48	10,73	450,38	-0,010	82,008	56,419	82,005	56,290
0,9735	1,09325	6,45	10,74	452,75	-0,007	82,013	56,305	82,007	56,195
1,0000	1,09834	6,42	10,74	455,01	0,000	82,015	56,144	82,015	

Tabela A2 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  etanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ etanol $T = 293,15 \text{ K e } p = 40 \text{ MPa}$									
0,0000	0,81881	7,50	9,00	311,90	0,000	82,611	56,264		56,264
0,0252	0,82880	7,47	9,07	315,80	0,017	82,616	56,264	82,439	56,282
0,0506	0,83859	7,44	9,13	319,78	0,038	82,585	56,266	82,499	56,304
0,0757	0,84805	7,41	9,19	323,75	0,061	82,528	56,270	82,555	56,330
0,1003	0,85702	7,38	9,25	327,67	0,087	82,455	56,277	82,617	56,361
0,1508	0,87519	7,31	9,37	335,82	0,116	82,279	56,302	82,526	56,401
0,2000	0,89234	7,24	9,48	343,88	0,131	82,106	56,339	82,408	56,428
0,2547	0,91071	7,17	9,61	352,92	0,139	81,938	56,388	82,301	56,451
0,3002	0,92554	7,10	9,71	360,49	0,135	81,830	56,430	82,204	56,457
0,3498	0,94114	7,03	9,81	368,76	0,128	81,746	56,469	82,119	56,461
0,4000	0,95641	6,96	9,91	377,12	0,116	81,696	56,499	82,045	56,458
0,4490	0,97075	6,89	10,00	385,21	0,105	81,673	56,516	81,988	56,455
0,4996	0,98512	6,82	10,09	393,48	0,087	81,668	56,520	81,928	56,437
0,5507	0,99910	6,75	10,17	401,68	0,068	81,676	56,512	81,878	56,416
0,6005	1,01220	6,68	10,25	409,48	0,054	81,687	56,497	81,844	56,399
0,6455	1,02368	6,62	10,31	416,34	0,039	81,697	56,480	81,814	56,373
0,6931	1,03536	6,56	10,37	423,34	0,027	81,705	56,463	81,794	56,354
0,7502	1,04890	6,48	10,43	431,34	0,012	81,713	56,444	81,770	56,312
0,8009	1,06046	6,42	10,47	438,03	0,002	81,718	56,424	81,757	56,275
0,8505	1,07138	6,36	10,51	444,13	-0,005	81,726	56,389	81,748	56,228
0,9008	1,08206	6,30	10,53	449,82	-0,011	81,736	56,314	81,742	56,155
0,9255	1,08715	6,27	10,54	452,41	-0,012	81,742	56,251	81,741	56,106
0,9477	1,09164	6,25	10,55	454,61	-0,011	81,747	56,174	81,742	56,048
0,9735	1,09674	6,22	10,55	457,03	-0,007	81,752	56,051	81,747	55,988
1,0000	1,10184	6,19	10,55	459,33	0,000	81,754	55,879	81,754	

Tabela A2 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  etanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ etanol $T = 298,15 \text{ K e } p = 0,1 \text{ MPa}$									
0,0000	0,78559	11,25	11,21	297,03	0,000	86,313	58,643		58,643
0,0252	0,79508	11,20	11,28	300,19	0,037	86,144	58,646	86,185	58,682
0,0506	0,80443	11,15	11,35	303,39	0,075	85,976	58,652	86,185	58,722
0,0757	0,81364	11,10	11,42	306,58	0,101	85,814	58,663	86,044	58,753
0,1003	0,82242	11,05	11,48	309,74	0,128	85,662	58,678	85,984	58,786
0,1508	0,84014	10,94	11,61	316,27	0,163	85,380	58,718	85,786	58,835
0,2000	0,85681	10,83	11,73	322,70	0,187	85,149	58,767	85,641	58,877
0,2547	0,87478	10,70	11,85	329,91	0,197	84,947	58,826	85,481	58,908
0,3002	0,88924	10,60	11,94	335,93	0,199	84,821	58,874	85,369	58,928
0,3498	0,90460	10,48	12,04	342,50	0,186	84,724	58,921	85,239	58,930
0,4000	0,91963	10,36	12,13	349,14	0,171	84,664	58,957	85,132	58,928
0,4490	0,93380	10,24	12,22	355,57	0,152	84,633	58,979	85,045	58,920
0,4996	0,94793	10,12	12,30	362,13	0,131	84,624	58,987	84,969	58,906
0,5507	0,96174	10,00	12,37	368,65	0,108	84,630	58,980	84,901	58,883
0,6005	0,97467	9,88	12,43	374,85	0,089	84,644	58,961	84,854	58,867
0,6455	0,98593	9,78	12,48	380,31	0,076	84,659	58,936	84,823	58,857
0,6931	0,99750	9,68	12,53	385,90	0,059	84,675	58,904	84,791	58,836
0,7502	1,01081	9,55	12,57	392,29	0,045	84,690	58,865	84,765	58,822
0,8009	1,02225	9,45	12,60	397,65	0,030	84,699	58,835	84,744	58,796
0,8505	1,03301	9,35	12,63	402,56	0,023	84,703	58,813	84,733	58,800
0,9008	1,04358	9,25	12,64	407,15	0,015	84,705	58,801	84,722	58,797
0,9255	1,04864	9,21	12,64	409,25	0,011	84,705	58,798	84,718	58,796
0,9477	1,05311	9,17	12,65	411,05	0,009	84,706	58,796	84,715	58,822
0,9735	1,05828	9,13	12,65	413,02	0,003	84,706	58,795	84,709	58,753
1,0000	1,06345	9,08	12,64	414,91	0,000	84,706	58,793	84,706	

Tabela A2 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  etanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ etanol $T = 298,15 \text{ K e } p = 5 \text{ MPa}$									
0,0000	0,78972	10,63	10,82	298,46	0,000	85,845	58,337		58,337
0,0252	0,79926	10,59	10,89	301,69	0,035	85,702	58,339	85,741	58,373
0,0506	0,80865	10,54	10,96	304,97	0,071	85,555	58,345	85,740	58,411
0,0757	0,81791	10,50	11,03	308,25	0,095	85,409	58,355	85,597	58,440
0,1003	0,82669	10,45	11,09	311,48	0,123	85,271	58,368	85,571	58,474
0,1508	0,84446	10,35	11,22	318,18	0,157	85,006	58,406	85,384	58,522
0,2000	0,86118	10,25	11,33	324,78	0,180	84,784	58,453	85,243	58,562
0,2547	0,87919	10,13	11,46	332,19	0,189	84,586	58,511	85,087	58,591
0,3002	0,89365	10,03	11,55	338,38	0,193	84,461	58,559	84,986	58,613
0,3498	0,90901	9,92	11,65	345,14	0,182	84,363	58,605	84,866	58,617
0,4000	0,92409	9,81	11,75	351,96	0,165	84,301	58,642	84,756	58,612
0,4490	0,93826	9,70	11,83	358,58	0,148	84,270	58,665	84,675	58,606
0,4996	0,95244	9,59	11,91	365,33	0,125	84,260	58,674	84,596	58,588
0,5507	0,96624	9,48	11,99	372,03	0,103	84,266	58,668	84,532	58,566
0,6005	0,97917	9,37	12,05	378,42	0,086	84,280	58,648	84,488	58,552
0,6455	0,99048	9,28	12,10	384,03	0,070	84,296	58,622	84,453	58,535
0,6931	1,00205	9,18	12,15	389,77	0,054	84,312	58,589	84,423	58,514
0,7502	1,01536	9,06	12,20	396,35	0,041	84,328	58,548	84,399	58,501
0,8009	1,02680	8,97	12,24	401,85	0,028	84,337	58,516	84,379	58,477
0,8505	1,03756	8,88	12,26	406,88	0,022	84,342	58,492	84,370	58,481
0,9008	1,04813	8,79	12,28	411,59	0,014	84,344	58,478	84,360	58,479
0,9255	1,05319	8,75	12,28	413,74	0,010	84,345	58,475	84,356	58,478
0,9477	1,05769	8,71	12,29	415,58	0,007	84,345	58,473	84,352	58,467
0,9735	1,06283	8,67	12,29	417,59	0,003	84,345	58,473	84,347	58,436
1,0000	1,06800	8,63	12,28	419,52	0,000	84,345	58,472	84,345	

Tabela A2 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  etanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ etanol $T = 298,15 \text{ K e } p = 10 \text{ MPa}$									
0,0000	0,79376	10,07	10,47	299,81	0,000	85,380	58,040		58,040
0,0252	0,80335	10,03	10,54	303,12	0,033	85,273	58,042	85,292	58,074
0,0506	0,81280	9,99	10,60	306,48	0,066	85,152	58,046	85,290	58,109
0,0757	0,82206	9,95	10,67	309,84	0,091	85,026	58,055	85,195	58,139
0,1003	0,83089	9,90	10,73	313,15	0,117	84,900	58,067	85,155	58,170
0,1508	0,84867	9,81	10,86	320,03	0,153	84,649	58,103	85,003	58,220
0,2000	0,86545	9,71	10,97	326,81	0,174	84,430	58,150	84,860	58,258
0,2547	0,88347	9,61	11,10	334,41	0,185	84,230	58,208	84,718	58,289
0,3002	0,89798	9,52	11,20	340,78	0,187	84,102	58,257	84,613	58,307
0,3498	0,91335	9,41	11,30	347,72	0,178	84,003	58,305	84,499	58,314
0,4000	0,92849	9,31	11,39	354,74	0,159	83,940	58,342	84,386	58,304
0,4490	0,94266	9,21	11,48	361,54	0,144	83,909	58,365	84,310	58,301
0,4996	0,95685	9,11	11,56	368,49	0,122	83,900	58,372	84,234	58,284
0,5507	0,97071	9,00	11,64	375,38	0,097	83,908	58,363	84,166	58,256
0,6005	0,98364	8,90	11,70	381,95	0,081	83,925	58,340	84,125	58,243
0,6455	0,99496	8,82	11,76	387,72	0,066	83,942	58,312	84,092	58,226
0,6931	1,00653	8,72	11,81	393,62	0,051	83,959	58,277	84,064	58,207
0,7502	1,01985	8,62	11,86	400,37	0,039	83,975	58,236	84,042	58,195
0,8009	1,03129	8,53	11,90	406,03	0,026	83,984	58,206	84,023	58,171
0,8505	1,04206	8,44	11,93	411,19	0,020	83,988	58,186	84,014	58,176
0,9008	1,05263	8,36	11,94	416,02	0,013	83,989	58,175	84,005	58,174
0,9255	1,05770	8,32	11,95	418,22	0,010	83,990	58,173	84,001	58,174
0,9477	1,06219	8,29	11,95	420,10	0,006	83,990	58,171	83,997	58,163
0,9735	1,06734	8,25	11,95	422,16	0,002	83,990	58,167	83,993	58,133
1,0000	1,07251	8,21	11,95	424,13	0,000	83,990	58,161	83,990	

Tabela A2 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  etanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ etanol $T = 298,15 \text{ K e } p = 15 \text{ MPa}$									
0,0000	0,79775	9,57	10,15	301,07	0,000	84,960	57,750		57,750
0,0252	0,80739	9,53	10,22	304,46	0,030	84,880	57,751	84,862	57,781
0,0506	0,81689	9,49	10,28	307,90	0,061	84,779	57,755	84,859	57,814
0,0757	0,82615	9,45	10,35	311,33	0,087	84,667	57,763	84,809	57,844
0,1003	0,83498	9,41	10,41	314,73	0,113	84,550	57,774	84,791	57,876
0,1508	0,85281	9,33	10,53	321,77	0,147	84,309	57,809	84,637	57,923
0,2000	0,86959	9,24	10,65	328,73	0,170	84,093	57,855	84,511	57,962
0,2547	0,88766	9,14	10,77	336,54	0,179	83,893	57,913	84,365	57,990
0,3002	0,90217	9,05	10,87	343,07	0,182	83,766	57,962	84,267	58,010
0,3498	0,91759	8,96	10,97	350,21	0,170	83,667	58,009	84,149	58,012
0,4000	0,93273	8,86	11,07	357,41	0,152	83,606	58,046	84,041	58,003
0,4490	0,94691	8,77	11,16	364,41	0,138	83,577	58,067	83,968	58,000
0,4996	0,96110	8,67	11,24	371,54	0,117	83,571	58,072	83,895	57,984
0,5507	0,97495	8,57	11,32	378,63	0,093	83,580	58,061	83,830	57,956
0,6005	0,98789	8,48	11,39	385,38	0,077	83,597	58,038	83,790	57,943
0,6455	0,99921	8,40	11,45	391,31	0,062	83,614	58,010	83,758	57,926
0,6931	1,01078	8,31	11,50	397,37	0,048	83,630	57,978	83,730	57,906
0,7502	1,02410	8,22	11,55	404,30	0,035	83,644	57,941	83,709	57,891
0,8009	1,03555	8,13	11,59	410,10	0,023	83,652	57,916	83,690	57,865
0,8505	1,04631	8,05	11,62	415,40	0,017	83,656	57,896	83,682	57,864
0,9008	1,05689	7,97	11,64	420,34	0,010	83,658	57,879	83,673	57,850
0,9255	1,06195	7,94	11,65	422,60	0,006	83,659	57,867	83,669	57,836
0,9477	1,06643	7,90	11,65	424,52	0,005	83,660	57,853	83,667	57,840
0,9735	1,07156	7,87	11,65	426,63	0,002	83,661	57,829	83,663	57,819
1,0000	1,07672	7,83	11,65	428,63	0,000	83,662	57,792	83,662	

Tabela A2 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  etanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ etanol $T = 298,15 \text{ K e } p = 20 \text{ MPa}$									
0,0000	0,80140	9,12	9,86	302,24	0,000	84,562	57,487		57,487
0,0252	0,81105	9,09	9,93	305,70	0,031	84,505	57,488	84,573	57,519
0,0506	0,82061	9,05	9,99	309,22	0,059	84,421	57,491	84,500	57,549
0,0757	0,82993	9,01	10,06	312,74	0,082	84,320	57,498	84,426	57,576
0,1003	0,83877	8,97	10,12	316,21	0,110	84,211	57,508	84,430	57,609
0,1508	0,85666	8,89	10,24	323,43	0,141	83,977	57,542	84,275	57,653
0,2000	0,87346	8,81	10,36	330,56	0,165	83,762	57,588	84,165	57,694
0,2547	0,89155	8,71	10,48	338,57	0,176	83,561	57,646	84,030	57,723
0,3002	0,90613	8,63	10,58	345,27	0,176	83,433	57,696	83,926	57,739
0,3498	0,92156	8,55	10,68	352,59	0,166	83,335	57,743	83,813	57,743
0,4000	0,93677	8,46	10,78	360,00	0,145	83,275	57,778	83,701	57,729
0,4490	0,95095	8,37	10,87	367,17	0,132	83,248	57,798	83,632	57,726
0,4996	0,96516	8,28	10,95	374,51	0,112	83,245	57,800	83,562	57,711
0,5507	0,97903	8,19	11,03	381,78	0,089	83,257	57,787	83,499	57,685
0,6005	0,99203	8,10	11,10	388,71	0,070	83,275	57,762	83,455	57,663
0,6455	1,00331	8,02	11,16	394,80	0,060	83,293	57,733	83,431	57,655
0,6931	1,01490	7,94	11,22	401,02	0,046	83,309	57,700	83,404	57,636
0,7502	1,02823	7,85	11,27	408,14	0,034	83,322	57,667	83,383	57,622
0,8009	1,03969	7,77	11,31	414,09	0,022	83,328	57,644	83,365	57,597
0,8505	1,05049	7,69	11,34	419,52	0,014	83,332	57,629	83,355	57,584
0,9008	1,06105	7,62	11,36	424,58	0,009	83,334	57,613	83,349	57,582
0,9255	1,06612	7,59	11,37	426,88	0,006	83,335	57,600	83,345	57,569
0,9477	1,07060	7,56	11,38	428,85	0,005	83,336	57,583	83,343	57,573
0,9735	1,07575	7,52	11,38	431,00	0,000	83,337	57,552	83,338	57,494
1,0000	1,08090	7,49	11,38	433,05	0,000	83,338	57,503	83,338	

Tabela A2 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  etanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ etanol $T = 298,15 \text{ K e } p = 25 \text{ MPa}$									
0,0000	0,80507	8,71	9,60	303,33	0,000	84,125	57,225		57,225
0,0252	0,81477	8,68	9,66	306,86	0,028	84,107	57,225	84,153	57,254
0,0506	0,82439	8,64	9,73	310,46	0,053	84,054	57,227	84,080	57,281
0,0757	0,83372	8,61	9,79	314,05	0,077	83,976	57,233	84,051	57,308
0,1003	0,84257	8,57	9,85	317,61	0,105	83,883	57,242	84,076	57,341
0,1508	0,86052	8,50	9,97	325,00	0,134	83,669	57,273	83,921	57,383
0,2000	0,87733	8,42	10,09	332,30	0,159	83,462	57,317	83,826	57,424
0,2547	0,89544	8,33	10,21	340,50	0,170	83,262	57,375	83,701	57,454
0,3002	0,91003	8,25	10,31	347,38	0,171	83,133	57,425	83,602	57,470
0,3498	0,92547	8,17	10,41	354,89	0,162	83,032	57,473	83,494	57,474
0,4000	0,94064	8,09	10,51	362,49	0,145	82,970	57,510	83,394	57,467
0,4490	0,95489	8,00	10,60	369,85	0,129	82,942	57,530	83,318	57,458
0,4996	0,96911	7,92	10,69	377,38	0,109	82,938	57,534	83,250	57,443
0,5507	0,98299	7,83	10,77	384,84	0,086	82,949	57,521	83,188	57,417
0,6005	0,99600	7,75	10,84	391,95	0,068	82,967	57,496	83,145	57,395
0,6455	1,00729	7,68	10,90	398,20	0,057	82,984	57,468	83,120	57,387
0,6931	1,01888	7,60	10,96	404,58	0,043	82,999	57,437	83,094	57,366
0,7502	1,03223	7,52	11,01	411,88	0,031	83,012	57,406	83,073	57,350
0,8009	1,04370	7,44	11,06	417,98	0,019	83,018	57,385	83,055	57,321
0,8505	1,05448	7,37	11,09	423,54	0,013	83,022	57,368	83,047	57,315
0,9008	1,06507	7,30	11,11	428,72	0,006	83,025	57,344	83,039	57,289
0,9255	1,07015	7,27	11,12	431,08	0,003	83,027	57,323	83,035	57,263
0,9477	1,07463	7,24	11,12	433,09	0,001	83,029	57,295	83,033	57,246
0,9735	1,07976	7,21	11,13	435,28	-0,001	83,031	57,248	83,030	57,183
1,0000	1,08489	7,17	11,13	437,37	0,000	83,031	57,176	83,031	

Tabela A2 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  etanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ etanol $T = 298,15 \text{ K e } p = 30 \text{ MPa}$									
0,0000	0,80847	8,34	9,36	304,33	0,000	83,791	56,984		56,984
0,0252	0,81823	8,31	9,42	307,93	0,026	83,769	56,985	83,760	57,011
0,0506	0,82785	8,28	9,48	311,61	0,052	83,715	56,987	83,754	57,039
0,0757	0,83724	8,24	9,55	315,28	0,073	83,638	56,992	83,702	57,064
0,1003	0,84609	8,21	9,61	318,92	0,102	83,548	57,001	83,748	57,098
0,1508	0,86411	8,14	9,73	326,48	0,130	83,344	57,030	83,592	57,137
0,2000	0,88097	8,06	9,84	333,95	0,153	83,147	57,072	83,496	57,175
0,2547	0,89914	7,98	9,97	342,36	0,163	82,957	57,128	83,370	57,202
0,3002	0,91374	7,91	10,06	349,40	0,165	82,833	57,175	83,281	57,220
0,3498	0,92920	7,83	10,17	357,10	0,157	82,735	57,222	83,181	57,226
0,4000	0,94438	7,75	10,27	364,89	0,142	82,674	57,259	83,086	57,220
0,4490	0,95868	7,67	10,36	372,45	0,123	82,644	57,280	83,006	57,207
0,4996	0,97291	7,59	10,45	380,16	0,105	82,638	57,285	82,942	57,194
0,5507	0,98680	7,51	10,53	387,82	0,083	82,648	57,274	82,883	57,169
0,6005	0,99982	7,44	10,60	395,11	0,066	82,665	57,251	82,841	57,149
0,6455	1,01117	7,37	10,66	401,52	0,052	82,681	57,224	82,813	57,132
0,6931	1,02277	7,30	10,72	408,06	0,039	82,697	57,192	82,789	57,113
0,7502	1,03612	7,21	10,78	415,54	0,028	82,710	57,157	82,770	57,098
0,8009	1,04760	7,14	10,82	421,78	0,017	82,718	57,132	82,753	57,069
0,8505	1,05839	7,07	10,85	427,48	0,012	82,722	57,110	82,746	57,063
0,9008	1,06899	7,01	10,88	432,78	0,005	82,726	57,084	82,738	57,038
0,9255	1,07407	6,98	10,89	435,19	0,002	82,728	57,065	82,734	57,013
0,9477	1,07855	6,95	10,89	437,24	0,001	82,729	57,042	82,732	56,996
0,9735	1,08368	6,92	10,89	439,48	-0,001	82,731	57,002	82,730	56,933
1,0000	1,08882	6,89	10,89	441,61	0,000	82,732	56,943	82,732	

Tabela A2 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  etanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ etanol $T = 298,15 \text{ K e } p = 35 \text{ MPa}$									
0,0000	0,81158	8,00	9,13	305,25	0,000	83,481	56,766		56,766
0,0252	0,82135	7,97	9,20	308,93	0,027	83,456	56,766	83,523	56,793
0,0506	0,83103	7,94	9,26	312,69	0,050	83,402	56,768	83,449	56,818
0,0757	0,84042	7,91	9,32	316,44	0,073	83,327	56,773	83,418	56,844
0,1003	0,84938	7,88	9,38	320,15	0,095	83,241	56,782	83,406	56,871
0,1508	0,86741	7,81	9,50	327,88	0,125	83,046	56,810	83,283	56,912
0,2000	0,88434	7,74	9,62	335,53	0,146	82,858	56,850	83,186	56,948
0,2547	0,90252	7,66	9,74	344,13	0,157	82,676	56,903	83,074	56,976
0,3002	0,91713	7,59	9,84	351,35	0,161	82,557	56,949	82,992	56,995
0,3498	0,93265	7,52	9,94	359,24	0,150	82,462	56,994	82,888	56,997
0,4000	0,94784	7,44	10,04	367,21	0,136	82,402	57,030	82,798	56,993
0,4490	0,96216	7,37	10,13	374,96	0,119	82,371	57,052	82,722	56,981
0,4996	0,97639	7,29	10,22	382,86	0,102	82,363	57,059	82,661	56,969
0,5507	0,99035	7,22	10,30	390,71	0,077	82,370	57,051	82,598	56,938
0,6005	1,00337	7,14	10,38	398,19	0,061	82,385	57,031	82,559	56,919
0,6455	1,01473	7,08	10,44	404,75	0,048	82,400	57,006	82,533	56,902
0,6931	1,02634	7,01	10,50	411,45	0,036	82,415	56,976	82,510	56,883
0,7502	1,03975	6,93	10,56	419,11	0,022	82,429	56,939	82,487	56,854
0,8009	1,05124	6,86	10,60	425,51	0,011	82,438	56,909	82,472	56,823
0,8505	1,06204	6,80	10,64	431,33	0,007	82,444	56,878	82,466	56,811
0,9008	1,07264	6,74	10,66	436,75	0,001	82,450	56,838	82,458	56,773
0,9255	1,07773	6,71	10,67	439,21	-0,002	82,452	56,810	82,455	56,736
0,9477	1,08221	6,68	10,68	441,31	-0,004	82,455	56,777	82,454	56,697
0,9735	1,08730	6,65	10,68	443,59	-0,002	82,457	56,726	82,456	56,707
1,0000	1,09244	6,62	10,68	445,77	0,000	82,458	56,654	82,458	

Tabela A2 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  etanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ etanol $T = 298,15 \text{ K e } p = 40 \text{ MPa}$									
0,0000	0,81427	7,69	8,93	306,10	0,000	83,163	56,578		56,578
0,0252	0,82411	7,66	8,99	309,85	0,024	83,142	56,578	83,157	56,603
0,0506	0,83380	7,63	9,05	313,69	0,049	83,092	56,580	83,150	56,629
0,0757	0,84326	7,60	9,11	317,52	0,069	83,022	56,585	83,097	56,653
0,1003	0,85223	7,57	9,17	321,31	0,092	82,940	56,593	83,106	56,681
0,1508	0,87034	7,50	9,29	329,21	0,120	82,754	56,620	82,983	56,719
0,2000	0,88734	7,44	9,41	337,03	0,140	82,573	56,658	82,885	56,752
0,2547	0,90560	7,36	9,53	345,83	0,150	82,399	56,710	82,774	56,779
0,3002	0,92024	7,30	9,63	353,21	0,155	82,283	56,754	82,702	56,799
0,3498	0,93578	7,23	9,73	361,29	0,146	82,192	56,798	82,605	56,803
0,4000	0,95105	7,16	9,83	369,46	0,130	82,133	56,833	82,513	56,795
0,4490	0,96539	7,09	9,92	377,39	0,114	82,103	56,854	82,442	56,786
0,4996	0,97965	7,02	10,01	385,49	0,099	82,094	56,862	82,385	56,776
0,5507	0,99368	6,94	10,10	393,53	0,073	82,100	56,855	82,319	56,740
0,6005	1,00673	6,88	10,17	401,18	0,058	82,114	56,837	82,284	56,723
0,6455	1,01810	6,81	10,24	407,90	0,047	82,128	56,814	82,259	56,710
0,6931	1,02978	6,75	10,29	414,77	0,032	82,142	56,785	82,233	56,683
0,7502	1,04321	6,67	10,36	422,61	0,020	82,155	56,750	82,213	56,657
0,8009	1,05472	6,61	10,40	429,15	0,010	82,164	56,720	82,200	56,630
0,8505	1,06559	6,55	10,44	435,11	0,003	82,171	56,686	82,191	56,600
0,9008	1,07621	6,49	10,46	440,64	-0,002	82,178	56,639	82,185	56,562
0,9255	1,08130	6,46	10,47	443,16	-0,004	82,181	56,606	82,183	56,525
0,9477	1,08580	6,44	10,48	445,30	-0,005	82,183	56,568	82,182	56,487
0,9735	1,09092	6,41	10,48	447,63	-0,004	82,186	56,508	82,183	56,426
1,0000	1,09604	6,38	10,48	449,84	0,000	82,187	56,425	82,187	

Tabela A2 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  etanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ etanol $T = 303,15 \text{ K e } p = 0,1 \text{ MPa}$									
0,0000	0,78119	11,68	11,27	292,43	0,000	87,020	58,974		58,974
0,0252	0,79052	11,63	11,34	295,46	0,044	86,797	58,977	87,000	59,019
0,0506	0,79980	11,59	11,41	298,54	0,081	86,589	58,985	86,855	59,059
0,0757	0,80895	11,54	11,48	301,61	0,107	86,399	58,998	86,665	59,090
0,1003	0,81766	11,49	11,55	304,64	0,133	86,229	59,014	86,583	59,122
0,1508	0,83520	11,38	11,68	310,94	0,171	85,928	59,057	86,385	59,175
0,2000	0,85175	11,27	11,80	317,15	0,194	85,694	59,107	86,224	59,217
0,2547	0,86958	11,14	11,92	324,12	0,203	85,494	59,165	86,051	59,246
0,3002	0,88392	11,04	12,02	329,95	0,205	85,373	59,212	85,936	59,267
0,3498	0,89915	10,92	12,12	336,32	0,192	85,279	59,256	85,802	59,269
0,4000	0,91401	10,79	12,21	342,76	0,179	85,219	59,292	85,702	59,273
0,4490	0,92810	10,67	12,29	349,00	0,157	85,188	59,315	85,604	59,259
0,4996	0,94211	10,55	12,37	355,38	0,136	85,177	59,325	85,526	59,246
0,5507	0,95578	10,43	12,44	361,71	0,112	85,181	59,320	85,458	59,224
0,6005	0,96859	10,31	12,51	367,75	0,094	85,194	59,303	85,411	59,210
0,6455	0,97973	10,20	12,56	373,05	0,082	85,209	59,278	85,381	59,206
0,6931	0,99123	10,09	12,60	378,48	0,063	85,225	59,244	85,345	59,179
0,7502	1,00442	9,97	12,65	384,70	0,048	85,241	59,202	85,318	59,168
0,8009	1,01574	9,86	12,68	389,90	0,035	85,252	59,167	85,298	59,152
0,8505	1,02643	9,76	12,71	394,65	0,026	85,256	59,144	85,284	59,148
0,9008	1,03688	9,66	12,72	399,09	0,019	85,257	59,141	85,275	59,169
0,9255	1,04188	9,61	12,72	401,11	0,016	85,256	59,149	85,272	59,194
0,9477	1,04634	9,57	12,73	402,84	0,012	85,255	59,163	85,266	59,197
0,9735	1,05145	9,53	12,73	404,73	0,006	85,254	59,188	85,260	59,204
1,0000	1,05661	9,48	12,72	406,53	0,000	85,254	59,226	85,254	

Tabela A2 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  etanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ etanol									
$T = 303,15 \text{ K e } p = 5 \text{ MPa}$									
0,0000	0,78547	11,02	10,85	293,64	0,000	86,479	58,652		58,652
0,0252	0,79485	10,98	10,92	296,74	0,042	86,297	58,655	86,525	58,695
0,0506	0,80424	10,93	10,99	299,89	0,073	86,120	58,662	86,308	58,729
0,0757	0,81338	10,89	11,06	303,04	0,100	85,955	58,673	86,190	58,761
0,1003	0,82215	10,84	11,13	306,15	0,125	85,803	58,688	86,107	58,791
0,1508	0,83975	10,74	11,25	312,61	0,161	85,525	58,727	85,932	58,842
0,2000	0,85629	10,64	11,37	318,98	0,187	85,300	58,775	85,799	58,886
0,2547	0,87418	10,52	11,50	326,15	0,195	85,105	58,832	85,630	58,914
0,3002	0,88857	10,42	11,59	332,15	0,195	84,984	58,878	85,515	58,932
0,3498	0,90381	10,31	11,69	338,70	0,185	84,890	58,923	85,392	58,937
0,4000	0,91872	10,20	11,79	345,32	0,171	84,829	58,960	85,290	58,937
0,4490	0,93282	10,09	11,87	351,75	0,151	84,797	58,983	85,199	58,926
0,4996	0,94683	9,98	11,96	358,32	0,132	84,785	58,993	85,127	58,916
0,5507	0,96051	9,86	12,03	364,84	0,110	84,789	58,988	85,063	58,896
0,6005	0,97337	9,75	12,10	371,06	0,090	84,802	58,971	85,013	58,877
0,6455	0,98457	9,65	12,15	376,52	0,075	84,817	58,946	84,980	58,864
0,6931	0,99602	9,55	12,20	382,11	0,061	84,833	58,914	84,951	58,850
0,7502	1,00926	9,44	12,25	388,50	0,044	84,849	58,873	84,922	58,828
0,8009	1,02059	9,34	12,28	393,84	0,032	84,859	58,839	84,903	58,813
0,8505	1,03128	9,24	12,31	398,72	0,023	84,864	58,816	84,891	58,810
0,9008	1,04174	9,15	12,33	403,27	0,017	84,865	58,806	84,882	58,823
0,9255	1,04676	9,11	12,33	405,35	0,013	84,865	58,809	84,878	58,830
0,9477	1,05121	9,07	12,33	407,11	0,010	84,864	58,815	84,874	58,845
0,9735	1,05632	9,03	12,33	409,05	0,004	84,864	58,828	84,868	58,822
1,0000	1,06147	8,99	12,33	410,89	0,000	84,864	58,848	84,864	

Tabela A2 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  etanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ etanol $T = 303,15 \text{ K e } p = 10 \text{ MPa}$									
0,0000	0,78966	10,42	10,48	294,76	0,000	86,009	58,341		58,341
0,0252	0,79909	10,38	10,54	297,93	0,039	85,857	58,343	86,049	58,381
0,0506	0,80854	10,34	10,61	301,16	0,067	85,704	58,349	85,833	58,412
0,0757	0,81769	10,30	10,68	304,39	0,095	85,555	58,359	85,762	58,445
0,1003	0,82646	10,25	10,74	307,57	0,120	85,416	58,373	85,701	58,475
0,1508	0,84412	10,16	10,87	314,20	0,154	85,153	58,410	85,526	58,523
0,2000	0,86068	10,07	10,98	320,75	0,182	84,936	58,457	85,409	58,569
0,2547	0,87859	9,96	11,11	328,11	0,191	84,742	58,513	85,251	58,598
0,3002	0,89303	9,87	11,21	334,28	0,188	84,621	58,560	85,129	58,611
0,3498	0,90828	9,77	11,31	341,02	0,179	84,526	58,605	85,012	58,616
0,4000	0,92321	9,66	11,40	347,83	0,165	84,464	58,642	84,915	58,617
0,4490	0,93732	9,56	11,49	354,45	0,146	84,432	58,665	84,827	58,606
0,4996	0,95134	9,45	11,58	361,21	0,128	84,421	58,675	84,757	58,596
0,5507	0,96503	9,35	11,65	367,93	0,106	84,425	58,671	84,694	58,577
0,6005	0,97790	9,25	11,72	374,32	0,086	84,438	58,653	84,645	58,557
0,6455	0,98911	9,16	11,78	379,94	0,072	84,452	58,628	84,613	58,544
0,6931	1,00062	9,06	11,83	385,69	0,054	84,468	58,596	84,579	58,517
0,7502	1,01382	8,95	11,88	392,26	0,041	84,484	58,556	84,556	58,505
0,8009	1,02515	8,86	11,92	397,75	0,029	84,494	58,522	84,537	58,487
0,8505	1,03585	8,77	11,95	402,76	0,020	84,499	58,497	84,525	58,478
0,9008	1,04631	8,69	11,97	407,43	0,014	84,501	58,482	84,517	58,486
0,9255	1,05132	8,65	11,97	409,56	0,012	84,501	58,479	84,514	58,498
0,9477	1,05579	8,61	11,97	411,37	0,007	84,501	58,479	84,509	58,479
0,9735	1,06089	8,58	11,98	413,34	0,003	84,501	58,481	84,504	58,457
1,0000	1,06602	8,54	11,97	415,22	0,000	84,501	58,485	84,501	

Tabela A2 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  etanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ etanol $T = 303,15 \text{ K e } p = 15 \text{ MPa}$									
0,0000	0,79371	9,89	10,13	295,78	0,000	85,554	58,044		58,044
0,0252	0,80319	9,85	10,20	299,02	0,037	85,430	58,046	85,606	58,082
0,0506	0,81268	9,81	10,27	302,33	0,063	85,298	58,051	85,392	58,110
0,0757	0,82183	9,77	10,33	305,63	0,092	85,165	58,060	85,367	58,144
0,1003	0,83066	9,73	10,40	308,90	0,115	85,037	58,072	85,292	58,172
0,1508	0,84837	9,64	10,52	315,69	0,148	84,787	58,108	85,128	58,218
0,2000	0,86498	9,56	10,64	322,41	0,173	84,575	58,153	85,015	58,261
0,2547	0,88288	9,46	10,76	329,96	0,185	84,385	58,209	84,874	58,292
0,3002	0,89733	9,37	10,86	336,30	0,184	84,264	58,255	84,762	58,307
0,3498	0,91264	9,28	10,96	343,23	0,173	84,170	58,300	84,642	58,310
0,4000	0,92761	9,18	11,06	350,24	0,158	84,109	58,336	84,542	58,307
0,4490	0,94172	9,08	11,15	357,04	0,140	84,078	58,359	84,460	58,298
0,4996	0,95575	8,99	11,23	364,00	0,123	84,068	58,368	84,394	58,290
0,5507	0,96944	8,89	11,31	370,90	0,103	84,073	58,362	84,335	58,272
0,6005	0,98231	8,79	11,38	377,48	0,084	84,086	58,345	84,289	58,255
0,6455	0,99357	8,71	11,44	383,26	0,067	84,100	58,321	84,252	58,233
0,6931	1,00508	8,62	11,49	389,17	0,050	84,115	58,291	84,221	58,207
0,7502	1,01828	8,52	11,55	395,92	0,038	84,129	58,255	84,199	58,196
0,8009	1,02962	8,43	11,59	401,56	0,027	84,137	58,225	84,182	58,179
0,8505	1,04032	8,35	11,62	406,70	0,019	84,143	58,200	84,171	58,170
0,9008	1,05081	8,27	11,64	411,49	0,011	84,146	58,178	84,161	58,160
0,9255	1,05583	8,24	11,64	413,66	0,008	84,147	58,167	84,157	58,150
0,9477	1,06028	8,20	11,65	415,51	0,005	84,148	58,157	84,154	58,136
0,9735	1,06537	8,17	11,65	417,53	0,002	84,148	58,141	84,150	58,107
1,0000	1,07049	8,13	11,65	419,45	0,000	84,148	58,120	84,148	

Tabela A2 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  etanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ etanol $T = 303,15 \text{ K e } p = 20 \text{ MPa}$									
0,0000	0,79754	9,41	9,83	296,71	0,000	85,136	57,765		57,765
0,0252	0,80707	9,37	9,89	300,02	0,034	85,031	57,767	85,165	57,800
0,0506	0,81657	9,33	9,96	303,40	0,061	84,915	57,771	85,021	57,830
0,0757	0,82578	9,30	10,02	306,78	0,088	84,794	57,780	84,972	57,861
0,1003	0,83461	9,26	10,08	310,12	0,111	84,675	57,791	84,920	57,889
0,1508	0,85239	9,18	10,21	317,08	0,142	84,439	57,825	84,754	57,933
0,2000	0,86906	9,10	10,32	323,97	0,166	84,234	57,868	84,640	57,973
0,2547	0,88698	9,00	10,45	331,72	0,179	84,048	57,923	84,513	58,005
0,3002	0,90144	8,92	10,55	338,22	0,179	83,929	57,969	84,409	58,022
0,3498	0,91676	8,84	10,65	345,34	0,169	83,835	58,013	84,295	58,025
0,4000	0,93175	8,74	10,75	352,54	0,155	83,775	58,049	84,199	58,024
0,4490	0,94587	8,66	10,84	359,53	0,138	83,744	58,072	84,120	58,016
0,4996	0,95995	8,56	10,92	366,68	0,118	83,734	58,081	84,049	58,002
0,5507	0,97366	8,47	11,00	373,78	0,099	83,738	58,076	83,992	57,986
0,6005	0,98654	8,38	11,08	380,54	0,081	83,750	58,060	83,947	57,969
0,6455	0,99780	8,30	11,14	386,47	0,065	83,763	58,037	83,912	57,948
0,6931	1,00933	8,22	11,19	392,54	0,048	83,777	58,010	83,882	57,923
0,7502	1,02254	8,13	11,25	399,48	0,037	83,790	57,975	83,861	57,913
0,8009	1,03388	8,05	11,29	405,27	0,026	83,799	57,946	83,844	57,896
0,8505	1,04459	7,97	11,32	410,54	0,018	83,804	57,920	83,833	57,888
0,9008	1,05512	7,90	11,34	415,44	0,009	83,808	57,894	83,822	57,859
0,9255	1,06015	7,86	11,35	417,67	0,005	83,809	57,879	83,817	57,833
0,9477	1,06460	7,83	11,35	419,56	0,003	83,810	57,863	83,815	57,818
0,9735	1,06967	7,79	11,35	421,62	0,002	83,811	57,839	83,813	57,827
1,0000	1,07479	7,76	11,35	423,58	0,000	83,812	57,805	83,812	

Tabela A2 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  etanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ etanol $T = 303,15 \text{ K e } p = 25 \text{ MPa}$									
0,0000	0,80126	8,97	9,55	297,54	0,000	84,692	57,497		57,497
0,0252	0,81085	8,94	9,61	300,93	0,032	84,622	57,498	84,744	57,529
0,0506	0,82040	8,91	9,68	304,38	0,056	84,533	57,501	84,601	57,556
0,0757	0,82967	8,87	9,74	307,83	0,081	84,430	57,508	84,551	57,584
0,1003	0,83850	8,84	9,80	311,25	0,105	84,324	57,519	84,532	57,614
0,1508	0,85628	8,76	9,92	318,38	0,138	84,101	57,551	84,400	57,659
0,2000	0,87301	8,68	10,04	325,43	0,160	83,902	57,593	84,284	57,697
0,2547	0,89099	8,59	10,16	333,38	0,171	83,717	57,647	84,158	57,727
0,3002	0,90546	8,52	10,26	340,05	0,173	83,598	57,692	84,063	57,744
0,3498	0,92083	8,44	10,36	347,36	0,161	83,507	57,736	83,946	57,744
0,4000	0,93583	8,35	10,46	354,75	0,148	83,449	57,771	83,857	57,744
0,4490	0,94995	8,27	10,55	361,93	0,133	83,420	57,792	83,782	57,738
0,4996	0,96405	8,18	10,64	369,26	0,115	83,412	57,799	83,715	57,726
0,5507	0,97776	8,10	10,72	376,55	0,096	83,417	57,793	83,661	57,712
0,6005	0,99065	8,01	10,80	383,50	0,080	83,428	57,778	83,618	57,697
0,6455	1,00197	7,94	10,86	389,59	0,060	83,439	57,759	83,579	57,667
0,6931	1,01344	7,86	10,91	395,82	0,049	83,450	57,737	83,556	57,655
0,7502	1,02671	7,77	10,97	402,94	0,034	83,460	57,711	83,531	57,633
0,8009	1,03807	7,70	11,01	408,88	0,024	83,466	57,690	83,516	57,617
0,8505	1,04883	7,62	11,05	414,28	0,013	83,471	57,666	83,501	57,585
0,9008	1,05933	7,55	11,07	419,30	0,007	83,477	57,627	83,493	57,563
0,9255	1,06437	7,52	11,08	421,57	0,002	83,480	57,597	83,488	57,530
0,9477	1,06885	7,49	11,08	423,51	-0,001	83,482	57,560	83,484	57,469
0,9735	1,07392	7,46	11,08	425,62	-0,002	83,485	57,501	83,483	57,406
1,0000	1,07899	7,42	11,08	427,62	0,000	83,486	57,417	83,486	

Tabela A2 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  etanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ etanol $T = 303,15 \text{ K e } p = 30 \text{ MPa}$									
0,0000	0,80481	8,58	9,29	298,29	0,000	84,303	57,244		57,244
0,0252	0,81445	8,55	9,36	301,75	0,029	84,257	57,244	84,347	57,274
0,0506	0,82405	8,52	9,42	305,27	0,052	84,185	57,247	84,204	57,298
0,0757	0,83332	8,48	9,48	308,80	0,077	84,097	57,253	84,198	57,327
0,1003	0,84215	8,45	9,54	312,30	0,102	84,001	57,262	84,201	57,357
0,1508	0,85999	8,38	9,66	319,58	0,133	83,792	57,293	84,068	57,401
0,2000	0,87677	8,31	9,78	326,81	0,153	83,598	57,334	83,950	57,435
0,2547	0,89476	8,22	9,90	334,95	0,166	83,415	57,387	83,837	57,467
0,3002	0,90928	8,15	10,00	341,79	0,166	83,297	57,432	83,738	57,481
0,3498	0,92460	8,07	10,10	349,28	0,159	83,205	57,476	83,638	57,488
0,4000	0,93965	7,99	10,20	356,86	0,144	83,147	57,511	83,544	57,484
0,4490	0,95378	7,91	10,29	364,23	0,130	83,118	57,532	83,473	57,479
0,4996	0,96788	7,83	10,38	371,76	0,113	83,109	57,540	83,409	57,469
0,5507	0,98164	7,75	10,46	379,24	0,092	83,114	57,534	83,351	57,448
0,6005	0,99454	7,67	10,54	386,36	0,076	83,125	57,518	83,311	57,434
0,6455	1,00586	7,60	10,60	392,62	0,057	83,137	57,499	83,273	57,405
0,6931	1,01734	7,53	10,66	399,01	0,046	83,148	57,477	83,251	57,394
0,7502	1,03061	7,45	10,72	406,31	0,032	83,158	57,452	83,227	57,373
0,8009	1,04197	7,37	10,76	412,39	0,023	83,164	57,431	83,212	57,358
0,8505	1,05273	7,31	10,80	417,93	0,012	83,169	57,406	83,199	57,326
0,9008	1,06326	7,24	10,82	423,06	0,004	83,175	57,366	83,189	57,285
0,9255	1,06830	7,21	10,83	425,39	0,000	83,178	57,334	83,184	57,247
0,9477	1,07275	7,18	10,83	427,37	-0,002	83,180	57,294	83,182	57,211
0,9735	1,07783	7,15	10,84	429,52	-0,003	83,183	57,231	83,182	57,149
1,0000	1,08290	7,12	10,84	431,56	0,000	83,184	57,141	83,184	

Tabela A2 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  etanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ etanol $T = 303,15 \text{ K e } p = 35 \text{ MPa}$									
0,0000	0,80829	8,22	9,06	298,96	0,000	83,895	56,997		56,997
0,0252	0,81799	8,19	9,12	302,48	0,026	83,884	56,997	83,947	57,024
0,0506	0,82765	8,16	9,18	306,08	0,046	83,839	56,999	83,805	57,045
0,0757	0,83692	8,13	9,24	309,68	0,071	83,771	57,003	83,843	57,074
0,1003	0,84576	8,10	9,30	313,26	0,097	83,690	57,011	83,867	57,104
0,1508	0,86366	8,03	9,42	320,71	0,126	83,499	57,039	83,733	57,144
0,2000	0,88045	7,96	9,54	328,10	0,146	83,314	57,078	83,631	57,179
0,2547	0,89844	7,88	9,66	336,44	0,160	83,133	57,131	83,528	57,211
0,3002	0,91297	7,82	9,76	343,44	0,160	83,014	57,177	83,434	57,225
0,3498	0,92831	7,74	9,86	351,12	0,153	82,921	57,222	83,339	57,232
0,4000	0,94337	7,67	9,96	358,89	0,139	82,861	57,257	83,248	57,228
0,4490	0,95750	7,59	10,05	366,45	0,125	82,830	57,279	83,179	57,223
0,4996	0,97161	7,51	10,14	374,17	0,108	82,821	57,287	83,116	57,212
0,5507	0,98538	7,44	10,23	381,84	0,087	82,826	57,282	83,059	57,190
0,6005	0,99828	7,36	10,30	389,15	0,071	82,838	57,266	83,019	57,175
0,6455	1,00961	7,30	10,37	395,56	0,052	82,849	57,247	82,982	57,144
0,6931	1,02110	7,23	10,42	402,11	0,041	82,860	57,224	82,960	57,130
0,7502	1,03438	7,15	10,49	409,59	0,027	82,870	57,198	82,937	57,104
0,8009	1,04574	7,08	10,53	415,83	0,017	82,877	57,176	82,922	57,082
0,8505	1,05647	7,02	10,56	421,49	0,010	82,883	57,148	82,912	57,063
0,9008	1,06700	6,95	10,59	426,75	0,001	82,890	57,099	82,902	57,010
0,9255	1,07205	6,92	10,60	429,13	-0,003	82,893	57,061	82,898	56,960
0,9477	1,07650	6,90	10,60	431,14	-0,005	82,896	57,013	82,896	56,903
0,9735	1,08157	6,87	10,61	433,34	-0,006	82,899	56,937	82,895	56,770
1,0000	1,08660	6,84	10,61	435,42	0,000	82,901	56,830	82,901	

Tabela A2 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  etanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ etanol $T = 303,15 \text{ K e } p = 40 \text{ MPa}$									
0,0000	0,81143	7,89	8,84	299,55	0,000	83,547	56,776		56,776
0,0252	0,82119	7,87	8,90	303,14	0,024	83,546	56,777	83,556	56,801
0,0506	0,83086	7,84	8,96	306,81	0,044	83,510	56,778	83,482	56,823
0,0757	0,84019	7,81	9,02	310,49	0,067	83,449	56,782	83,497	56,849
0,1003	0,84904	7,78	9,08	314,14	0,093	83,374	56,789	83,541	56,880
0,1508	0,86701	7,71	9,20	321,75	0,120	83,193	56,816	83,407	56,918
0,2000	0,88383	7,65	9,31	329,31	0,142	83,014	56,854	83,322	56,954
0,2547	0,90189	7,57	9,44	337,84	0,154	82,838	56,905	83,215	56,983
0,3002	0,91644	7,51	9,53	345,01	0,155	82,722	56,950	83,129	56,998
0,3498	0,93185	7,44	9,64	352,87	0,146	82,629	56,994	83,029	57,001
0,4000	0,94693	7,37	9,74	360,84	0,133	82,569	57,030	82,944	56,998
0,4490	0,96108	7,29	9,83	368,58	0,120	82,539	57,051	82,879	56,994
0,4996	0,97521	7,22	9,92	376,49	0,104	82,530	57,060	82,820	56,984
0,5507	0,98900	7,15	10,01	384,36	0,084	82,535	57,054	82,765	56,964
0,6005	1,00197	7,08	10,08	391,84	0,066	82,547	57,038	82,721	56,941
0,6455	1,01331	7,02	10,15	398,42	0,048	82,559	57,018	82,686	56,911
0,6931	1,02481	6,95	10,21	405,13	0,037	82,570	56,994	82,665	56,897
0,7502	1,03811	6,88	10,27	412,79	0,024	82,581	56,967	82,644	56,872
0,8009	1,04949	6,81	10,32	419,17	0,015	82,588	56,942	82,630	56,850
0,8505	1,06022	6,75	10,35	424,97	0,008	82,594	56,913	82,622	56,832
0,9008	1,07077	6,69	10,38	430,34	0,000	82,601	56,865	82,612	56,780
0,9255	1,07583	6,66	10,39	432,77	-0,003	82,605	56,827	82,608	56,730
0,9477	1,08028	6,63	10,39	434,84	-0,005	82,608	56,781	82,606	56,673
0,9735	1,08537	6,61	10,40	437,08	-0,006	82,611	56,709	82,606	56,541
1,0000	1,09040	6,58	10,40	439,20	0,000	82,612	56,605	82,612	

Tabela A2 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  etanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ etanol $T = 308,15 \text{ K e } p = 0,1 \text{ MPa}$									
0,0000	0,77660	12,15	11,33	287,41	0,000	87,689	59,322		59,322
0,0252	0,78578	12,10	11,41	290,30	0,051	87,424	59,326	87,808	59,374
0,0506	0,79501	12,06	11,48	293,25	0,087	87,184	59,335	87,515	59,414
0,0757	0,80410	12,01	11,55	296,19	0,112	86,972	59,349	87,276	59,443
0,1003	0,81276	11,96	11,62	299,09	0,138	86,788	59,367	87,172	59,476
0,1508	0,83019	11,86	11,75	305,13	0,174	86,472	59,412	86,950	59,527
0,2000	0,84657	11,75	11,87	311,10	0,200	86,236	59,462	86,798	59,572
0,2547	0,86430	11,62	11,99	317,81	0,207	86,041	59,519	86,611	59,600
0,3002	0,87853	11,51	12,09	323,44	0,209	85,925	59,564	86,494	59,621
0,3498	0,89360	11,39	12,19	329,59	0,199	85,836	59,606	86,367	59,628
0,4000	0,90835	11,27	12,28	335,82	0,186	85,779	59,640	86,263	59,633
0,4490	0,92234	11,15	12,37	341,86	0,164	85,747	59,663	86,163	59,620
0,4996	0,93623	11,02	12,45	348,04	0,143	85,734	59,675	86,084	59,608
0,5507	0,94980	10,89	12,52	354,18	0,119	85,734	59,674	86,015	59,588
0,6005	0,96250	10,77	12,59	360,03	0,102	85,743	59,662	85,968	59,577
0,6455	0,97359	10,66	12,64	365,17	0,087	85,755	59,643	85,933	59,569
0,6931	0,98498	10,55	12,68	370,43	0,069	85,768	59,616	85,898	59,548
0,7502	0,99806	10,42	12,73	376,45	0,055	85,783	59,578	85,872	59,543
0,8009	1,00932	10,31	12,76	381,48	0,040	85,792	59,545	85,847	59,521
0,8505	1,01995	10,20	12,79	386,07	0,028	85,798	59,519	85,831	59,509
0,9008	1,03034	10,10	12,80	390,34	0,019	85,800	59,507	85,819	59,515
0,9255	1,03532	10,06	12,81	392,28	0,015	85,799	59,509	85,814	59,526
0,9477	1,03972	10,02	12,81	393,93	0,012	85,799	59,516	85,810	59,548
0,9735	1,04480	9,97	12,81	395,74	0,005	85,798	59,532	85,803	59,517
1,0000	1,04991	9,92	12,80	397,46	0,000	85,798	59,560	85,798	

Tabela A2 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  etanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ etanol $T = 308,15 \text{ K e } p = 5 \text{ MPa}$									
0,0000	0,78098	11,43	10,89	288,35	0,000	87,229	58,990		58,990
0,0252	0,79020	11,39	10,96	291,31	0,049	86,976	58,993	87,330	59,040
0,0506	0,79948	11,35	11,03	294,32	0,083	86,746	59,002	87,038	59,077
0,0757	0,80857	11,31	11,09	297,33	0,110	86,541	59,016	86,848	59,109
0,1003	0,81727	11,26	11,16	300,31	0,134	86,363	59,033	86,731	59,139
0,1508	0,83475	11,17	11,29	306,51	0,169	86,056	59,077	86,520	59,189
0,2000	0,85118	11,06	11,41	312,64	0,195	85,825	59,126	86,372	59,234
0,2547	0,86896	10,95	11,53	319,54	0,202	85,635	59,181	86,189	59,261
0,3002	0,88323	10,85	11,63	325,33	0,203	85,520	59,225	86,072	59,279
0,3498	0,89830	10,74	11,73	331,66	0,195	85,433	59,267	85,956	59,290
0,4000	0,91310	10,62	11,83	338,08	0,181	85,376	59,301	85,851	59,292
0,4490	0,92713	10,51	11,91	344,30	0,158	85,345	59,324	85,749	59,277
0,4996	0,94103	10,39	12,00	350,67	0,139	85,331	59,336	85,676	59,268
0,5507	0,95465	10,28	12,07	357,00	0,114	85,331	59,336	85,604	59,244
0,6005	0,96734	10,16	12,14	363,03	0,099	85,339	59,325	85,561	59,237
0,6455	0,97843	10,06	12,19	368,32	0,086	85,350	59,306	85,530	59,232
0,6931	0,98986	9,96	12,24	373,74	0,065	85,363	59,280	85,491	59,203
0,7502	1,00299	9,84	12,29	379,94	0,049	85,377	59,243	85,462	59,186
0,8009	1,01425	9,74	12,33	385,11	0,035	85,387	59,208	85,441	59,166
0,8505	1,02488	9,64	12,36	389,82	0,025	85,394	59,178	85,426	59,154
0,9008	1,03527	9,55	12,37	394,20	0,017	85,397	59,157	85,416	59,161
0,9255	1,04027	9,51	12,38	396,20	0,012	85,397	59,152	85,410	59,146
0,9477	1,04468	9,47	12,38	397,89	0,009	85,397	59,151	85,406	59,156
0,9735	1,04973	9,43	12,38	399,73	0,005	85,397	59,156	85,402	59,164
1,0000	1,05484	9,38	12,38	401,49	0,000	85,397	59,168	85,397	

Tabela A2 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  etanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ etanol $T = 308,15 \text{ K e } p = 10 \text{ MPa}$									
0,0000	0,78542	10,79	10,48	289,19	0,000	86,722	58,657		58,657
0,0252	0,79470	10,75	10,55	292,22	0,046	86,508	58,659	86,826	58,704
0,0506	0,80403	10,71	10,61	295,30	0,077	86,308	58,667	86,536	58,738
0,0757	0,81312	10,67	10,68	298,38	0,105	86,123	58,680	86,395	58,770
0,1003	0,82184	10,63	10,74	301,44	0,130	85,958	58,696	86,301	58,801
0,1508	0,83938	10,54	10,87	307,79	0,163	85,663	58,738	86,089	58,849
0,2000	0,85582	10,45	10,99	314,09	0,190	85,434	58,786	85,958	58,895
0,2547	0,87361	10,34	11,11	321,19	0,199	85,240	58,843	85,786	58,923
0,3002	0,88794	10,25	11,21	327,14	0,197	85,122	58,888	85,662	58,938
0,3498	0,90303	10,15	11,31	333,66	0,191	85,032	58,931	85,552	58,950
0,4000	0,91789	10,04	11,41	340,26	0,174	84,976	58,965	85,441	58,947
0,4490	0,93193	9,94	11,50	346,67	0,152	84,946	58,986	85,344	58,932
0,4996	0,94584	9,83	11,59	353,23	0,134	84,935	58,996	85,274	58,924
0,5507	0,95947	9,72	11,66	359,75	0,109	84,937	58,993	85,204	58,899
0,6005	0,97217	9,62	11,73	365,96	0,094	84,947	58,979	85,163	58,892
0,6455	0,98327	9,52	11,79	371,42	0,082	84,959	58,960	85,133	58,887
0,6931	0,99471	9,43	11,84	377,00	0,062	84,972	58,933	85,095	58,857
0,7502	1,00785	9,32	11,89	383,37	0,045	84,986	58,899	85,067	58,839
0,8009	1,01912	9,22	11,93	388,69	0,031	84,995	58,868	85,045	58,815
0,8505	1,02976	9,13	11,96	393,54	0,021	85,000	58,840	85,031	58,797
0,9008	1,04016	9,05	11,98	398,03	0,013	85,004	58,816	85,021	58,791
0,9255	1,04513	9,01	11,99	400,07	0,011	85,005	58,805	85,018	58,800
0,9477	1,04954	8,97	11,99	401,81	0,007	85,006	58,795	85,014	58,796
0,9735	1,05459	8,93	11,99	403,69	0,004	85,006	58,784	85,010	58,805
1,0000	1,05969	8,89	11,99	405,48	0,000	85,006	58,771	85,006	

Tabela A2 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  etanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ etanol $T = 308,15 \text{ K e } p = 15 \text{ MPa}$									
0,0000	0,78962	10,22	10,11	289,93	0,000	86,280	58,344		58,344
0,0252	0,79895	10,18	10,18	293,02	0,043	86,083	58,347	86,361	58,389
0,0506	0,80834	10,15	10,25	296,17	0,073	85,896	58,354	86,073	58,421
0,0757	0,81743	10,11	10,31	299,33	0,102	85,723	58,366	85,979	58,454
0,1003	0,82615	10,07	10,37	302,45	0,127	85,566	58,381	85,907	58,486
0,1508	0,84374	9,99	10,50	308,97	0,159	85,284	58,421	85,695	58,532
0,2000	0,86024	9,90	10,61	315,43	0,185	85,062	58,468	85,562	58,575
0,2547	0,87808	9,80	10,74	322,72	0,192	84,871	58,524	85,390	58,601
0,3002	0,89242	9,71	10,84	328,84	0,191	84,755	58,569	85,276	58,618
0,3498	0,90751	9,62	10,94	335,54	0,187	84,665	58,611	85,173	58,632
0,4000	0,92237	9,52	11,04	342,33	0,172	84,608	58,646	85,068	58,631
0,4490	0,93646	9,42	11,13	348,93	0,147	84,577	58,668	84,966	58,612
0,4996	0,95037	9,32	11,22	355,68	0,131	84,566	58,678	84,900	58,605
0,5507	0,96400	9,22	11,30	362,39	0,107	84,568	58,676	84,833	58,583
0,6005	0,97676	9,13	11,37	368,79	0,090	84,577	58,662	84,787	58,568
0,6455	0,98786	9,04	11,43	374,40	0,078	84,589	58,642	84,759	58,564
0,6931	0,99931	8,95	11,48	380,14	0,059	84,603	58,615	84,723	58,535
0,7502	1,01245	8,85	11,54	386,70	0,043	84,616	58,580	84,696	58,518
0,8009	1,02372	8,76	11,57	392,16	0,030	84,626	58,548	84,675	58,495
0,8505	1,03436	8,68	11,60	397,14	0,020	84,632	58,519	84,662	58,478
0,9008	1,04476	8,60	11,63	401,75	0,013	84,636	58,493	84,652	58,473
0,9255	1,04975	8,56	11,63	403,84	0,009	84,637	58,481	84,647	58,461
0,9477	1,05415	8,52	11,64	405,61	0,007	84,637	58,471	84,645	58,471
0,9735	1,05921	8,49	11,64	407,54	0,003	84,638	58,459	84,641	58,442
1,0000	1,06430	8,45	11,64	409,37	0,000	84,638	58,446	84,638	

Tabela A2 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  etanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ etanol $T = 308,15 \text{ K e } p = 20 \text{ MPa}$									
0,0000	0,79363	9,71	9,78	290,56	0,000	85,812	58,049		58,049
0,0252	0,80301	9,68	9,85	293,72	0,041	85,654	58,051	85,914	58,091
0,0506	0,81245	9,64	9,92	296,94	0,068	85,496	58,058	85,628	58,121
0,0757	0,82155	9,60	9,98	300,17	0,098	85,344	58,068	85,580	58,155
0,1003	0,83031	9,57	10,04	303,37	0,121	85,202	58,082	85,495	58,184
0,1508	0,84791	9,49	10,16	310,04	0,155	84,937	58,120	85,318	58,232
0,2000	0,86446	9,41	10,28	316,67	0,179	84,719	58,166	85,183	58,273
0,2547	0,88231	9,31	10,40	324,14	0,188	84,528	58,222	85,025	58,302
0,3002	0,89665	9,23	10,50	330,43	0,189	84,408	58,267	84,918	58,320
0,3498	0,91179	9,14	10,60	337,32	0,183	84,315	58,312	84,810	58,331
0,4000	0,92666	9,05	10,70	344,30	0,170	84,255	58,348	84,711	58,332
0,4490	0,94076	8,96	10,79	351,08	0,146	84,224	58,371	84,613	58,315
0,4996	0,95472	8,87	10,88	358,03	0,127	84,212	58,381	84,542	58,304
0,5507	0,96836	8,78	10,96	364,93	0,105	84,214	58,379	84,478	58,283
0,6005	0,98112	8,69	11,04	371,50	0,089	84,224	58,364	84,435	58,271
0,6455	0,99227	8,61	11,10	377,28	0,074	84,237	58,344	84,402	58,258
0,6931	1,00372	8,52	11,15	383,18	0,056	84,250	58,316	84,367	58,230
0,7502	1,01686	8,43	11,21	389,92	0,041	84,264	58,281	84,342	58,214
0,8009	1,02814	8,34	11,25	395,53	0,028	84,273	58,249	84,322	58,192
0,8505	1,03878	8,27	11,28	400,63	0,019	84,279	58,220	84,309	58,176
0,9008	1,04919	8,19	11,30	405,36	0,012	84,284	58,191	84,301	58,171
0,9255	1,05419	8,15	11,31	407,50	0,007	84,285	58,176	84,295	58,144
0,9477	1,05861	8,12	11,32	409,31	0,004	84,286	58,161	84,292	58,132
0,9735	1,06367	8,09	11,32	411,28	0,000	84,287	58,141	84,288	58,068
1,0000	1,06873	8,05	11,32	413,15	0,000	84,287	58,115	84,287	

Tabela A2 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  etanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ etanol $T = 308,15 \text{ K e } p = 25 \text{ MPa}$									
0,0000	0,79742	9,25	9,49	291,10	0,000	85,423	57,774		57,774
0,0252	0,80685	9,22	9,55	294,32	0,038	85,273	57,776	85,481	57,813
0,0506	0,81629	9,18	9,61	297,62	0,066	85,124	57,782	85,267	57,844
0,0757	0,82544	9,15	9,68	300,91	0,094	84,979	57,792	85,194	57,876
0,1003	0,83421	9,11	9,74	304,19	0,118	84,843	57,805	85,132	57,906
0,1508	0,85187	9,04	9,86	311,02	0,151	84,587	57,841	84,954	57,952
0,2000	0,86848	8,96	9,97	317,80	0,173	84,376	57,886	84,817	57,990
0,2547	0,88633	8,88	10,10	325,47	0,184	84,189	57,941	84,674	58,021
0,3002	0,90073	8,80	10,19	331,92	0,183	84,071	57,986	84,562	58,036
0,3498	0,91588	8,72	10,30	338,99	0,179	83,978	58,030	84,462	58,049
0,4000	0,93075	8,63	10,40	346,16	0,167	83,918	58,066	84,368	58,052
0,4490	0,94491	8,55	10,49	353,13	0,141	83,886	58,090	84,266	58,030
0,4996	0,95888	8,46	10,58	360,27	0,123	83,873	58,101	84,199	58,021
0,5507	0,97252	8,37	10,66	367,36	0,102	83,875	58,098	84,138	58,002
0,6005	0,98534	8,29	10,74	374,12	0,083	83,886	58,084	84,090	57,982
0,6455	0,99650	8,21	10,80	380,05	0,069	83,899	58,062	84,059	57,970
0,6931	1,00795	8,14	10,85	386,11	0,052	83,913	58,033	84,027	57,943
0,7502	1,02110	8,05	10,91	393,03	0,038	83,928	57,995	84,003	57,928
0,8009	1,03239	7,97	10,96	398,79	0,026	83,938	57,961	83,985	57,906
0,8505	1,04304	7,89	10,99	404,02	0,018	83,944	57,929	83,972	57,891
0,9008	1,05346	7,82	11,01	408,86	0,010	83,949	57,900	83,963	57,875
0,9255	1,05845	7,79	11,02	411,05	0,006	83,950	57,887	83,959	57,860
0,9477	1,06287	7,76	11,03	412,91	0,004	83,951	57,874	83,956	57,849
0,9735	1,06793	7,72	11,03	414,92	0,000	83,951	57,857	83,952	57,785
1,0000	1,07300	7,69	11,03	416,82	0,000	83,952	57,837	83,952	

Tabela A2 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  etanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ etanol $T = 308,15 \text{ K e } p = 30 \text{ MPa}$									
0,0000	0,80106	8,83	9,22	291,55	0,000	84,988	57,511		57,511
0,0252	0,81055	8,80	9,28	294,84	0,036	84,885	57,513	85,061	57,548
0,0506	0,82004	8,77	9,34	298,20	0,061	84,768	57,517	84,847	57,576
0,0757	0,82920	8,74	9,40	301,57	0,090	84,644	57,526	84,820	57,609
0,1003	0,83798	8,71	9,46	304,91	0,115	84,520	57,538	84,780	57,639
0,1508	0,85569	8,64	9,58	311,90	0,146	84,274	57,573	84,601	57,683
0,2000	0,87226	8,56	9,69	318,85	0,173	84,061	57,618	84,498	57,728
0,2547	0,89022	8,48	9,82	326,70	0,179	83,866	57,675	84,334	57,751
0,3002	0,90463	8,41	9,92	333,31	0,179	83,743	57,722	84,230	57,768
0,3498	0,91979	8,33	10,02	340,57	0,176	83,648	57,768	84,135	57,782
0,4000	0,93472	8,25	10,12	347,93	0,162	83,588	57,803	84,036	57,781
0,4490	0,94888	8,17	10,21	355,09	0,138	83,559	57,825	83,939	57,761
0,4996	0,96291	8,09	10,30	362,41	0,117	83,550	57,832	83,867	57,746
0,5507	0,97656	8,01	10,39	369,69	0,097	83,556	57,826	83,809	57,728
0,6005	0,98934	7,93	10,46	376,63	0,083	83,569	57,808	83,770	57,718
0,6455	1,00055	7,86	10,52	382,73	0,066	83,583	57,785	83,734	57,698
0,6931	1,01202	7,78	10,58	388,95	0,049	83,596	57,758	83,703	57,672
0,7502	1,02517	7,70	10,64	396,05	0,036	83,608	57,726	83,681	57,657
0,8009	1,03646	7,62	10,69	401,96	0,025	83,616	57,700	83,663	57,636
0,8505	1,04712	7,55	10,72	407,32	0,016	83,621	57,674	83,651	57,622
0,9008	1,05758	7,49	10,75	412,28	0,007	83,626	57,642	83,640	57,579
0,9255	1,06257	7,45	10,75	414,51	0,004	83,628	57,620	83,636	57,566
0,9477	1,06699	7,43	10,76	416,41	0,002	83,630	57,594	83,634	57,544
0,9735	1,07203	7,40	10,76	418,47	0,000	83,631	57,554	83,632	57,517
1,0000	1,07710	7,36	10,76	420,41	0,000	83,632	57,497	83,632	

Tabela A2 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  etanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ etanol $T = 308,15 \text{ K e } p = 35 \text{ MPa}$									
0,0000	0,80460	8,45	8,97	291,91	0,000	84,636	57,259		57,259
0,0252	0,81413	8,42	9,03	295,26	0,033	84,538	57,260	84,673	57,293
0,0506	0,82367	8,39	9,09	298,69	0,056	84,428	57,264	84,460	57,318
0,0757	0,83283	8,36	9,15	302,13	0,086	84,313	57,272	84,477	57,351
0,1003	0,84160	8,33	9,21	305,55	0,111	84,198	57,283	84,458	57,382
0,1508	0,85936	8,27	9,33	312,69	0,141	83,969	57,316	84,279	57,424
0,2000	0,87598	8,20	9,44	319,80	0,165	83,768	57,359	84,174	57,465
0,2547	0,89394	8,12	9,56	327,84	0,172	83,584	57,413	84,024	57,490
0,3002	0,90834	8,05	9,66	334,62	0,174	83,465	57,458	83,927	57,507
0,3498	0,92355	7,98	9,76	342,06	0,168	83,371	57,503	83,828	57,517
0,4000	0,93843	7,90	9,86	349,60	0,158	83,310	57,539	83,743	57,522
0,4490	0,95259	7,83	9,96	356,95	0,135	83,278	57,563	83,648	57,503
0,4996	0,96661	7,75	10,05	364,46	0,116	83,265	57,574	83,578	57,489
0,5507	0,98026	7,67	10,13	371,94	0,096	83,268	57,571	83,522	57,473
0,6005	0,99309	7,60	10,21	379,06	0,078	83,279	57,556	83,478	57,455
0,6455	1,00429	7,53	10,27	385,31	0,062	83,291	57,535	83,443	57,433
0,6931	1,01576	7,46	10,33	391,70	0,045	83,305	57,507	83,413	57,407
0,7502	1,02891	7,38	10,39	398,98	0,033	83,319	57,471	83,391	57,390
0,8009	1,04020	7,31	10,44	405,03	0,021	83,329	57,438	83,374	57,366
0,8505	1,05086	7,24	10,47	410,52	0,013	83,336	57,405	83,363	57,346
0,9008	1,06129	7,18	10,50	415,59	0,005	83,341	57,366	83,353	57,310
0,9255	1,06629	7,15	10,51	417,88	0,002	83,343	57,342	83,349	57,280
0,9477	1,07070	7,12	10,51	419,82	0,000	83,345	57,316	83,347	57,258
0,9735	1,07571	7,09	10,52	421,92	0,000	83,347	57,278	83,347	57,269
1,0000	1,08078	7,06	10,52	423,90	0,000	83,347	57,228	83,347	

Tabela A2 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  etanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ etanol $T = 308,15 \text{ K e } p = 40 \text{ MPa}$									
0,0000	0,80806	8,11	8,74	292,19	0,000	84,247	57,013		57,013
0,0252	0,81765	8,08	8,80	295,61	0,030	84,185	57,014	84,275	57,044
0,0506	0,82720	8,05	8,86	299,10	0,054	84,103	57,017	84,132	57,069
0,0757	0,83641	8,02	8,92	302,61	0,080	84,007	57,023	84,125	57,099
0,1003	0,84519	7,99	8,98	306,10	0,106	83,906	57,033	84,127	57,131
0,1508	0,86296	7,93	9,09	313,40	0,136	83,692	57,064	83,970	57,173
0,2000	0,87958	7,86	9,20	320,67	0,161	83,496	57,106	83,875	57,214
0,2547	0,89755	7,79	9,33	328,90	0,168	83,311	57,160	83,731	57,239
0,3002	0,91196	7,73	9,42	335,84	0,170	83,190	57,206	83,638	57,256
0,3498	0,92717	7,66	9,53	343,46	0,165	83,094	57,252	83,541	57,266
0,4000	0,94206	7,58	9,63	351,19	0,155	83,031	57,290	83,458	57,271
0,4490	0,95623	7,51	9,72	358,72	0,132	82,997	57,315	83,364	57,252
0,4996	0,97026	7,44	9,81	366,43	0,112	82,984	57,326	83,295	57,237
0,5507	0,98392	7,37	9,90	374,09	0,093	82,986	57,323	83,239	57,219
0,6005	0,99675	7,30	9,98	381,40	0,075	82,997	57,309	83,195	57,200
0,6455	1,00796	7,23	10,04	387,81	0,058	83,009	57,288	83,161	57,177
0,6931	1,01943	7,17	10,10	394,35	0,041	83,022	57,262	83,130	57,148
0,7502	1,03259	7,09	10,16	401,81	0,028	83,036	57,227	83,108	57,126
0,8009	1,04388	7,02	10,21	408,02	0,016	83,045	57,193	83,091	57,095
0,8505	1,05454	6,96	10,25	413,64	0,007	83,053	57,155	83,079	57,062
0,9008	1,06496	6,90	10,27	418,83	0,001	83,061	57,102	83,071	57,021
0,9255	1,06995	6,87	10,28	421,17	-0,002	83,064	57,067	83,068	56,982
0,9477	1,07434	6,85	10,29	423,14	-0,003	83,067	57,027	83,067	56,954
0,9735	1,07936	6,82	10,29	425,29	-0,003	83,069	56,966	83,067	56,893
1,0000	1,08438	6,79	10,29	427,30	0,000	83,070	56,884	83,070	

Fonte: Autor.

Tabela A3 – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1 \text{ dimetil carbonato} + (1 - x_1) \text{ 1-propanol}\}$  a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$
$x_1 \text{ dimetil carbonato} + (1 - x_1) \text{ 1-propanol}$									
$T = 288,15 \text{ K e } p = 0,1 \text{ MPa}$									
0,0000	0,80762	9,28	10,04	311,59	0,000	85,424	74,417		74,417
0,0273	0,81528	9,28	10,16	315,24	0,050	85,142	74,420	85,505	74,469
0,0506	0,82193	9,28	10,25	318,33	0,082	84,948	74,428	85,271	74,503
0,0755	0,82907	9,27	10,35	321,60	0,108	84,782	74,439	85,085	74,534
0,1007	0,83626	9,27	10,45	324,86	0,130	84,648	74,452	84,941	74,561
0,1495	0,85012	9,25	10,63	331,09	0,169	84,464	74,478	84,785	74,616
0,2003	0,86444	9,23	10,81	337,46	0,205	84,341	74,504	84,674	74,672
0,2529	0,87911	9,20	10,99	343,94	0,235	84,256	74,529	84,583	74,731
0,2993	0,89199	9,17	11,13	349,59	0,257	84,197	74,551	84,511	74,783
0,3497	0,90581	9,14	11,28	355,63	0,277	84,139	74,579	84,444	74,842
0,4010	0,91974	9,10	11,43	361,72	0,294	84,081	74,614	84,386	74,907
0,4509	0,93325	9,06	11,56	367,60	0,302	84,023	74,657	84,322	74,966
0,5002	0,94647	9,01	11,68	373,35	0,306	83,965	74,710	84,264	75,028
0,5498	0,95976	8,96	11,79	379,09	0,299	83,907	74,774	84,196	75,080
0,5996	0,97301	8,91	11,90	384,81	0,286	83,853	74,847	84,130	75,132
0,6499	0,98628	8,85	12,00	390,56	0,271	83,804	74,928	84,071	75,192
0,7006	0,99956	8,79	12,09	396,32	0,253	83,763	75,014	84,014	75,261
0,7471	1,01161	8,73	12,17	401,57	0,234	83,731	75,096	83,966	75,341
0,7989	1,02502	8,66	12,25	407,39	0,205	83,704	75,190	83,910	75,436
0,8491	1,03804	8,59	12,32	412,98	0,162	83,684	75,285	83,844	75,489
0,8993	1,05107	8,52	12,38	418,55	0,108	83,668	75,392	83,773	75,489
0,9249	1,05764	8,48	12,41	421,36	0,082	83,662	75,455	83,741	75,505
0,9489	1,06377	8,45	12,43	424,00	0,058	83,658	75,523	83,714	75,553
0,9743	1,07025	8,41	12,46	426,78	0,031	83,654	75,606	83,685	75,623
1,0000	1,07683	8,37	12,48	429,59	0,000	83,653	75,707	83,653	

Tabela A3 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  1-propanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ 1-propanol									
$T = 288,15 \text{ K e } p = 5 \text{ MPa}$									
0,0000	0,81132	8,79	9,76	315,07	0,000	85,025	74,077		74,077
0,0273	0,81904	8,79	9,87	318,80	0,047	84,754	74,081	85,058	74,126
0,0506	0,82569	8,78	9,97	321,96	0,080	84,569	74,088	84,900	74,161
0,0755	0,83288	8,78	10,06	325,29	0,103	84,410	74,099	84,686	74,189
0,1007	0,84008	8,78	10,16	328,61	0,126	84,284	74,111	84,572	74,217
0,1495	0,85399	8,76	10,34	334,95	0,164	84,111	74,135	84,416	74,270
0,2003	0,86836	8,75	10,51	341,43	0,198	83,996	74,159	84,305	74,324
0,2529	0,88304	8,72	10,69	348,01	0,231	83,915	74,183	84,231	74,386
0,2993	0,89597	8,70	10,83	353,75	0,250	83,858	74,204	84,155	74,434
0,3497	0,90985	8,67	10,98	359,89	0,268	83,802	74,232	84,086	74,490
0,4010	0,92379	8,63	11,12	366,06	0,288	83,743	74,267	84,036	74,557
0,4509	0,93730	8,59	11,25	372,01	0,298	83,684	74,311	83,979	74,619
0,5002	0,95058	8,55	11,36	377,83	0,300	83,624	74,365	83,918	74,677
0,5498	0,96388	8,51	11,48	383,64	0,295	83,566	74,430	83,855	74,732
0,5996	0,97719	8,46	11,58	389,43	0,280	83,511	74,503	83,786	74,777
0,6499	0,99051	8,41	11,68	395,23	0,263	83,463	74,584	83,724	74,829
0,7006	1,00379	8,36	11,78	401,05	0,246	83,422	74,669	83,671	74,900
0,7471	1,01585	8,30	11,85	406,34	0,229	83,392	74,748	83,625	74,982
0,7989	1,02931	8,24	11,93	412,21	0,198	83,366	74,836	83,567	75,062
0,8491	1,04234	8,18	12,01	417,85	0,157	83,347	74,925	83,503	75,116
0,8993	1,05538	8,12	12,07	423,45	0,105	83,333	75,023	83,435	75,116
0,9249	1,06195	8,08	12,10	426,29	0,079	83,327	75,081	83,405	75,133
0,9489	1,06808	8,05	12,13	428,94	0,056	83,323	75,144	83,378	75,181
0,9743	1,07461	8,02	12,15	431,74	0,026	83,320	75,221	83,346	75,101
1,0000	1,08115	7,98	12,18	434,56	0,000	83,319	75,316	83,319	

Tabela A3 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  1-propanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ 1-propanol $T = 288,15 \text{ K}$ e $p = 10 \text{ MPa}$									
0,0000	0,81470	8,34	9,51	318,54	0,000	84,582	73,769		73,769
0,0273	0,82248	8,34	9,62	322,35	0,045	84,361	73,772	84,641	73,815
0,0506	0,82918	8,34	9,71	325,57	0,075	84,206	73,778	84,472	73,848
0,0755	0,83637	8,33	9,80	328,97	0,100	84,069	73,788	84,316	73,877
0,1007	0,84362	8,33	9,90	332,35	0,120	83,956	73,798	84,189	73,902
0,1495	0,85754	8,32	10,07	338,80	0,161	83,791	73,822	84,075	73,958
0,2003	0,87196	8,30	10,24	345,39	0,194	83,673	73,846	83,965	74,011
0,2529	0,88670	8,28	10,41	352,08	0,226	83,585	73,872	83,892	74,071
0,2993	0,89968	8,26	10,55	357,91	0,244	83,523	73,896	83,814	74,118
0,3497	0,91356	8,23	10,69	364,13	0,265	83,464	73,924	83,757	74,177
0,4010	0,92761	8,20	10,83	370,39	0,279	83,407	73,959	83,695	74,235
0,4509	0,94117	8,17	10,96	376,42	0,288	83,351	74,000	83,637	74,294
0,5002	0,95446	8,13	11,08	382,31	0,293	83,296	74,050	83,584	74,355
0,5498	0,96781	8,10	11,19	388,19	0,287	83,242	74,110	83,520	74,406
0,5996	0,98112	8,05	11,29	394,04	0,275	83,190	74,179	83,457	74,456
0,6499	0,99450	8,01	11,39	399,90	0,257	83,143	74,258	83,394	74,503
0,7006	1,00779	7,96	11,48	405,78	0,243	83,101	74,345	83,345	74,580
0,7471	1,01990	7,91	11,56	411,12	0,224	83,070	74,428	83,298	74,654
0,7989	1,03341	7,86	11,64	417,04	0,192	83,042	74,523	83,239	74,723
0,8491	1,04644	7,80	11,72	422,72	0,153	83,022	74,615	83,179	74,783
0,8993	1,05954	7,74	11,78	428,36	0,100	83,009	74,707	83,109	74,758
0,9249	1,06612	7,71	11,81	431,22	0,076	83,004	74,754	83,080	74,775
0,9489	1,07225	7,69	11,84	433,89	0,054	83,001	74,798	83,055	74,824
0,9743	1,07878	7,66	11,87	436,70	0,025	82,999	74,847	83,024	74,744
1,0000	1,08532	7,62	11,89	439,54	0,000	82,999	74,898	82,999	

Tabela A3 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  1-propanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ 1-propanol $T = 288,15 \text{ K}$ e $p = 15 \text{ MPa}$									
0,0000	0,81795	7,93	9,28	321,93	0,000	84,125	73,477		73,477
0,0273	0,82578	7,93	9,38	325,82	0,042	83,947	73,479	84,227	73,520
0,0506	0,83253	7,93	9,47	329,10	0,069	83,820	73,484	84,046	73,549
0,0755	0,83978	7,93	9,56	332,56	0,092	83,704	73,492	83,891	73,576
0,1007	0,84703	7,93	9,66	336,00	0,114	83,606	73,501	83,808	73,603
0,1495	0,86101	7,92	9,82	342,57	0,154	83,459	73,522	83,707	73,657
0,2003	0,87550	7,90	9,99	349,27	0,186	83,348	73,546	83,605	73,709
0,2529	0,89029	7,89	10,16	356,07	0,217	83,261	73,571	83,537	73,767
0,2993	0,90329	7,87	10,29	361,98	0,239	83,198	73,595	83,476	73,817
0,3497	0,91723	7,85	10,44	368,29	0,259	83,138	73,623	83,418	73,874
0,4010	0,93133	7,82	10,57	374,63	0,272	83,081	73,658	83,357	73,930
0,4509	0,94496	7,79	10,70	380,74	0,280	83,025	73,699	83,299	73,986
0,5002	0,95830	7,76	10,81	386,70	0,283	82,972	73,748	83,245	74,044
0,5498	0,97166	7,72	10,92	392,64	0,280	82,918	73,807	83,188	74,099
0,5996	0,98499	7,68	11,03	398,56	0,272	82,867	73,876	83,132	74,155
0,6499	0,99842	7,64	11,13	404,48	0,252	82,819	73,956	83,067	74,198
0,7006	1,01177	7,60	11,22	410,42	0,237	82,777	74,044	83,017	74,270
0,7471	1,02394	7,56	11,30	415,80	0,217	82,744	74,129	82,969	74,335
0,7989	1,03752	7,51	11,38	421,77	0,184	82,716	74,226	82,909	74,392
0,8491	1,05056	7,46	11,45	427,50	0,148	82,697	74,315	82,853	74,460
0,8993	1,06372	7,41	11,52	433,19	0,094	82,685	74,395	82,783	74,410
0,9249	1,07030	7,38	11,55	436,06	0,071	82,682	74,430	82,756	74,427
0,9489	1,07644	7,35	11,58	438,75	0,051	82,680	74,459	82,732	74,475
0,9743	1,08298	7,33	11,61	441,58	0,024	82,679	74,483	82,703	74,397
1,0000	1,08952	7,30	11,63	444,44	0,000	82,679	74,501	82,679	

Tabela A3 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  1-propanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ 1-propanol									
$T = 288,15 \text{ K e } p = 20 \text{ MPa}$									
0,0000	0,82127	7,57	9,07	325,25	0,000	83,765	73,179		73,179
0,0273	0,82915	7,57	9,17	329,21	0,040	83,611	73,181	83,839	73,220
0,0506	0,83590	7,57	9,26	332,55	0,068	83,498	73,186	83,733	73,251
0,0755	0,84320	7,57	9,35	336,07	0,088	83,393	73,193	83,550	73,274
0,1007	0,85045	7,56	9,44	339,58	0,111	83,303	73,201	83,495	73,303
0,1495	0,86447	7,56	9,60	346,26	0,150	83,161	73,221	83,393	73,355
0,2003	0,87900	7,54	9,77	353,07	0,181	83,050	73,245	83,291	73,405
0,2529	0,89384	7,53	9,93	359,97	0,211	82,962	73,270	83,224	73,461
0,2993	0,90683	7,51	10,06	365,97	0,235	82,898	73,295	83,174	73,514
0,3497	0,92081	7,49	10,20	372,37	0,254	82,837	73,324	83,115	73,569
0,4010	0,93496	7,47	10,34	378,79	0,265	82,780	73,358	83,051	73,622
0,4509	0,94859	7,44	10,46	384,97	0,276	82,726	73,398	83,000	73,681
0,5002	0,96198	7,41	10,57	391,01	0,278	82,674	73,445	82,945	73,735
0,5498	0,97538	7,38	10,68	397,02	0,273	82,623	73,502	82,886	73,785
0,5996	0,98875	7,35	10,79	403,00	0,263	82,574	73,569	82,827	73,835
0,6499	1,00218	7,31	10,88	408,98	0,246	82,527	73,647	82,767	73,881
0,7006	1,01553	7,27	10,98	414,97	0,233	82,485	73,734	82,722	73,957
0,7471	1,02770	7,23	11,06	420,40	0,215	82,452	73,820	82,676	74,028
0,7989	1,04132	7,19	11,14	426,43	0,180	82,424	73,917	82,614	74,074
0,8491	1,05441	7,14	11,21	432,20	0,142	82,405	74,005	82,557	74,123
0,8993	1,06756	7,10	11,28	437,93	0,090	82,394	74,080	82,489	74,075
0,9249	1,07414	7,07	11,31	440,82	0,069	82,391	74,110	82,463	74,092
0,9489	1,08027	7,05	11,34	443,53	0,049	82,390	74,130	82,441	74,140
0,9743	1,08681	7,02	11,37	446,38	0,023	82,389	74,141	82,412	74,063
1,0000	1,09335	7,00	11,40	449,25	0,000	82,389	74,140	82,389	

Tabela A3 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  1-propanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ 1-propanol $T = 288,15 \text{ K}$ e $p = 25 \text{ MPa}$									
0,0000	0,82424	7,24	8,88	328,50	0,000	83,353	72,916		72,916
0,0273	0,83217	7,24	8,98	332,53	0,036	83,247	72,917	83,455	72,953
0,0506	0,83898	7,24	9,06	335,93	0,062	83,165	72,920	83,337	72,981
0,0755	0,84628	7,23	9,15	339,52	0,083	83,084	72,926	83,211	73,005
0,1007	0,85358	7,23	9,24	343,08	0,103	83,011	72,933	83,142	73,030
0,1495	0,86761	7,23	9,40	349,87	0,144	82,889	72,950	83,082	73,085
0,2003	0,88215	7,22	9,56	356,79	0,177	82,784	72,972	83,002	73,137
0,2529	0,89705	7,20	9,72	363,80	0,206	82,694	72,998	82,930	73,191
0,2993	0,91010	7,19	9,85	369,88	0,228	82,627	73,024	82,877	73,241
0,3497	0,92409	7,17	9,99	376,37	0,249	82,562	73,055	82,827	73,298
0,4010	0,93825	7,15	10,12	382,87	0,263	82,502	73,091	82,771	73,354
0,4509	0,95193	7,13	10,24	389,13	0,271	82,447	73,132	82,716	73,409
0,5002	0,96533	7,10	10,35	395,23	0,275	82,395	73,179	82,666	73,466
0,5498	0,97879	7,07	10,46	401,31	0,268	82,344	73,236	82,604	73,511
0,5996	0,99217	7,04	10,56	407,35	0,260	82,295	73,302	82,549	73,564
0,6499	1,00566	7,01	10,66	413,40	0,241	82,249	73,378	82,487	73,604
0,7006	1,01907	6,97	10,75	419,44	0,226	82,207	73,465	82,438	73,671
0,7471	1,03124	6,94	10,83	424,93	0,209	82,175	73,550	82,396	73,744
0,7989	1,04487	6,90	10,91	431,00	0,177	82,147	73,647	82,337	73,795
0,8491	1,05797	6,86	10,99	436,82	0,141	82,128	73,733	82,282	73,850
0,8993	1,07118	6,81	11,06	442,58	0,087	82,118	73,801	82,212	73,777
0,9249	1,07781	6,79	11,09	445,50	0,062	82,116	73,823	82,183	73,744
0,9489	1,08390	6,77	11,12	448,22	0,047	82,115	73,833	82,166	73,843
0,9743	1,09045	6,75	11,15	451,09	0,022	82,115	73,830	82,138	73,767
1,0000	1,09699	6,72	11,18	453,98	0,000	82,116	73,808	82,116	

Tabela A3 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  1-propanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ 1-propanol $T = 288,15 \text{ K}$ e $p = 30 \text{ MPa}$									
0,0000	0,82724	6,93	8,70	331,67	0,000	83,014	72,651		72,651
0,0273	0,83517	6,93	8,80	335,78	0,038	82,928	72,653	83,231	72,690
0,0506	0,84203	6,93	8,88	339,24	0,060	82,859	72,655	83,030	72,715
0,0755	0,84938	6,93	8,97	342,89	0,078	82,789	72,660	82,876	72,736
0,1007	0,85669	6,93	9,06	346,51	0,100	82,723	72,666	82,835	72,762
0,1495	0,87078	6,93	9,22	353,41	0,139	82,609	72,683	82,774	72,815
0,2003	0,88532	6,92	9,37	360,44	0,174	82,506	72,704	82,715	72,869
0,2529	0,90028	6,91	9,53	367,55	0,201	82,416	72,731	82,640	72,921
0,2993	0,91334	6,89	9,66	373,71	0,225	82,348	72,757	82,596	72,973
0,3497	0,92739	6,88	9,79	380,29	0,244	82,282	72,788	82,542	73,027
0,4010	0,94160	6,86	9,92	386,88	0,256	82,221	72,825	82,483	73,079
0,4509	0,95529	6,84	10,04	393,21	0,266	82,167	72,865	82,435	73,136
0,5002	0,96875	6,81	10,15	399,38	0,269	82,115	72,912	82,381	73,189
0,5498	0,98222	6,79	10,26	405,53	0,264	82,066	72,967	82,324	73,237
0,5996	0,99565	6,76	10,36	411,63	0,253	82,018	73,031	82,266	73,284
0,6499	1,00915	6,73	10,46	417,73	0,236	81,973	73,106	82,208	73,327
0,7006	1,02261	6,70	10,55	423,83	0,219	81,932	73,191	82,157	73,385
0,7471	1,03480	6,67	10,63	429,37	0,204	81,900	73,275	82,118	73,460
0,7989	1,04843	6,63	10,71	435,49	0,174	81,873	73,369	82,061	73,515
0,8491	1,06159	6,59	10,78	441,35	0,136	81,855	73,453	82,004	73,551
0,8993	1,07481	6,55	10,85	447,17	0,083	81,845	73,516	81,937	73,480
0,9249	1,08144	6,53	10,88	450,10	0,060	81,844	73,534	81,909	73,448
0,9489	1,08754	6,51	10,91	452,84	0,046	81,843	73,539	81,892	73,546
0,9743	1,09408	6,49	10,94	455,73	0,021	81,844	73,528	81,866	73,470
1,0000	1,10063	6,47	10,97	458,63	0,000	81,844	73,497	81,844	

Tabela A3 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  1-propanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ 1-propanol $T = 288,15 \text{ K}$ e $p = 35 \text{ MPa}$									
0,0000	0,83004	6,66	8,54	334,78	0,000	82,612	72,406		72,406
0,0273	0,83802	6,66	8,64	338,96	0,035	82,587	72,407	82,866	72,442
0,0506	0,84493	6,66	8,72	342,48	0,054	82,554	72,408	82,654	72,463
0,0755	0,85229	6,66	8,80	346,19	0,073	82,510	72,411	82,556	72,485
0,1007	0,85960	6,65	8,89	349,87	0,096	82,461	72,416	82,543	72,513
0,1495	0,87375	6,65	9,04	356,89	0,133	82,357	72,431	82,481	72,563
0,2003	0,88835	6,64	9,20	364,02	0,167	82,252	72,453	82,422	72,615
0,2529	0,90332	6,63	9,35	371,23	0,196	82,153	72,482	82,364	72,669
0,2993	0,91638	6,62	9,48	377,48	0,222	82,078	72,510	82,330	72,723
0,3497	0,93049	6,61	9,61	384,14	0,239	82,009	72,544	82,272	72,774
0,4010	0,94476	6,59	9,74	390,81	0,249	81,950	72,579	82,210	72,822
0,4509	0,95851	6,57	9,86	397,21	0,258	81,899	72,617	82,160	72,875
0,5002	0,97197	6,55	9,97	403,46	0,262	81,852	72,659	82,112	72,930
0,5498	0,98550	6,53	10,07	409,67	0,255	81,807	72,709	82,052	72,973
0,5996	0,99894	6,50	10,17	415,83	0,247	81,763	72,769	81,999	73,022
0,6499	1,01245	6,47	10,27	422,00	0,232	81,719	72,842	81,945	73,068
0,7006	1,02592	6,44	10,36	428,15	0,217	81,677	72,929	81,897	73,130
0,7471	1,03816	6,42	10,44	433,74	0,199	81,644	73,018	81,855	73,195
0,7989	1,05180	6,38	10,52	439,91	0,170	81,613	73,120	81,801	73,254
0,8491	1,06502	6,35	10,59	445,82	0,131	81,594	73,209	81,742	73,272
0,8993	1,07824	6,31	10,66	451,67	0,080	81,586	73,267	81,677	73,201
0,9249	1,08488	6,29	10,69	454,63	0,057	81,585	73,274	81,650	73,170
0,9489	1,09103	6,28	10,72	457,39	0,040	81,586	73,260	81,631	73,195
0,9743	1,09753	6,26	10,75	460,29	0,020	81,587	73,219	81,609	73,193
1,0000	1,10408	6,24	10,78	463,22	0,000	81,588	73,141	81,588	

Tabela A3 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  1-propanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ 1-propanol $T = 288,15 \text{ K}$ e $p = 40 \text{ MPa}$									
0,0000	0,83273	6,40	8,39	337,83	0,000	82,306	72,173		72,173
0,0273	0,84076	6,40	8,49	342,08	0,032	82,290	72,173	82,513	72,205
0,0506	0,84768	6,40	8,57	345,66	0,052	82,265	72,174	82,374	72,228
0,0755	0,85509	6,40	8,65	349,43	0,068	82,228	72,177	82,248	72,247
0,1007	0,86240	6,40	8,73	353,17	0,092	82,184	72,181	82,262	72,276
0,1495	0,87661	6,40	8,89	360,29	0,128	82,091	72,194	82,200	72,323
0,2003	0,89127	6,39	9,04	367,53	0,160	81,993	72,215	82,141	72,372
0,2529	0,90624	6,38	9,19	374,84	0,191	81,899	72,242	82,100	72,429
0,2993	0,91936	6,37	9,31	381,17	0,215	81,827	72,270	82,062	72,480
0,3497	0,93352	6,36	9,44	387,92	0,230	81,760	72,302	82,002	72,527
0,4010	0,94780	6,34	9,57	394,67	0,242	81,701	72,337	81,948	72,577
0,4509	0,96156	6,33	9,69	401,15	0,253	81,650	72,375	81,904	72,633
0,5002	0,97508	6,31	9,79	407,46	0,255	81,604	72,417	81,854	72,683
0,5498	0,98861	6,29	9,90	413,74	0,250	81,558	72,467	81,799	72,728
0,5996	1,00211	6,26	10,00	419,97	0,240	81,514	72,528	81,744	72,772
0,6499	1,01562	6,24	10,09	426,19	0,227	81,470	72,601	81,693	72,820
0,7006	1,02915	6,21	10,18	432,40	0,210	81,429	72,687	81,643	72,873
0,7471	1,04139	6,18	10,26	438,03	0,194	81,395	72,774	81,604	72,941
0,7989	1,05505	6,15	10,34	444,26	0,167	81,366	72,874	81,553	73,004
0,8491	1,06831	6,12	10,42	450,21	0,125	81,348	72,959	81,491	73,004
0,8993	1,08155	6,09	10,48	456,11	0,077	81,340	73,010	81,429	72,934
0,9249	1,08819	6,07	10,52	459,09	0,055	81,340	73,013	81,403	72,903
0,9489	1,09434	6,06	10,55	461,86	0,039	81,341	72,995	81,384	72,929
0,9743	1,10084	6,04	10,58	464,78	0,019	81,343	72,949	81,364	72,926
1,0000	1,10740	6,02	10,61	467,73	0,000	81,344	72,865	81,344	

Tabela A3 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  1-propanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ 1-propanol $T = 293,15 \text{ K e } p = 0,1 \text{ MPa}$									
0,0000	0,80357	9,59	10,09	308,30	0,000	86,161	74,792		74,792
0,0273	0,81113	9,59	10,21	311,82	0,054	85,808	74,796	86,169	74,847
0,0506	0,81767	9,59	10,30	314,79	0,090	85,570	74,806	85,957	74,886
0,0755	0,82475	9,59	10,41	317,93	0,116	85,370	74,819	85,711	74,917
0,1007	0,83184	9,59	10,50	321,06	0,141	85,214	74,834	85,581	74,948
0,1495	0,84558	9,58	10,69	327,05	0,179	85,008	74,863	85,381	75,002
0,2003	0,85973	9,56	10,87	333,17	0,217	84,882	74,889	85,267	75,063
0,2529	0,87429	9,54	11,05	339,40	0,246	84,800	74,913	85,155	75,121
0,2993	0,88705	9,52	11,20	344,84	0,267	84,747	74,934	85,074	75,172
0,3497	0,90071	9,48	11,35	350,66	0,289	84,692	74,960	85,010	75,236
0,4010	0,91447	9,45	11,49	356,53	0,309	84,634	74,995	84,952	75,307
0,4509	0,92786	9,41	11,62	362,19	0,315	84,573	75,040	84,881	75,365
0,5002	0,94097	9,36	11,75	367,75	0,317	84,511	75,096	84,817	75,427
0,5498	0,95410	9,31	11,86	373,31	0,313	84,449	75,165	84,751	75,486
0,5996	0,96718	9,26	11,97	378,86	0,303	84,392	75,243	84,687	75,548
0,6499	0,98033	9,20	12,07	384,43	0,286	84,341	75,327	84,622	75,608
0,7006	0,99349	9,14	12,16	390,04	0,265	84,299	75,415	84,561	75,678
0,7471	1,00543	9,08	12,24	395,14	0,245	84,268	75,496	84,510	75,760
0,7989	1,01872	9,01	12,32	400,82	0,214	84,241	75,588	84,450	75,855
0,8491	1,03157	8,94	12,39	406,29	0,173	84,220	75,686	84,386	75,935
0,8993	1,04449	8,87	12,46	411,74	0,116	84,203	75,808	84,312	75,948
0,9249	1,05100	8,83	12,49	414,51	0,089	84,195	75,887	84,279	75,976
0,9489	1,05707	8,79	12,51	417,09	0,064	84,189	75,978	84,250	76,053
0,9743	1,06349	8,75	12,54	419,82	0,036	84,184	76,096	84,219	76,200
1,0000	1,07006	8,71	12,56	422,59	0,000	84,182	76,247	84,182	

Tabela A3 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  1-propanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ 1-propanol									
$T = 293,15 \text{ K e } p = 5 \text{ MPa}$									
0,0000	0,80724	9,07	9,79	311,71	0,000	85,688	74,452		74,452
0,0273	0,81485	9,07	9,91	315,30	0,052	85,379	74,456	85,725	74,505
0,0506	0,82144	9,07	10,00	318,33	0,085	85,167	74,464	85,502	74,541
0,0755	0,82852	9,07	10,10	321,53	0,113	84,986	74,476	85,316	74,573
0,1007	0,83566	9,06	10,20	324,72	0,136	84,842	74,490	85,172	74,602
0,1495	0,84945	9,06	10,37	330,81	0,174	84,644	74,518	84,987	74,656
0,2003	0,86366	9,04	10,55	337,04	0,211	84,515	74,545	84,881	74,716
0,2529	0,87827	9,02	10,72	343,37	0,240	84,429	74,570	84,774	74,773
0,2993	0,89108	9,00	10,87	348,88	0,260	84,371	74,592	84,694	74,823
0,3497	0,90478	8,98	11,02	354,79	0,282	84,315	74,619	84,632	74,885
0,4010	0,91861	8,94	11,16	360,73	0,301	84,259	74,653	84,576	74,954
0,4509	0,93205	8,91	11,29	366,47	0,307	84,202	74,695	84,505	75,010
0,5002	0,94521	8,87	11,41	372,10	0,308	84,144	74,747	84,442	75,069
0,5498	0,95838	8,83	11,52	377,71	0,303	84,087	74,811	84,377	75,125
0,5996	0,97152	8,78	11,63	383,32	0,293	84,032	74,885	84,313	75,182
0,6499	0,98467	8,73	11,73	388,96	0,279	83,983	74,967	84,255	75,249
0,7006	0,99789	8,67	11,82	394,61	0,258	83,940	75,056	84,193	75,313
0,7471	1,00983	8,62	11,90	399,76	0,241	83,908	75,141	84,147	75,402
0,7989	1,02317	8,56	11,98	405,49	0,209	83,879	75,238	84,086	75,490
0,8491	1,03607	8,50	12,06	411,00	0,167	83,858	75,338	84,022	75,557
0,8993	1,04904	8,43	12,12	416,49	0,110	83,841	75,452	83,947	75,544
0,9249	1,05555	8,40	12,15	419,27	0,084	83,835	75,520	83,916	75,573
0,9489	1,06162	8,36	12,18	421,88	0,061	83,830	75,593	83,890	75,649
0,9743	1,06804	8,33	12,21	424,63	0,035	83,826	75,683	83,861	75,796
1,0000	1,07462	8,29	12,23	427,40	0,000	83,825	75,793	83,825	

Tabela A3 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  1-propanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ 1-propanol $T = 293,15 \text{ K}$ e $p = 10 \text{ MPa}$									
0,0000	0,81080	8,59	9,52	315,10	0,000	85,295	74,124		74,124
0,0273	0,81847	8,59	9,63	318,76	0,049	84,999	74,128	85,292	74,174
0,0506	0,82506	8,59	9,72	321,85	0,084	84,796	74,136	85,146	74,212
0,0755	0,83219	8,59	9,82	325,12	0,109	84,622	74,148	84,932	74,242
0,1007	0,83938	8,59	9,91	328,36	0,129	84,483	74,161	84,774	74,268
0,1495	0,85318	8,58	10,09	334,56	0,171	84,293	74,188	84,632	74,325
0,2003	0,86743	8,57	10,26	340,89	0,208	84,169	74,214	84,526	74,383
0,2529	0,88209	8,55	10,43	347,32	0,235	84,084	74,238	84,420	74,439
0,2993	0,89495	8,54	10,57	352,91	0,254	84,027	74,260	84,339	74,486
0,3497	0,90871	8,51	10,71	358,90	0,275	83,972	74,287	84,277	74,547
0,4010	0,92259	8,49	10,85	364,93	0,293	83,916	74,320	84,220	74,613
0,4509	0,93603	8,45	10,98	370,74	0,301	83,859	74,363	84,158	74,673
0,5002	0,94924	8,42	11,10	376,43	0,302	83,801	74,415	84,094	74,728
0,5498	0,96247	8,38	11,21	382,11	0,296	83,743	74,479	84,028	74,780
0,5996	0,97561	8,34	11,32	387,78	0,288	83,689	74,553	83,970	74,842
0,6499	0,98881	8,29	11,42	393,47	0,273	83,640	74,635	83,910	74,904
0,7006	1,00208	8,25	11,51	399,18	0,250	83,598	74,722	83,848	74,960
0,7471	1,01407	8,20	11,59	404,38	0,231	83,566	74,804	83,800	75,039
0,7989	1,02741	8,14	11,67	410,15	0,202	83,539	74,897	83,744	75,131
0,8491	1,04037	8,09	11,75	415,71	0,159	83,519	74,989	83,678	75,179
0,8993	1,05334	8,03	11,81	421,24	0,105	83,504	75,092	83,607	75,167
0,9249	1,05986	8,00	11,84	424,04	0,081	83,499	75,151	83,577	75,196
0,9489	1,06593	7,97	11,87	426,66	0,059	83,495	75,215	83,552	75,272
0,9743	1,07235	7,94	11,90	429,43	0,033	83,491	75,293	83,524	75,418
1,0000	1,07893	7,91	11,93	432,22	0,000	83,490	75,387	83,490	

Tabela A3 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  1-propanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ 1-propanol $T = 293,15 \text{ K}$ e $p = 15 \text{ MPa}$									
0,0000	0,81422	8,16	9,28	318,41	0,000	84,893	73,813		73,813
0,0273	0,82194	8,16	9,39	322,14	0,046	84,623	73,816	84,874	73,860
0,0506	0,82858	8,16	9,47	325,29	0,078	84,437	73,824	84,716	73,895
0,0755	0,83571	8,16	9,57	328,61	0,105	84,277	73,834	84,560	73,926
0,1007	0,84290	8,16	9,66	331,91	0,126	84,147	73,847	84,432	73,953
0,1495	0,85675	8,16	9,83	338,22	0,166	83,967	73,872	84,289	74,008
0,2003	0,87106	8,15	10,00	344,65	0,202	83,846	73,897	84,184	74,065
0,2529	0,88577	8,13	10,16	351,18	0,228	83,762	73,922	84,079	74,118
0,2993	0,89864	8,12	10,30	356,86	0,250	83,704	73,944	84,010	74,169
0,3497	0,91245	8,10	10,44	362,93	0,269	83,648	73,971	83,946	74,227
0,4010	0,92638	8,07	10,58	369,03	0,286	83,592	74,005	83,888	74,289
0,4509	0,93987	8,05	10,70	374,91	0,292	83,536	74,047	83,824	74,345
0,5002	0,95309	8,02	10,82	380,67	0,296	83,479	74,098	83,767	74,404
0,5498	0,96632	7,98	10,93	386,41	0,292	83,423	74,160	83,706	74,460
0,5996	0,97951	7,94	11,03	392,14	0,282	83,369	74,233	83,646	74,517
0,6499	0,99277	7,90	11,13	397,89	0,266	83,321	74,314	83,584	74,571
0,7006	1,00604	7,86	11,23	403,65	0,245	83,279	74,401	83,526	74,632
0,7471	1,01808	7,82	11,31	408,90	0,225	83,248	74,482	83,476	74,700
0,7989	1,03143	7,77	11,39	414,72	0,198	83,220	74,575	83,423	74,796
0,8491	1,04444	7,72	11,46	420,32	0,153	83,201	74,665	83,356	74,825
0,8993	1,05742	7,67	11,53	425,89	0,101	83,188	74,759	83,288	74,814
0,9249	1,06394	7,64	11,56	428,72	0,077	83,183	74,811	83,259	74,844
0,9489	1,07001	7,61	11,59	431,36	0,057	83,179	74,864	83,235	74,919
0,9743	1,07643	7,58	11,62	434,14	0,032	83,177	74,927	83,209	75,064
1,0000	1,08301	7,55	11,65	436,95	0,000	83,176	75,000	83,176	

Tabela A3 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  1-propanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ 1-propanol $T = 293,15 \text{ K}$ e $p = 20 \text{ MPa}$									
0,0000	0,81746	7,77	9,06	321,64	0,000	84,511	73,521		73,521
0,0273	0,82523	7,78	9,16	325,44	0,043	84,263	73,524	84,460	73,565
0,0506	0,83187	7,78	9,25	328,64	0,077	84,092	73,531	84,378	73,601
0,0755	0,83906	7,78	9,34	332,02	0,100	83,941	73,541	84,194	73,629
0,1007	0,84625	7,78	9,43	335,38	0,124	83,819	73,553	84,094	73,658
0,1495	0,86016	7,77	9,59	341,79	0,162	83,646	73,577	83,951	73,712
0,2003	0,87453	7,77	9,76	348,33	0,197	83,526	73,602	83,847	73,767
0,2529	0,88930	7,75	9,92	354,95	0,222	83,439	73,627	83,742	73,818
0,2993	0,90218	7,74	10,05	360,71	0,246	83,380	73,650	83,686	73,872
0,3497	0,91605	7,72	10,19	366,86	0,264	83,323	73,677	83,620	73,927
0,4010	0,93003	7,70	10,32	373,04	0,279	83,267	73,711	83,560	73,987
0,4509	0,94359	7,68	10,45	379,00	0,285	83,212	73,752	83,496	74,039
0,5002	0,95687	7,65	10,56	384,82	0,286	83,157	73,802	83,437	74,094
0,5498	0,97010	7,62	10,67	390,63	0,285	83,103	73,862	83,383	74,154
0,5996	0,98336	7,59	10,78	396,41	0,274	83,051	73,931	83,321	74,205
0,6499	0,99662	7,55	10,87	402,22	0,260	83,004	74,010	83,265	74,264
0,7006	1,00995	7,51	10,97	408,04	0,239	82,963	74,095	83,205	74,318
0,7471	1,02206	7,47	11,05	413,33	0,216	82,933	74,175	83,154	74,375
0,7989	1,03541	7,43	11,13	419,20	0,192	82,906	74,266	83,104	74,475
0,8491	1,04843	7,38	11,20	424,85	0,149	82,887	74,354	83,040	74,511
0,8993	1,06147	7,34	11,27	430,46	0,096	82,875	74,442	82,971	74,475
0,9249	1,06799	7,31	11,30	433,30	0,074	82,870	74,488	82,944	74,504
0,9489	1,07407	7,29	11,33	435,96	0,054	82,867	74,534	82,921	74,580
0,9743	1,08050	7,26	11,36	438,76	0,031	82,865	74,586	82,896	74,724
1,0000	1,08708	7,23	11,39	441,59	0,000	82,864	74,643	82,864	

Tabela A3 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  1-propanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ 1-propanol $T = 293,15 \text{ K}$ e $p = 25 \text{ MPa}$									
0,0000	0,82074	7,42	8,86	324,79	0,000	84,108	73,227		73,227
0,0273	0,82856	7,43	8,96	328,66	0,041	83,895	73,229	84,063	73,269
0,0506	0,83525	7,43	9,04	331,92	0,071	83,745	73,235	83,969	73,301
0,0755	0,84244	7,43	9,13	335,36	0,097	83,611	73,244	83,842	73,331
0,1007	0,84969	7,43	9,22	338,78	0,117	83,499	73,255	83,729	73,357
0,1495	0,86360	7,43	9,38	345,29	0,159	83,335	73,278	83,628	73,413
0,2003	0,87801	7,42	9,54	351,92	0,192	83,216	73,303	83,524	73,467
0,2529	0,89284	7,41	9,70	358,64	0,216	83,128	73,329	83,420	73,516
0,2993	0,90576	7,40	9,83	364,48	0,239	83,067	73,352	83,363	73,568
0,3497	0,91968	7,38	9,96	370,71	0,256	83,009	73,380	83,296	73,620
0,4010	0,93372	7,36	10,10	376,97	0,270	82,954	73,413	83,237	73,677
0,4509	0,94728	7,34	10,22	382,99	0,278	82,901	73,452	83,180	73,732
0,5002	0,96060	7,32	10,33	388,88	0,278	82,849	73,500	83,120	73,783
0,5498	0,97384	7,29	10,44	394,75	0,279	82,797	73,557	83,072	73,847
0,5996	0,98715	7,26	10,54	400,60	0,267	82,747	73,625	83,009	73,893
0,6499	1,00046	7,23	10,64	406,46	0,252	82,701	73,702	82,951	73,945
0,7006	1,01380	7,19	10,73	412,33	0,232	82,660	73,787	82,896	74,003
0,7471	1,02595	7,16	10,81	417,67	0,208	82,628	73,869	82,843	74,050
0,7989	1,03931	7,12	10,89	423,60	0,187	82,601	73,962	82,798	74,154
0,8491	1,05238	7,08	10,97	429,29	0,143	82,583	74,048	82,732	74,172
0,8993	1,06542	7,03	11,03	434,94	0,092	82,571	74,127	82,666	74,137
0,9249	1,07194	7,01	11,07	437,80	0,071	82,568	74,163	82,641	74,166
0,9489	1,07802	6,99	11,10	440,48	0,052	82,566	74,193	82,619	74,242
0,9743	1,08450	6,97	11,13	443,30	0,026	82,565	74,222	82,591	74,239
1,0000	1,09103	6,94	11,16	446,14	0,000	82,564	74,248	82,564	

Tabela A3 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  1-propanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ 1-propanol $T = 293,15 \text{ K}$ e $p = 30 \text{ MPa}$									
0,0000	0,82370	7,10	8,67	327,87	0,000	83,740	72,963		72,963
0,0273	0,83157	7,11	8,77	331,81	0,038	83,561	72,966	83,679	73,002
0,0506	0,83827	7,11	8,85	335,12	0,070	83,430	72,971	83,658	73,036
0,0755	0,84552	7,11	8,94	338,62	0,092	83,310	72,979	83,503	73,063
0,1007	0,85276	7,11	9,03	342,09	0,114	83,206	72,989	83,419	73,090
0,1495	0,86673	7,11	9,18	348,71	0,154	83,047	73,012	83,317	73,145
0,2003	0,88120	7,10	9,34	355,44	0,186	82,926	73,037	83,213	73,196
0,2529	0,89604	7,09	9,49	362,26	0,213	82,833	73,064	83,127	73,249
0,2993	0,90902	7,08	9,62	368,17	0,234	82,769	73,089	83,066	73,297
0,3497	0,92300	7,07	9,76	374,48	0,249	82,710	73,117	82,997	73,347
0,4010	0,93709	7,05	9,89	380,82	0,262	82,657	73,149	82,936	73,400
0,4509	0,95071	7,03	10,00	386,91	0,268	82,608	73,185	82,879	73,452
0,5002	0,96404	7,01	10,12	392,87	0,271	82,560	73,229	82,826	73,506
0,5498	0,97734	6,99	10,22	398,80	0,271	82,512	73,282	82,776	73,565
0,5996	0,99065	6,96	10,32	404,71	0,261	82,465	73,346	82,718	73,614
0,6499	1,00403	6,93	10,42	410,62	0,244	82,419	73,421	82,659	73,660
0,7006	1,01737	6,90	10,51	416,55	0,227	82,378	73,507	82,608	73,722
0,7471	1,02953	6,87	10,59	421,94	0,205	82,346	73,592	82,558	73,774
0,7989	1,04294	6,83	10,67	427,91	0,182	82,317	73,688	82,511	73,866
0,8491	1,05608	6,80	10,75	433,64	0,136	82,298	73,777	82,444	73,865
0,8993	1,06912	6,76	10,82	439,34	0,087	82,288	73,850	82,381	73,831
0,9249	1,07565	6,74	10,85	442,22	0,067	82,285	73,877	82,357	73,861
0,9489	1,08173	6,72	10,88	444,91	0,050	82,284	73,894	82,336	73,936
0,9743	1,08821	6,69	10,91	447,75	0,025	82,284	73,901	82,309	73,933
1,0000	1,09475	6,67	10,94	450,61	0,000	82,284	73,893	82,284	

Tabela A3 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  1-propanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ 1-propanol $T = 293,15 \text{ K}$ e $p = 35 \text{ MPa}$									
0,0000	0,82650	6,81	8,50	330,88	0,000	83,410	72,716		72,716
0,0273	0,83442	6,82	8,60	334,88	0,035	83,253	72,718	83,311	72,752
0,0506	0,84113	6,82	8,68	338,26	0,068	83,134	72,723	83,362	72,788
0,0755	0,84842	6,82	8,77	341,81	0,088	83,021	72,731	83,180	72,811
0,1007	0,85568	6,82	8,85	345,34	0,112	82,922	72,740	83,124	72,840
0,1495	0,86970	6,82	9,00	352,06	0,150	82,764	72,763	83,021	72,893
0,2003	0,88418	6,81	9,16	358,89	0,185	82,640	72,789	82,939	72,948
0,2529	0,89912	6,81	9,31	365,80	0,207	82,544	72,817	82,833	72,993
0,2993	0,91216	6,80	9,43	371,79	0,226	82,478	72,842	82,771	73,039
0,3497	0,92620	6,79	9,56	378,18	0,240	82,421	72,869	82,702	73,086
0,4010	0,94030	6,77	9,69	384,59	0,255	82,371	72,899	82,652	73,142
0,4509	0,95397	6,75	9,81	390,76	0,261	82,326	72,933	82,593	73,191
0,5002	0,96736	6,73	9,92	396,77	0,262	82,282	72,972	82,539	73,240
0,5498	0,98072	6,71	10,02	402,77	0,260	82,238	73,021	82,488	73,294
0,5996	0,99404	6,69	10,12	408,73	0,253	82,194	73,080	82,436	73,347
0,6499	1,00742	6,66	10,22	414,71	0,238	82,151	73,153	82,382	73,397
0,7006	1,02081	6,63	10,31	420,69	0,220	82,110	73,238	82,329	73,452
0,7471	1,03298	6,60	10,39	426,12	0,200	82,077	73,325	82,283	73,509
0,7989	1,04646	6,57	10,47	432,14	0,176	82,047	73,425	82,235	73,590
0,8491	1,05959	6,54	10,55	437,92	0,133	82,028	73,517	82,171	73,596
0,8993	1,07265	6,50	10,61	443,66	0,086	82,017	73,589	82,111	73,575
0,9249	1,07923	6,48	10,65	446,56	0,064	82,015	73,612	82,084	73,567
0,9489	1,08531	6,46	10,68	449,27	0,047	82,014	73,621	82,065	73,643
0,9743	1,09180	6,44	10,71	452,13	0,024	82,014	73,615	82,039	73,640
1,0000	1,09834	6,42	10,74	455,01	0,000	82,015	73,587	82,015	

Tabela A3 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  1-propanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ 1-propanol $T = 293,15 \text{ K}$ e $p = 40 \text{ MPa}$									
0,0000	0,82909	6,55	8,35	333,82	0,000	83,064	72,489		72,489
0,0273	0,83707	6,55	8,44	337,90	0,032	82,928	72,491	82,945	72,523
0,0506	0,84383	6,55	8,52	341,32	0,062	82,823	72,495	82,984	72,555
0,0755	0,85114	6,55	8,60	344,94	0,083	82,722	72,502	82,858	72,579
0,1007	0,85839	6,55	8,69	348,52	0,108	82,632	72,511	82,830	72,610
0,1495	0,87248	6,55	8,84	355,34	0,145	82,486	72,532	82,727	72,660
0,2003	0,88703	6,55	8,99	362,26	0,178	82,368	72,556	82,645	72,712
0,2529	0,90204	6,54	9,13	369,27	0,199	82,274	72,584	82,540	72,755
0,2993	0,91509	6,54	9,26	375,34	0,221	82,210	72,608	82,491	72,804
0,3497	0,92919	6,52	9,39	381,81	0,233	82,153	72,635	82,421	72,848
0,4010	0,94336	6,51	9,51	388,29	0,247	82,103	72,665	82,369	72,901
0,4509	0,95705	6,50	9,63	394,52	0,254	82,059	72,698	82,318	72,952
0,5002	0,97051	6,48	9,74	400,61	0,254	82,016	72,737	82,262	72,998
0,5498	0,98388	6,46	9,84	406,66	0,255	81,972	72,786	82,217	73,055
0,5996	0,99726	6,44	9,94	412,69	0,246	81,928	72,845	82,164	73,102
0,6499	1,01066	6,41	10,03	418,72	0,234	81,885	72,917	82,114	73,157
0,7006	1,02412	6,39	10,12	424,75	0,214	81,844	73,003	82,060	73,204
0,7471	1,03636	6,36	10,20	430,23	0,193	81,811	73,089	82,012	73,251
0,7989	1,04984	6,33	10,28	436,30	0,170	81,782	73,187	81,967	73,336
0,8491	1,06305	6,30	10,36	442,12	0,126	81,763	73,274	81,902	73,323
0,8993	1,07612	6,27	10,43	447,90	0,082	81,754	73,336	81,845	73,303
0,9249	1,08270	6,25	10,46	450,82	0,061	81,753	73,351	81,820	73,296
0,9489	1,08880	6,23	10,49	453,55	0,045	81,753	73,350	81,802	73,371
0,9743	1,09529	6,21	10,52	456,43	0,023	81,754	73,329	81,777	73,368
1,0000	1,10184	6,19	10,55	459,33	0,000	81,754	73,282	81,754	

Tabela A3 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  1-propanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ 1-propanol $T = 298,15 \text{ K e } p = 0,1 \text{ MPa}$									
0,0000	0,79961	9,92	10,14	304,64	0,000	86,855	75,162		75,162
0,0273	0,80706	9,93	10,26	308,00	0,058	86,458	75,167	86,842	75,221
0,0506	0,81355	9,93	10,36	310,84	0,094	86,192	75,177	86,564	75,261
0,0755	0,82052	9,93	10,46	313,85	0,124	85,967	75,192	86,347	75,296
0,1007	0,82750	9,93	10,56	316,84	0,153	85,793	75,209	86,230	75,332
0,1495	0,84112	9,93	10,75	322,56	0,191	85,565	75,241	85,986	75,387
0,2003	0,85515	9,92	10,93	328,42	0,229	85,426	75,270	85,847	75,447
0,2529	0,86954	9,90	11,11	334,39	0,260	85,340	75,295	85,735	75,510
0,2993	0,88218	9,88	11,26	339,59	0,281	85,285	75,316	85,644	75,562
0,3497	0,89571	9,85	11,41	345,17	0,302	85,230	75,343	85,570	75,626
0,4010	0,90936	9,82	11,56	350,81	0,321	85,172	75,378	85,505	75,697
0,4509	0,92258	9,78	11,69	356,25	0,330	85,111	75,423	85,437	75,762
0,5002	0,93557	9,74	11,82	361,60	0,332	85,048	75,480	85,368	75,825
0,5498	0,94857	9,69	11,93	366,96	0,326	84,985	75,550	85,298	75,885
0,5996	0,96154	9,64	12,04	372,31	0,315	84,926	75,629	85,230	75,947
0,6499	0,97452	9,58	12,14	377,71	0,301	84,875	75,715	85,168	76,020
0,7006	0,98756	9,52	12,24	383,14	0,278	84,832	75,804	85,103	76,091
0,7471	0,99938	9,46	12,32	388,10	0,257	84,800	75,888	85,050	76,179
0,7989	1,01254	9,39	12,40	393,62	0,225	84,771	75,984	84,987	76,278
0,8491	1,02527	9,32	12,47	398,96	0,182	84,749	76,091	84,920	76,366
0,8993	1,03807	9,24	12,54	404,28	0,124	84,729	76,228	84,843	76,391
0,9249	1,04452	9,20	12,56	406,98	0,096	84,720	76,320	84,809	76,433
0,9489	1,05053	9,16	12,59	409,52	0,070	84,713	76,426	84,780	76,538
0,9743	1,05689	9,12	12,62	412,20	0,041	84,708	76,565	84,748	76,764
1,0000	1,06345	9,08	12,64	414,91	0,000	84,706	76,744	84,706	

Tabela A3 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  1-propanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ 1-propanol									
$T = 298,15 \text{ K e } p = 5 \text{ MPa}$									
0,0000	0,80349	9,36	9,83	307,94	0,000	86,343	74,799		74,799
0,0273	0,81099	9,37	9,94	311,37	0,056	85,998	74,803	86,383	74,856
0,0506	0,81752	9,37	10,03	314,27	0,089	85,765	74,813	86,094	74,892
0,0755	0,82454	9,37	10,13	317,33	0,116	85,566	74,826	85,878	74,924
0,1007	0,83152	9,37	10,23	320,38	0,147	85,410	74,841	85,806	74,962
0,1495	0,84519	9,37	10,41	326,20	0,184	85,200	74,870	85,577	75,015
0,2003	0,85927	9,36	10,59	332,15	0,221	85,066	74,898	85,446	75,074
0,2529	0,87366	9,35	10,76	338,20	0,256	84,977	74,924	85,356	75,141
0,2993	0,88634	9,33	10,91	343,48	0,275	84,917	74,947	85,264	75,191
0,3497	0,89993	9,31	11,06	349,14	0,296	84,858	74,975	85,190	75,253
0,4010	0,91363	9,28	11,20	354,84	0,313	84,797	75,012	85,125	75,321
0,4509	0,92689	9,25	11,33	360,35	0,321	84,736	75,058	85,056	75,383
0,5002	0,93993	9,21	11,45	365,76	0,321	84,673	75,114	84,987	75,441
0,5498	0,95293	9,17	11,57	371,18	0,318	84,613	75,181	84,924	75,506
0,5996	0,96595	9,12	11,67	376,59	0,306	84,556	75,258	84,855	75,562
0,6499	0,97892	9,07	11,78	382,04	0,295	84,506	75,341	84,798	75,640
0,7006	0,99201	9,02	11,87	387,52	0,271	84,465	75,428	84,732	75,704
0,7471	1,00388	8,96	11,95	392,52	0,248	84,434	75,509	84,677	75,781
0,7989	1,01709	8,90	12,03	398,09	0,214	84,406	75,603	84,613	75,864
0,8491	1,02983	8,84	12,11	403,46	0,174	84,384	75,705	84,550	75,952
0,8993	1,04262	8,77	12,17	408,82	0,119	84,366	75,834	84,477	75,978
0,9249	1,04907	8,73	12,20	411,55	0,092	84,358	75,917	84,444	76,020
0,9489	1,05508	8,70	12,23	414,10	0,068	84,351	76,011	84,416	76,125
0,9743	1,06144	8,66	12,26	416,79	0,040	84,347	76,133	84,386	76,349
1,0000	1,06800	8,63	12,28	419,52	0,000	84,345	76,287	84,345	

Tabela A3 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  1-propanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ 1-propanol $T = 298,15 \text{ K}$ e $p = 10 \text{ MPa}$									
0,0000	0,80715	8,85	9,54	311,22	0,000	85,899	74,460		74,460
0,0273	0,81470	8,86	9,65	314,72	0,053	85,575	74,464	85,932	74,514
0,0506	0,82128	8,86	9,74	317,67	0,083	85,355	74,473	85,633	74,547
0,0755	0,82831	8,86	9,83	320,79	0,112	85,167	74,485	85,476	74,581
0,1007	0,83534	8,86	9,93	323,89	0,141	85,019	74,500	85,390	74,616
0,1495	0,84906	8,86	10,10	329,81	0,177	84,817	74,528	85,176	74,668
0,2003	0,86319	8,86	10,27	335,85	0,213	84,688	74,555	85,053	74,726
0,2529	0,87764	8,85	10,44	342,00	0,247	84,602	74,580	84,968	74,791
0,2993	0,89038	8,83	10,58	347,35	0,266	84,545	74,602	84,878	74,839
0,3497	0,90402	8,81	10,73	353,08	0,285	84,489	74,629	84,806	74,898
0,4010	0,91777	8,79	10,87	358,86	0,302	84,431	74,664	84,742	74,963
0,4509	0,93109	8,76	11,00	364,43	0,309	84,372	74,707	84,675	75,022
0,5002	0,94414	8,73	11,12	369,90	0,312	84,312	74,762	84,614	75,084
0,5498	0,95719	8,69	11,23	375,38	0,308	84,253	74,827	84,551	75,144
0,5996	0,97021	8,65	11,34	380,84	0,299	84,197	74,902	84,488	75,206
0,6499	0,98324	8,60	11,44	386,35	0,286	84,147	74,985	84,431	75,278
0,7006	0,99639	8,56	11,53	391,88	0,262	84,105	75,073	84,364	75,335
0,7471	1,00826	8,51	11,61	396,92	0,242	84,074	75,156	84,314	75,416
0,7989	1,02153	8,45	11,70	402,54	0,207	84,046	75,251	84,249	75,488
0,8491	1,03432	8,40	11,77	407,96	0,166	84,025	75,350	84,185	75,557
0,8993	1,04712	8,34	11,84	413,36	0,113	84,008	75,467	84,116	75,584
0,9249	1,05357	8,30	11,87	416,10	0,088	84,001	75,539	84,085	75,625
0,9489	1,05958	8,27	11,90	418,67	0,065	83,996	75,618	84,058	75,730
0,9743	1,06595	8,24	11,93	421,38	0,038	83,992	75,719	84,029	75,953
1,0000	1,07251	8,21	11,95	424,13	0,000	83,990	75,844	83,990	

Tabela A3 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  1-propanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ 1-propanol $T = 298,15 \text{ K}$ e $p = 15 \text{ MPa}$									
0,0000	0,81050	8,40	9,28	314,41	0,000	85,451	74,151		74,151
0,0273	0,81811	8,40	9,38	317,98	0,051	85,166	74,155	85,517	74,203
0,0506	0,82474	8,41	9,47	320,98	0,078	84,970	74,163	85,208	74,234
0,0755	0,83181	8,41	9,57	324,15	0,105	84,802	74,174	85,052	74,265
0,1007	0,83884	8,41	9,66	327,31	0,136	84,666	74,187	85,010	74,302
0,1495	0,85261	8,41	9,83	333,32	0,172	84,479	74,214	84,809	74,353
0,2003	0,86680	8,41	9,99	339,46	0,207	84,354	74,240	84,694	74,410
0,2529	0,88129	8,40	10,16	345,69	0,241	84,267	74,265	84,615	74,474
0,2993	0,89408	8,38	10,30	351,12	0,259	84,207	74,288	84,526	74,521
0,3497	0,90777	8,37	10,44	356,93	0,278	84,149	74,316	84,456	74,579
0,4010	0,92157	8,35	10,57	362,77	0,294	84,091	74,351	84,394	74,642
0,4509	0,93495	8,32	10,70	368,42	0,300	84,033	74,394	84,327	74,698
0,5002	0,94804	8,29	10,82	373,95	0,303	83,975	74,447	84,268	74,758
0,5498	0,96110	8,26	10,93	379,48	0,303	83,918	74,510	84,212	74,824
0,5996	0,97417	8,22	11,03	385,00	0,293	83,864	74,583	84,149	74,882
0,6499	0,98725	8,18	11,13	390,55	0,280	83,815	74,664	84,092	74,950
0,7006	1,00044	8,14	11,23	396,14	0,254	83,773	74,751	84,025	75,001
0,7471	1,01237	8,10	11,31	401,23	0,234	83,741	74,834	83,974	75,075
0,7989	1,02564	8,05	11,39	406,89	0,202	83,713	74,929	83,914	75,155
0,8491	1,03848	8,00	11,46	412,35	0,160	83,693	75,026	83,850	75,210
0,8993	1,05128	7,95	11,53	417,79	0,111	83,677	75,135	83,785	75,251
0,9249	1,05778	7,92	11,57	420,55	0,083	83,671	75,200	83,751	75,254
0,9489	1,06379	7,89	11,59	423,14	0,062	83,666	75,268	83,727	75,358
0,9743	1,07016	7,86	11,62	425,87	0,037	83,663	75,353	83,699	75,580
1,0000	1,07672	7,83	11,65	428,63	0,000	83,662	75,454	83,662	

Tabela A3 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  1-propanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ 1-propanol $T = 298,15 \text{ K e } p = 20 \text{ MPa}$									
0,0000	0,81378	7,99	9,04	317,52	0,000	84,965	73,853		73,853
0,0273	0,82144	7,99	9,15	321,15	0,048	84,734	73,856	85,089	73,902
0,0506	0,82812	8,00	9,23	324,21	0,072	84,572	73,862	84,769	73,929
0,0755	0,83525	8,00	9,32	327,43	0,096	84,429	73,872	84,614	73,957
0,1007	0,84229	8,00	9,41	330,64	0,129	84,312	73,883	84,615	73,996
0,1495	0,85613	8,00	9,58	336,75	0,163	84,143	73,907	84,429	74,045
0,2003	0,87037	8,00	9,74	342,98	0,197	84,024	73,932	84,322	74,099
0,2529	0,88488	7,99	9,90	349,30	0,234	83,935	73,958	84,265	74,167
0,2993	0,89773	7,98	10,03	354,80	0,251	83,873	73,982	84,175	74,210
0,3497	0,91148	7,97	10,17	360,68	0,268	83,813	74,011	84,105	74,265
0,4010	0,92535	7,95	10,31	366,60	0,283	83,754	74,046	84,043	74,325
0,4509	0,93874	7,93	10,43	372,30	0,292	83,698	74,088	83,986	74,385
0,5002	0,95189	7,90	10,54	377,89	0,294	83,642	74,138	83,925	74,440
0,5498	0,96501	7,87	10,65	383,48	0,292	83,588	74,198	83,869	74,501
0,5996	0,97809	7,84	10,76	389,06	0,284	83,536	74,268	83,812	74,563
0,6499	0,99119	7,81	10,86	394,67	0,274	83,489	74,347	83,759	74,635
0,7006	1,00445	7,77	10,95	400,30	0,247	83,447	74,433	83,691	74,679
0,7471	1,01643	7,73	11,03	405,43	0,225	83,416	74,516	83,639	74,742
0,7989	1,02972	7,68	11,11	411,15	0,196	83,387	74,613	83,583	74,826
0,8491	1,04257	7,64	11,19	416,65	0,156	83,366	74,711	83,522	74,888
0,8993	1,05543	7,59	11,26	422,13	0,106	83,351	74,816	83,456	74,903
0,9249	1,06194	7,57	11,29	424,91	0,079	83,346	74,873	83,424	74,906
0,9489	1,06796	7,54	11,32	427,52	0,059	83,342	74,931	83,400	75,010
0,9743	1,07433	7,51	11,35	430,27	0,035	83,339	74,999	83,374	75,231
1,0000	1,08090	7,49	11,38	433,05	0,000	83,338	75,075	83,338	

Tabela A3 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  1-propanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ 1-propanol									
$T = 298,15 \text{ K e } p = 25 \text{ MPa}$									
0,0000	0,81692	7,62	8,83	320,55	0,000	84,546	73,569		73,569
0,0273	0,82463	7,63	8,93	324,24	0,045	84,347	73,572	84,679	73,615
0,0506	0,83137	7,63	9,02	327,35	0,067	84,205	73,577	84,350	73,639
0,0755	0,83851	7,63	9,10	330,63	0,092	84,078	73,586	84,252	73,669
0,1007	0,84560	7,63	9,19	333,89	0,121	83,972	73,596	84,238	73,704
0,1495	0,85950	7,64	9,35	340,09	0,155	83,815	73,618	84,066	73,751
0,2003	0,87375	7,63	9,51	346,41	0,192	83,700	73,642	83,989	73,809
0,2529	0,88837	7,63	9,66	352,82	0,224	83,613	73,668	83,916	73,868
0,2993	0,90123	7,62	9,80	358,39	0,243	83,551	73,691	83,842	73,915
0,3497	0,91504	7,61	9,93	364,34	0,259	83,492	73,720	83,772	73,967
0,4010	0,92897	7,59	10,06	370,33	0,272	83,436	73,754	83,710	74,023
0,4509	0,94242	7,57	10,18	376,10	0,280	83,382	73,794	83,653	74,079
0,5002	0,95558	7,55	10,30	381,75	0,284	83,328	73,842	83,600	74,138
0,5498	0,96871	7,52	10,40	387,40	0,285	83,276	73,900	83,550	74,202
0,5996	0,98185	7,49	10,51	393,03	0,276	83,225	73,968	83,492	74,258
0,6499	0,99501	7,46	10,60	398,69	0,264	83,178	74,047	83,438	74,324
0,7006	1,00828	7,43	10,70	404,37	0,240	83,137	74,133	83,375	74,372
0,7471	1,02032	7,39	10,78	409,55	0,216	83,104	74,218	83,321	74,424
0,7989	1,03362	7,35	10,86	415,31	0,190	83,075	74,316	83,269	74,512
0,8491	1,04653	7,31	10,93	420,86	0,149	83,055	74,412	83,207	74,555
0,8993	1,05940	7,27	11,00	426,38	0,101	83,041	74,506	83,144	74,571
0,9249	1,06592	7,25	11,04	429,18	0,076	83,037	74,554	83,113	74,575
0,9489	1,07194	7,22	11,07	431,81	0,057	83,034	74,597	83,091	74,678
0,9743	1,07836	7,20	11,10	434,57	0,030	83,032	74,642	83,063	74,749
1,0000	1,08489	7,17	11,13	437,37	0,000	83,031	74,688	83,031	

Tabela A3 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  1-propanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ 1-propanol $T = 298,15 \text{ K}$ e $p = 30 \text{ MPa}$									
0,0000	0,82004	7,29	8,64	323,50	0,000	84,133	73,289		73,289
0,0273	0,82780	7,29	8,74	327,25	0,042	83,972	73,292	84,278	73,333
0,0506	0,83455	7,29	8,82	330,42	0,065	83,853	73,296	84,024	73,358
0,0755	0,84173	7,30	8,90	333,75	0,088	83,745	73,304	83,898	73,385
0,1007	0,84888	7,30	8,99	337,06	0,115	83,651	73,313	83,870	73,417
0,1495	0,86283	7,30	9,14	343,36	0,147	83,506	73,333	83,712	73,462
0,2003	0,87710	7,30	9,30	349,77	0,187	83,394	73,357	83,664	73,523
0,2529	0,89177	7,29	9,45	356,26	0,217	83,304	73,383	83,591	73,580
0,2993	0,90469	7,29	9,58	361,90	0,235	83,240	73,408	83,516	73,624
0,3497	0,91851	7,28	9,71	367,93	0,254	83,179	73,437	83,458	73,680
0,4010	0,93250	7,26	9,84	373,98	0,266	83,122	73,471	83,395	73,733
0,4509	0,94600	7,24	9,96	379,81	0,272	83,069	73,511	83,336	73,786
0,5002	0,95923	7,22	10,07	385,52	0,275	83,018	73,557	83,282	73,840
0,5498	0,97241	7,20	10,17	391,23	0,274	82,968	73,612	83,231	73,899
0,5996	0,98557	7,18	10,28	396,91	0,268	82,919	73,677	83,179	73,959
0,6499	0,99878	7,15	10,37	402,63	0,255	82,874	73,753	83,124	74,017
0,7006	1,01206	7,12	10,46	408,36	0,234	82,833	73,838	83,065	74,070
0,7471	1,02411	7,09	10,54	413,58	0,212	82,801	73,922	83,015	74,127
0,7989	1,03746	7,05	10,63	419,39	0,184	82,773	74,019	82,962	74,204
0,8491	1,05043	7,01	10,70	424,98	0,142	82,752	74,113	82,899	74,228
0,8993	1,06331	6,97	10,77	430,54	0,096	82,740	74,202	82,839	74,244
0,9249	1,06984	6,95	10,80	433,37	0,072	82,736	74,242	82,810	74,248
0,9489	1,07586	6,93	10,83	436,01	0,054	82,733	74,277	82,789	74,351
0,9743	1,08229	6,91	10,86	438,79	0,029	82,732	74,308	82,762	74,422
1,0000	1,08882	6,89	10,89	441,61	0,000	82,732	74,334	82,732	

Tabela A3 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  1-propanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ 1-propanol $T = 298,15 \text{ K}$ e $p = 35 \text{ MPa}$									
0,0000	0,82287	6,98	8,46	326,38	0,000	83,788	73,037		73,037
0,0273	0,83069	6,99	8,56	330,20	0,039	83,640	73,039	83,899	73,078
0,0506	0,83744	6,99	8,64	333,41	0,064	83,531	73,044	83,719	73,105
0,0755	0,84468	6,99	8,72	336,79	0,084	83,430	73,051	83,565	73,128
0,1007	0,85187	6,99	8,80	340,15	0,107	83,342	73,059	83,523	73,157
0,1495	0,86584	7,00	8,95	346,54	0,142	83,206	73,078	83,407	73,204
0,2003	0,88017	7,00	9,10	353,04	0,180	83,099	73,101	83,359	73,263
0,2529	0,89490	6,99	9,25	359,62	0,210	83,014	73,126	83,287	73,318
0,2993	0,90788	6,98	9,38	365,33	0,225	82,952	73,149	83,211	73,359
0,3497	0,92176	6,98	9,51	371,43	0,243	82,893	73,177	83,153	73,411
0,4010	0,93575	6,96	9,63	377,55	0,258	82,838	73,210	83,100	73,468
0,4509	0,94932	6,95	9,75	383,45	0,263	82,787	73,249	83,040	73,516
0,5002	0,96255	6,93	9,86	389,22	0,268	82,736	73,294	82,993	73,573
0,5498	0,97580	6,91	9,96	394,97	0,266	82,687	73,349	82,941	73,627
0,5996	0,98896	6,89	10,06	400,71	0,262	82,639	73,414	82,894	73,691
0,6499	1,00223	6,86	10,16	406,48	0,247	82,593	73,490	82,837	73,742
0,7006	1,01557	6,83	10,25	412,26	0,224	82,552	73,576	82,777	73,786
0,7471	1,02763	6,80	10,33	417,53	0,204	82,520	73,660	82,731	73,845
0,7989	1,04104	6,77	10,41	423,39	0,175	82,492	73,755	82,676	73,907
0,8491	1,05402	6,74	10,49	429,02	0,135	82,473	73,843	82,617	73,932
0,8993	1,06692	6,70	10,56	434,62	0,092	82,462	73,917	82,560	73,948
0,9249	1,07344	6,68	10,59	437,47	0,069	82,459	73,946	82,532	73,953
0,9489	1,07952	6,66	10,62	440,13	0,048	82,458	73,966	82,508	73,981
0,9743	1,08595	6,64	10,65	442,93	0,024	82,458	73,977	82,483	73,979
1,0000	1,09244	6,62	10,68	445,77	0,000	82,458	73,976	82,458	

Tabela A3 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  1-propanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ 1-propanol $T = 298,15 \text{ K e } p = 40 \text{ MPa}$									
0,0000	0,82528	6,70	8,30	329,19	0,000	83,390	72,824		72,824
0,0273	0,83316	6,71	8,39	333,07	0,037	83,284	72,825	83,529	72,861
0,0506	0,83997	6,71	8,47	336,33	0,058	83,202	72,828	83,338	72,885
0,0755	0,84723	6,71	8,55	339,77	0,080	83,122	72,834	83,240	72,910
0,1007	0,85448	6,71	8,63	343,18	0,100	83,049	72,841	83,185	72,935
0,1495	0,86852	6,72	8,78	349,66	0,134	82,927	72,858	83,083	72,981
0,2003	0,88287	6,72	8,93	356,25	0,176	82,823	72,880	83,064	73,043
0,2529	0,89768	6,71	9,07	362,91	0,204	82,736	72,906	82,994	73,097
0,2993	0,91073	6,71	9,19	368,69	0,218	82,671	72,930	82,916	73,135
0,3497	0,92468	6,70	9,32	374,85	0,235	82,610	72,959	82,859	73,185
0,4010	0,93875	6,69	9,44	381,04	0,249	82,554	72,993	82,807	73,239
0,4509	0,95233	6,67	9,56	387,00	0,257	82,503	73,031	82,756	73,291
0,5002	0,96564	6,66	9,67	392,83	0,261	82,455	73,075	82,708	73,345
0,5498	0,97896	6,64	9,77	398,64	0,258	82,407	73,128	82,655	73,396
0,5996	0,99219	6,62	9,87	404,44	0,253	82,360	73,191	82,608	73,454
0,6499	1,00553	6,60	9,96	410,25	0,237	82,316	73,265	82,551	73,501
0,7006	1,01889	6,57	10,05	416,09	0,217	82,275	73,350	82,497	73,550
0,7471	1,03102	6,55	10,13	421,40	0,197	82,243	73,434	82,450	73,601
0,7989	1,04451	6,52	10,21	427,30	0,166	82,215	73,528	82,395	73,651
0,8491	1,05751	6,48	10,29	432,98	0,130	82,197	73,612	82,339	73,682
0,8993	1,07047	6,45	10,36	438,63	0,086	82,188	73,674	82,282	73,674
0,9249	1,07701	6,43	10,39	441,49	0,064	82,186	73,692	82,256	73,679
0,9489	1,08310	6,42	10,42	444,17	0,045	82,186	73,697	82,234	73,707
0,9743	1,08959	6,40	10,45	446,99	0,019	82,186	73,687	82,206	73,559
1,0000	1,09604	6,38	10,48	449,84	0,000	82,187	73,655	82,187	

Tabela A3 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  1-propanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ 1-propanol $T = 303,15 \text{ K e } p = 0,1 \text{ MPa}$									
0,0000	0,79562	10,28	10,19	300,58	0,000	87,587	75,538		75,538
0,0273	0,80296	10,29	10,31	303,78	0,062	87,131	75,545	87,532	75,602
0,0506	0,80934	10,29	10,41	306,48	0,102	86,828	75,557	87,277	75,646
0,0755	0,81625	10,30	10,51	309,34	0,132	86,576	75,574	86,998	75,681
0,1007	0,82316	10,31	10,62	312,19	0,161	86,383	75,592	86,850	75,717
0,1495	0,83662	10,31	10,80	317,64	0,202	86,136	75,627	86,606	75,776
0,2003	0,85048	10,31	10,99	323,21	0,242	85,993	75,656	86,463	75,841
0,2529	0,86474	10,29	11,17	328,89	0,272	85,910	75,681	86,329	75,902
0,2993	0,87726	10,28	11,32	333,84	0,292	85,857	75,701	86,228	75,955
0,3497	0,89062	10,26	11,48	339,17	0,316	85,804	75,726	86,157	76,024
0,4010	0,90410	10,23	11,63	344,55	0,337	85,746	75,762	86,094	76,100
0,4509	0,91720	10,19	11,76	349,76	0,344	85,681	75,809	86,017	76,165
0,5002	0,93006	10,15	11,89	354,88	0,344	85,614	75,870	85,942	76,227
0,5498	0,94289	10,11	12,00	360,02	0,341	85,547	75,945	85,874	76,296
0,5996	0,95569	10,05	12,11	365,17	0,332	85,485	76,029	85,808	76,368
0,6499	0,96854	10,00	12,22	370,37	0,316	85,430	76,119	85,740	76,441
0,7006	0,98146	9,94	12,31	375,62	0,292	85,386	76,211	85,670	76,513
0,7471	0,99316	9,87	12,39	380,41	0,269	85,354	76,295	85,614	76,604
0,7989	1,00620	9,80	12,48	385,77	0,234	85,326	76,392	85,547	76,703
0,8491	1,01881	9,73	12,55	390,96	0,189	85,302	76,501	85,477	76,791
0,8993	1,03143	9,65	12,61	396,14	0,133	85,281	76,650	85,402	76,857
0,9249	1,03782	9,61	12,64	398,78	0,103	85,271	76,753	85,365	76,912
0,9489	1,04376	9,57	12,67	401,26	0,077	85,263	76,876	85,335	77,046
0,9743	1,05011	9,53	12,70	403,88	0,043	85,257	77,041	85,298	77,197
1,0000	1,05661	9,48	12,72	406,53	0,000	85,254	77,257	85,254	

Tabela A3 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  1-propanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ 1-propanol									
$T = 303,15 \text{ K e } p = 5 \text{ MPa}$									
0,0000	0,79957	9,68	9,85	303,75	0,000	87,097	75,166		75,166
0,0273	0,80696	9,69	9,97	307,01	0,060	86,675	75,171	87,051	75,227
0,0506	0,81338	9,69	10,06	309,76	0,097	86,392	75,183	86,785	75,268
0,0755	0,82030	9,70	10,16	312,67	0,129	86,155	75,199	86,568	75,305
0,1007	0,82726	9,70	10,26	315,57	0,155	85,971	75,216	86,406	75,338
0,1495	0,84077	9,71	10,44	321,10	0,196	85,731	75,250	86,177	75,396
0,2003	0,85468	9,71	10,62	326,76	0,236	85,587	75,280	86,042	75,461
0,2529	0,86900	9,70	10,80	332,51	0,266	85,500	75,305	85,914	75,521
0,2993	0,88157	9,68	10,94	337,54	0,285	85,446	75,326	85,815	75,572
0,3497	0,89499	9,66	11,09	342,93	0,308	85,392	75,351	85,746	75,640
0,4010	0,90857	9,64	11,24	348,37	0,324	85,335	75,386	85,673	75,707
0,4509	0,92172	9,61	11,37	353,63	0,331	85,274	75,432	85,599	75,769
0,5002	0,93459	9,58	11,49	358,81	0,335	85,210	75,489	85,533	75,836
0,5498	0,94747	9,54	11,61	364,00	0,331	85,147	75,560	85,466	75,901
0,5996	0,96032	9,49	11,72	369,20	0,322	85,087	75,640	85,400	75,969
0,6499	0,97322	9,44	11,82	374,45	0,305	85,034	75,728	85,333	76,037
0,7006	0,98615	9,39	11,91	379,74	0,284	84,990	75,820	85,269	76,115
0,7471	0,99790	9,33	11,99	384,58	0,261	84,958	75,904	85,213	76,196
0,7989	1,01099	9,27	12,08	389,98	0,225	84,929	76,002	85,145	76,284
0,8491	1,02365	9,20	12,15	395,21	0,179	84,907	76,108	85,075	76,352
0,8993	1,03628	9,14	12,22	400,43	0,126	84,887	76,244	85,004	76,419
0,9249	1,04267	9,10	12,25	403,09	0,098	84,878	76,336	84,970	76,473
0,9489	1,04862	9,07	12,28	405,58	0,074	84,871	76,441	84,941	76,607
0,9743	1,05497	9,03	12,31	408,22	0,041	84,866	76,581	84,906	76,757
1,0000	1,06147	8,99	12,33	410,89	0,000	84,864	76,760	84,864	

Tabela A3 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  1-propanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ 1-propanol $T = 303,15 \text{ K}$ e $p = 10 \text{ MPa}$									
0,0000	0,80313	9,13	9,55	306,88	0,000	86,593	74,832		74,832
0,0273	0,81058	9,14	9,66	310,20	0,057	86,218	74,837	86,593	74,891
0,0506	0,81706	9,15	9,75	313,01	0,092	85,965	74,847	86,316	74,929
0,0755	0,82402	9,15	9,84	315,97	0,121	85,750	74,861	86,100	74,963
0,1007	0,83100	9,16	9,94	318,91	0,149	85,583	74,878	85,983	74,998
0,1495	0,84456	9,16	10,11	324,53	0,189	85,359	74,909	85,769	75,055
0,2003	0,85853	9,16	10,29	330,27	0,229	85,221	74,938	85,643	75,118
0,2529	0,87291	9,16	10,45	336,11	0,258	85,132	74,964	85,520	75,177
0,2993	0,88549	9,15	10,60	341,20	0,280	85,074	74,986	85,437	75,232
0,3497	0,89901	9,13	10,74	346,65	0,299	85,018	75,013	85,356	75,292
0,4010	0,91265	9,11	10,88	352,16	0,314	84,959	75,048	85,285	75,356
0,4509	0,92581	9,08	11,01	357,48	0,325	84,898	75,093	85,221	75,423
0,5002	0,93874	9,05	11,13	362,71	0,327	84,836	75,150	85,156	75,487
0,5498	0,95168	9,02	11,24	367,96	0,323	84,774	75,218	85,088	75,549
0,5996	0,96459	8,98	11,35	373,21	0,312	84,716	75,297	85,022	75,611
0,6499	0,97756	8,94	11,45	378,50	0,295	84,665	75,382	84,955	75,674
0,7006	0,99049	8,89	11,55	383,84	0,277	84,622	75,471	84,897	75,758
0,7471	1,00230	8,84	11,63	388,72	0,253	84,590	75,555	84,840	75,831
0,7989	1,01545	8,79	11,71	394,16	0,216	84,562	75,650	84,772	75,906
0,8491	1,02812	8,73	11,79	399,43	0,174	84,540	75,752	84,706	75,982
0,8993	1,04081	8,67	11,86	404,69	0,120	84,522	75,880	84,635	76,022
0,9249	1,04721	8,63	11,89	407,37	0,094	84,514	75,962	84,602	76,077
0,9489	1,05316	8,60	11,92	409,88	0,070	84,508	76,055	84,576	76,210
0,9743	1,05951	8,57	11,95	412,54	0,039	84,503	76,176	84,542	76,359
1,0000	1,06602	8,54	11,97	415,22	0,000	84,501	76,330	84,501	

Tabela A3 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  1-propanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ 1-propanol $T = 303,15 \text{ K}$ e $p = 15 \text{ MPa}$									
0,0000	0,80669	8,65	9,27	309,92	0,000	86,181	74,502		74,502
0,0273	0,81419	8,66	9,38	313,31	0,055	85,811	74,507	86,156	74,558
0,0506	0,82071	8,67	9,47	316,16	0,087	85,562	74,517	85,869	74,593
0,0755	0,82768	8,67	9,56	319,17	0,118	85,352	74,531	85,712	74,630
0,1007	0,83470	8,68	9,65	322,16	0,144	85,188	74,546	85,582	74,662
0,1495	0,84832	8,68	9,82	327,86	0,184	84,972	74,577	85,382	74,718
0,2003	0,86239	8,68	9,99	333,68	0,219	84,840	74,604	85,242	74,776
0,2529	0,87681	8,68	10,15	339,60	0,248	84,757	74,628	85,130	74,834
0,2993	0,88945	8,67	10,29	344,75	0,270	84,703	74,649	85,051	74,887
0,3497	0,90302	8,65	10,43	350,27	0,289	84,650	74,674	84,974	74,946
0,4010	0,91671	8,64	10,56	355,84	0,304	84,594	74,708	84,906	75,009
0,4509	0,92992	8,61	10,69	361,22	0,314	84,535	74,752	84,844	75,073
0,5002	0,94290	8,59	10,81	366,50	0,316	84,475	74,807	84,780	75,134
0,5498	0,95589	8,56	10,92	371,80	0,311	84,414	74,874	84,714	75,192
0,5996	0,96880	8,52	11,02	377,10	0,304	84,358	74,951	84,656	75,261
0,6499	0,98182	8,49	11,12	382,44	0,286	84,307	75,034	84,589	75,319
0,7006	0,99480	8,44	11,22	387,83	0,268	84,265	75,121	84,531	75,398
0,7471	1,00666	8,40	11,30	392,75	0,243	84,234	75,202	84,474	75,463
0,7989	1,01982	8,35	11,38	398,24	0,210	84,207	75,294	84,411	75,547
0,8491	1,03254	8,30	11,46	403,55	0,167	84,186	75,393	84,345	75,609
0,8993	1,04523	8,25	11,53	408,85	0,117	84,169	75,516	84,278	75,663
0,9249	1,05162	8,22	11,56	411,54	0,092	84,161	75,595	84,248	75,731
0,9489	1,05763	8,19	11,59	414,07	0,067	84,155	75,686	84,219	75,811
0,9743	1,06398	8,16	11,62	416,75	0,038	84,150	75,805	84,187	75,959
1,0000	1,07049	8,13	11,65	419,45	0,000	84,148	75,957	84,148	

Tabela A3 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  1-propanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ 1-propanol									
$T = 303,15 \text{ K e } p = 20 \text{ MPa}$									
0,0000	0,81014	8,22	9,02	312,88	0,000	85,718	74,184		74,184
0,0273	0,81769	8,23	9,13	316,32	0,052	85,396	74,189	85,714	74,238
0,0506	0,82427	8,23	9,21	319,22	0,081	85,175	74,198	85,417	74,270
0,0755	0,83125	8,24	9,30	322,28	0,114	84,985	74,210	85,319	74,308
0,1007	0,83832	8,24	9,39	325,31	0,137	84,834	74,225	85,174	74,337
0,1495	0,85195	8,25	9,55	331,10	0,180	84,627	74,254	85,018	74,396
0,2003	0,86608	8,25	9,71	337,00	0,214	84,492	74,282	84,879	74,452
0,2529	0,88056	8,25	9,87	342,99	0,242	84,402	74,308	84,767	74,508
0,2993	0,89325	8,24	10,01	348,21	0,262	84,344	74,331	84,687	74,559
0,3497	0,90689	8,23	10,15	353,80	0,279	84,289	74,357	84,610	74,614
0,4010	0,92064	8,21	10,28	359,42	0,293	84,234	74,390	84,543	74,674
0,4509	0,93391	8,19	10,40	364,86	0,302	84,179	74,431	84,481	74,734
0,5002	0,94690	8,17	10,52	370,20	0,307	84,124	74,481	84,425	74,798
0,5498	0,95995	8,14	10,62	375,55	0,300	84,069	74,542	84,358	74,851
0,5996	0,97292	8,11	10,73	380,90	0,292	84,016	74,613	84,299	74,914
0,6499	0,98595	8,08	10,83	386,29	0,277	83,969	74,692	84,238	74,975
0,7006	0,99894	8,04	10,92	391,72	0,261	83,927	74,778	84,185	75,057
0,7471	1,01086	8,00	11,00	396,68	0,234	83,896	74,860	84,126	75,112
0,7989	1,02403	7,96	11,09	402,21	0,204	83,868	74,956	84,067	75,200
0,8491	1,03681	7,91	11,16	407,56	0,160	83,846	75,058	84,000	75,243
0,8993	1,04951	7,86	11,23	412,90	0,112	83,829	75,176	83,936	75,297
0,9249	1,05591	7,84	11,26	415,62	0,089	83,822	75,248	83,908	75,364
0,9489	1,06192	7,81	11,29	418,17	0,064	83,817	75,326	83,880	75,444
0,9743	1,06828	7,79	11,32	420,86	0,036	83,813	75,423	83,849	75,592
1,0000	1,07479	7,76	11,35	423,58	0,000	83,812	75,541	83,812	

Tabela A3 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  1-propanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ 1-propanol									
$T = 303,15 \text{ K e } p = 25 \text{ MPa}$									
0,0000	0,81348	7,83	8,80	315,75	0,000	85,283	73,880		73,880
0,0273	0,82109	7,84	8,90	319,25	0,049	84,986	73,884	85,293	73,930
0,0506	0,82772	7,84	8,98	322,19	0,076	84,782	73,892	84,985	73,960
0,0755	0,83474	7,85	9,07	325,30	0,106	84,607	73,904	84,887	73,994
0,1007	0,84182	7,85	9,15	328,38	0,131	84,467	73,917	84,787	74,025
0,1495	0,85550	7,86	9,31	334,25	0,173	84,275	73,944	84,644	74,083
0,2003	0,86969	7,86	9,47	340,23	0,206	84,149	73,970	84,514	74,137
0,2529	0,88423	7,86	9,62	346,30	0,233	84,065	73,995	84,408	74,192
0,2993	0,89697	7,85	9,75	351,58	0,253	84,009	74,016	84,329	74,240
0,3497	0,91067	7,84	9,89	357,23	0,269	83,955	74,042	84,254	74,293
0,4010	0,92447	7,83	10,02	362,91	0,282	83,901	74,075	84,188	74,350
0,4509	0,93775	7,81	10,14	368,41	0,294	83,847	74,115	84,137	74,414
0,5002	0,95079	7,79	10,25	373,80	0,298	83,792	74,165	84,080	74,475
0,5498	0,96385	7,77	10,36	379,20	0,294	83,736	74,226	84,020	74,533
0,5996	0,97687	7,74	10,46	384,59	0,285	83,684	74,297	83,960	74,591
0,6499	0,98996	7,71	10,56	390,03	0,269	83,636	74,377	83,899	74,647
0,7006	1,00301	7,68	10,65	395,51	0,252	83,595	74,463	83,845	74,722
0,7471	1,01493	7,64	10,73	400,51	0,228	83,563	74,545	83,791	74,781
0,7989	1,02815	7,60	10,81	406,09	0,197	83,536	74,639	83,732	74,858
0,8491	1,04099	7,56	10,89	411,48	0,151	83,515	74,734	83,664	74,882
0,8993	1,05369	7,52	10,96	416,86	0,106	83,500	74,840	83,604	74,936
0,9249	1,06010	7,50	10,99	419,60	0,084	83,494	74,901	83,577	75,004
0,9489	1,06611	7,47	11,02	422,16	0,062	83,490	74,966	83,550	75,083
0,9743	1,07247	7,45	11,05	424,88	0,035	83,487	75,046	83,521	75,230
1,0000	1,07899	7,42	11,08	427,62	0,000	83,486	75,141	83,486	

Tabela A3 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  1-propanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ 1-propanol									
$T = 303,15 \text{ K e } p = 30 \text{ MPa}$									
0,0000	0,81664	7,48	8,60	318,54	0,000	84,855	73,594		73,594
0,0273	0,82430	7,48	8,69	322,09	0,047	84,598	73,597	84,894	73,642
0,0506	0,83093	7,49	8,77	325,09	0,075	84,419	73,605	84,663	73,673
0,0755	0,83805	7,49	8,86	328,24	0,098	84,263	73,615	84,478	73,700
0,1007	0,84513	7,50	8,94	331,36	0,125	84,137	73,627	84,421	73,733
0,1495	0,85887	7,50	9,09	337,32	0,166	83,959	73,652	84,293	73,789
0,2003	0,87310	7,51	9,25	343,38	0,197	83,838	73,678	84,170	73,841
0,2529	0,88770	7,51	9,40	349,52	0,224	83,752	73,703	84,070	73,894
0,2993	0,90044	7,50	9,52	354,86	0,246	83,694	73,725	84,007	73,945
0,3497	0,91419	7,49	9,65	360,57	0,261	83,639	73,751	83,932	73,996
0,4010	0,92804	7,48	9,78	366,32	0,273	83,585	73,783	83,866	74,050
0,4509	0,94137	7,47	9,90	371,86	0,284	83,532	73,823	83,814	74,111
0,5002	0,95447	7,45	10,01	377,31	0,287	83,480	73,871	83,757	74,168
0,5498	0,96753	7,43	10,11	382,75	0,286	83,427	73,929	83,704	74,229
0,5996	0,98061	7,40	10,21	388,20	0,275	83,377	73,997	83,643	74,282
0,6499	0,99375	7,38	10,31	393,69	0,258	83,331	74,074	83,581	74,331
0,7006	1,00680	7,35	10,40	399,21	0,244	83,290	74,158	83,533	74,410
0,7471	1,01872	7,32	10,48	404,25	0,223	83,259	74,239	83,482	74,474
0,7989	1,03200	7,28	10,56	409,88	0,190	83,232	74,332	83,422	74,540
0,8491	1,04484	7,24	10,64	415,31	0,147	83,212	74,427	83,358	74,571
0,8993	1,05760	7,20	10,71	420,73	0,101	83,197	74,528	83,297	74,600
0,9249	1,06401	7,18	10,74	423,49	0,081	83,192	74,585	83,271	74,667
0,9489	1,07002	7,16	10,78	426,07	0,059	83,188	74,643	83,246	74,747
0,9743	1,07638	7,14	10,81	428,80	0,033	83,185	74,711	83,218	74,893
1,0000	1,08290	7,12	10,84	431,56	0,000	83,184	74,789	83,184	

Tabela A3 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  1-propanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ 1-propanol									
$T = 303,15 \text{ K}$ e $p = 35 \text{ MPa}$									
0,0000	0,81975	7,15	8,41	321,26	0,000	84,428	73,315		73,315
0,0273	0,82745	7,16	8,50	324,87	0,043	84,216	73,318	84,494	73,360
0,0506	0,83414	7,17	8,58	327,90	0,068	84,066	73,324	84,252	73,387
0,0755	0,84127	7,17	8,66	331,10	0,093	83,933	73,333	84,126	73,415
0,1007	0,84840	7,18	8,74	334,27	0,116	83,823	73,344	84,054	73,445
0,1495	0,86214	7,18	8,89	340,31	0,159	83,662	73,367	83,968	73,503
0,2003	0,87643	7,19	9,04	346,44	0,189	83,546	73,391	83,846	73,552
0,2529	0,89109	7,19	9,19	352,66	0,214	83,460	73,416	83,746	73,602
0,2993	0,90384	7,18	9,31	358,06	0,238	83,400	73,439	83,696	73,655
0,3497	0,91764	7,18	9,44	363,83	0,251	83,344	73,466	83,619	73,702
0,4010	0,93151	7,16	9,56	369,63	0,265	83,290	73,498	83,562	73,758
0,4509	0,94484	7,15	9,68	375,23	0,278	83,238	73,536	83,516	73,821
0,5002	0,95800	7,14	9,79	380,73	0,278	83,187	73,583	83,457	73,872
0,5498	0,97112	7,12	9,89	386,23	0,275	83,137	73,639	83,401	73,927
0,5996	0,98420	7,10	9,99	391,72	0,266	83,088	73,705	83,345	73,981
0,6499	0,99734	7,07	10,08	397,25	0,251	83,043	73,780	83,287	74,032
0,7006	1,01045	7,04	10,17	402,82	0,235	83,002	73,864	83,236	74,100
0,7471	1,02239	7,02	10,25	407,91	0,215	82,971	73,946	83,188	74,164
0,7989	1,03567	6,98	10,34	413,58	0,184	82,944	74,040	83,131	74,230
0,8491	1,04852	6,95	10,41	419,05	0,143	82,924	74,132	83,069	74,261
0,8993	1,06128	6,91	10,48	424,51	0,098	82,911	74,224	83,010	74,291
0,9249	1,06775	6,90	10,52	427,29	0,075	82,906	74,270	82,981	74,307
0,9489	1,07376	6,88	10,55	429,89	0,054	82,903	74,313	82,957	74,363
0,9743	1,08013	6,86	10,58	432,64	0,029	82,901	74,359	82,930	74,435
1,0000	1,08660	6,84	10,61	435,42	0,000	82,901	74,406	82,901	

Tabela A3 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  1-propanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ 1-propanol $T = 303,15 \text{ K}$ e $p = 40 \text{ MPa}$									
0,0000	0,82260	6,86	8,24	323,90	0,000	83,959	73,061		73,061
0,0273	0,83037	6,87	8,33	327,56	0,040	83,811	73,063	84,097	73,102
0,0506	0,83711	6,87	8,40	330,65	0,062	83,701	73,067	83,844	73,126
0,0755	0,84430	6,88	8,48	333,89	0,084	83,598	73,074	83,718	73,151
0,1007	0,85144	6,88	8,56	337,10	0,109	83,509	73,083	83,690	73,181
0,1495	0,86525	6,89	8,71	343,22	0,150	83,368	73,103	83,616	73,237
0,2003	0,87956	6,89	8,85	349,43	0,183	83,256	73,126	83,524	73,289
0,2529	0,89428	6,89	9,00	355,71	0,206	83,166	73,152	83,426	73,336
0,2993	0,90710	6,89	9,12	361,17	0,228	83,101	73,177	83,374	73,386
0,3497	0,92092	6,88	9,24	367,00	0,244	83,040	73,206	83,309	73,436
0,4010	0,93485	6,87	9,36	372,87	0,256	82,985	73,240	83,251	73,488
0,4509	0,94826	6,86	9,48	378,52	0,267	82,934	73,278	83,204	73,547
0,5002	0,96143	6,85	9,58	384,07	0,270	82,885	73,322	83,152	73,601
0,5498	0,97461	6,83	9,68	389,62	0,266	82,838	73,374	83,095	73,651
0,5996	0,98776	6,81	9,78	395,16	0,255	82,793	73,435	83,038	73,698
0,6499	1,00093	6,79	9,87	400,74	0,242	82,750	73,506	82,984	73,752
0,7006	1,01410	6,77	9,96	406,35	0,225	82,711	73,587	82,932	73,811
0,7471	1,02605	6,74	10,04	411,48	0,207	82,680	73,668	82,889	73,878
0,7989	1,03935	6,71	10,12	417,19	0,178	82,653	73,763	82,835	73,948
0,8491	1,05222	6,68	10,20	422,71	0,140	82,633	73,855	82,776	73,986
0,8993	1,06505	6,65	10,27	428,21	0,094	82,620	73,944	82,716	73,990
0,9249	1,07152	6,63	10,30	431,01	0,071	82,616	73,985	82,689	74,007
0,9489	1,07754	6,61	10,33	433,63	0,051	82,614	74,020	82,666	74,062
0,9743	1,08397	6,60	10,37	436,40	0,024	82,612	74,052	82,636	73,987
1,0000	1,09040	6,58	10,40	439,20	0,000	82,612	74,077	82,612	

Tabela A3 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  1-propanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ 1-propanol $T = 308,15 \text{ K e } p = 0,1 \text{ MPa}$									
0,0000	0,79131	10,66	10,25	296,12	0,000	88,253	75,950		75,950
0,0273	0,79856	10,67	10,37	299,15	0,066	87,772	75,956	88,226	76,018
0,0506	0,80488	10,69	10,47	301,71	0,106	87,451	75,969	87,903	76,062
0,0755	0,81169	10,70	10,57	304,41	0,140	87,183	75,987	87,653	76,101
0,1007	0,81855	10,71	10,67	307,10	0,169	86,978	76,006	87,472	76,137
0,1495	0,83190	10,72	10,86	312,25	0,209	86,713	76,044	87,198	76,195
0,2003	0,84560	10,72	11,05	317,52	0,253	86,560	76,075	87,060	76,266
0,2529	0,85971	10,72	11,23	322,89	0,285	86,470	76,101	86,926	76,331
0,2993	0,87212	10,71	11,39	327,59	0,305	86,416	76,122	86,816	76,385
0,3497	0,88538	10,69	11,54	332,64	0,328	86,362	76,148	86,736	76,454
0,4010	0,89875	10,67	11,69	337,75	0,347	86,304	76,183	86,665	76,530
0,4509	0,91174	10,64	11,83	342,70	0,354	86,240	76,230	86,583	76,594
0,5002	0,92445	10,60	11,96	347,58	0,357	86,173	76,291	86,512	76,664
0,5498	0,93717	10,55	12,08	352,49	0,353	86,106	76,366	86,440	76,734
0,5996	0,94980	10,51	12,19	357,42	0,347	86,043	76,451	86,377	76,817
0,6499	0,96255	10,45	12,29	362,41	0,330	85,987	76,544	86,306	76,892
0,7006	0,97536	10,39	12,39	367,46	0,304	85,941	76,640	86,232	76,965
0,7471	0,98695	10,33	12,47	372,08	0,281	85,907	76,729	86,174	77,062
0,7989	0,99988	10,25	12,56	377,26	0,244	85,876	76,834	86,104	77,164
0,8491	1,01238	10,18	12,63	382,29	0,198	85,850	76,954	86,031	77,261
0,8993	1,02490	10,10	12,69	387,32	0,140	85,827	77,116	85,954	77,340
0,9249	1,03123	10,05	12,72	389,89	0,110	85,817	77,228	85,917	77,408
0,9489	1,03712	10,01	12,75	392,31	0,083	85,808	77,359	85,885	77,573
0,9743	1,04346	9,97	12,78	394,86	0,044	85,801	77,534	85,843	77,646
1,0000	1,04991	9,92	12,80	397,46	0,000	85,798	77,761	85,798	

Tabela A3 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  1-propanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ 1-propanol									
$T = 308,15 \text{ K e } p = 5 \text{ MPa}$									
0,0000	0,79540	10,01	9,88	299,12	0,000	87,774	75,560		75,560
0,0273	0,80269	10,03	10,00	302,20	0,064	87,310	75,566	87,738	75,625
0,0506	0,80905	10,04	10,09	304,80	0,102	87,000	75,578	87,405	75,667
0,0755	0,81586	10,05	10,19	307,55	0,137	86,742	75,595	87,217	75,708
0,1007	0,82277	10,06	10,29	310,28	0,164	86,544	75,614	87,023	75,742
0,1495	0,83617	10,07	10,47	315,50	0,204	86,289	75,650	86,763	75,800
0,2003	0,84997	10,07	10,65	320,84	0,243	86,142	75,681	86,612	75,864
0,2529	0,86412	10,07	10,83	326,28	0,276	86,055	75,706	86,488	75,929
0,2993	0,87653	10,06	10,98	331,03	0,299	86,002	75,726	86,397	75,987
0,3497	0,88984	10,05	11,13	336,14	0,322	85,949	75,752	86,319	76,055
0,4010	0,90330	10,03	11,27	341,30	0,337	85,891	75,787	86,238	76,123
0,4509	0,91634	10,00	11,40	346,30	0,343	85,828	75,834	86,159	76,185
0,5002	0,92910	9,97	11,53	351,23	0,346	85,761	75,894	86,089	76,252
0,5498	0,94182	9,93	11,64	356,18	0,346	85,695	75,967	86,026	76,328
0,5996	0,95450	9,89	11,75	361,15	0,339	85,634	76,051	85,963	76,407
0,6499	0,96729	9,84	11,86	366,18	0,322	85,579	76,141	85,892	76,478
0,7006	0,98015	9,79	11,95	371,27	0,295	85,535	76,233	85,819	76,546
0,7471	0,99179	9,74	12,04	375,93	0,272	85,502	76,319	85,761	76,634
0,7989	1,00472	9,67	12,12	381,15	0,238	85,473	76,420	85,695	76,745
0,8491	1,01727	9,61	12,19	386,21	0,191	85,448	76,535	85,622	76,828
0,8993	1,02978	9,54	12,26	391,29	0,137	85,426	76,692	85,549	76,921
0,9249	1,03611	9,50	12,29	393,87	0,108	85,415	76,801	85,514	77,003
0,9489	1,04205	9,46	12,32	396,30	0,079	85,407	76,930	85,481	77,112
0,9743	1,04840	9,42	12,35	398,88	0,042	85,400	77,103	85,440	77,186
1,0000	1,05484	9,38	12,38	401,49	0,000	85,397	77,327	85,397	

Tabela A3 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  1-propanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ 1-propanol $T = 308,15 \text{ K}$ e $p = 10 \text{ MPa}$									
0,0000	0,79921	9,43	9,55	302,07	0,000	87,251	75,199		75,199
0,0273	0,80656	9,45	9,66	305,21	0,061	86,831	75,204	87,254	75,262
0,0506	0,81298	9,46	9,75	307,85	0,096	86,549	75,216	86,910	75,300
0,0755	0,81984	9,47	9,85	310,64	0,130	86,312	75,231	86,723	75,339
0,1007	0,82676	9,47	9,94	313,42	0,158	86,128	75,249	86,575	75,374
0,1495	0,84021	9,49	10,12	318,71	0,198	85,888	75,283	86,331	75,432
0,2003	0,85407	9,49	10,29	324,12	0,237	85,744	75,313	86,188	75,495
0,2529	0,86828	9,49	10,46	329,63	0,269	85,655	75,339	86,070	75,559
0,2993	0,88075	9,49	10,60	334,43	0,292	85,599	75,360	85,981	75,615
0,3497	0,89411	9,47	10,75	339,59	0,314	85,544	75,387	85,905	75,682
0,4010	0,90764	9,46	10,89	344,80	0,329	85,485	75,422	85,826	75,747
0,4509	0,92073	9,43	11,02	349,85	0,334	85,423	75,468	85,747	75,807
0,5002	0,93355	9,41	11,14	354,83	0,336	85,359	75,526	85,679	75,872
0,5498	0,94633	9,38	11,25	359,82	0,335	85,295	75,597	85,616	75,943
0,5996	0,95902	9,34	11,36	364,84	0,332	85,235	75,678	85,560	76,029
0,6499	0,97188	9,30	11,46	369,91	0,314	85,182	75,766	85,489	76,096
0,7006	0,98479	9,25	11,56	375,04	0,287	85,138	75,858	85,416	76,158
0,7471	0,99649	9,20	11,64	379,74	0,262	85,105	75,944	85,358	76,237
0,7989	1,00948	9,15	11,72	385,00	0,229	85,076	76,044	85,292	76,336
0,8491	1,02204	9,09	11,80	390,10	0,185	85,052	76,156	85,224	76,425
0,8993	1,03461	9,03	11,87	395,21	0,130	85,031	76,301	85,151	76,492
0,9249	1,04095	8,99	11,90	397,82	0,103	85,022	76,398	85,118	76,573
0,9489	1,04689	8,96	11,93	400,26	0,076	85,014	76,511	85,086	76,683
0,9743	1,05324	8,93	11,96	402,86	0,040	85,009	76,659	85,047	76,756
1,0000	1,05969	8,89	11,99	405,48	0,000	85,006	76,849	85,006	

Tabela A3 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  1-propanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ 1-propanol $T = 308,15 \text{ K}$ e $p = 15 \text{ MPa}$									
0,0000	0,80279	8,92	9,26	304,93	0,000	86,782	74,864		74,864
0,0273	0,81018	8,93	9,37	308,11	0,059	86,386	74,869	86,807	74,924
0,0506	0,81665	8,94	9,45	310,80	0,092	86,120	74,880	86,454	74,960
0,0755	0,82357	8,95	9,55	313,63	0,123	85,897	74,895	86,267	74,997
0,1007	0,83048	8,96	9,64	316,45	0,154	85,723	74,911	86,165	75,035
0,1495	0,84404	8,97	9,80	321,82	0,189	85,495	74,943	85,906	75,086
0,2003	0,85795	8,98	9,97	327,30	0,228	85,357	74,972	85,779	75,149
0,2529	0,87221	8,98	10,13	332,86	0,261	85,272	74,997	85,671	75,213
0,2993	0,88473	8,97	10,27	337,72	0,284	85,217	75,018	85,586	75,269
0,3497	0,89820	8,96	10,41	342,93	0,302	85,164	75,043	85,502	75,328
0,4010	0,91177	8,95	10,55	348,20	0,317	85,107	75,078	85,428	75,392
0,4509	0,92487	8,93	10,67	353,29	0,327	85,046	75,123	85,362	75,458
0,5002	0,93774	8,91	10,79	358,31	0,329	84,983	75,180	85,295	75,521
0,5498	0,95057	8,88	10,90	363,35	0,328	84,921	75,249	85,234	75,591
0,5996	0,96336	8,85	11,01	368,41	0,320	84,862	75,329	85,172	75,664
0,6499	0,97622	8,81	11,11	373,53	0,306	84,809	75,417	85,109	75,738
0,7006	0,98919	8,77	11,20	378,69	0,279	84,765	75,508	85,037	75,797
0,7471	1,00094	8,73	11,28	383,43	0,254	84,732	75,594	84,979	75,870
0,7989	1,01398	8,68	11,37	388,73	0,221	84,703	75,693	84,914	75,961
0,8491	1,02654	8,62	11,44	393,87	0,181	84,680	75,801	84,851	76,064
0,8993	1,03916	8,57	11,51	399,02	0,126	84,661	75,937	84,778	76,118
0,9249	1,04555	8,54	11,55	401,65	0,097	84,652	76,025	84,743	76,159
0,9489	1,05150	8,51	11,58	404,11	0,072	84,645	76,127	84,714	76,268
0,9743	1,05785	8,48	11,61	406,72	0,038	84,640	76,259	84,677	76,341
1,0000	1,06430	8,45	11,64	409,37	0,000	84,638	76,428	84,638	

Tabela A3 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  1-propanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ 1-propanol $T = 308,15 \text{ K}$ e $p = 20 \text{ MPa}$									
0,0000	0,80637	8,46	9,00	307,69	0,000	86,369	74,532		74,532
0,0273	0,81381	8,47	9,10	310,93	0,057	85,985	74,537	86,363	74,590
0,0506	0,82028	8,48	9,18	313,66	0,091	85,726	74,547	86,088	74,628
0,0755	0,82725	8,49	9,27	316,53	0,120	85,508	74,562	85,873	74,661
0,1007	0,83421	8,50	9,36	319,38	0,148	85,339	74,578	85,756	74,696
0,1495	0,84782	8,51	9,52	324,82	0,183	85,116	74,609	85,512	74,747
0,2003	0,86178	8,51	9,68	330,37	0,222	84,982	74,637	85,393	74,809
0,2529	0,87610	8,52	9,84	336,00	0,254	84,901	74,661	85,291	74,872
0,2993	0,88867	8,51	9,97	340,91	0,275	84,850	74,680	85,208	74,925
0,3497	0,90219	8,51	10,11	346,17	0,293	84,801	74,704	85,125	74,982
0,4010	0,91581	8,49	10,24	351,49	0,307	84,749	74,735	85,053	75,044
0,4509	0,92897	8,48	10,36	356,63	0,316	84,692	74,778	84,988	75,108
0,5002	0,94184	8,46	10,48	361,69	0,322	84,632	74,832	84,930	75,175
0,5498	0,95472	8,43	10,58	366,78	0,320	84,571	74,900	84,868	75,242
0,5996	0,96752	8,40	10,69	371,88	0,316	84,512	74,980	84,814	75,320
0,6499	0,98043	8,37	10,79	377,03	0,301	84,458	75,069	84,750	75,390
0,7006	0,99345	8,34	10,88	382,24	0,273	84,412	75,164	84,677	75,444
0,7471	1,00520	8,30	10,96	387,02	0,251	84,378	75,253	84,623	75,524
0,7989	1,01830	8,25	11,05	392,36	0,216	84,348	75,356	84,558	75,608
0,8491	1,03091	8,21	11,12	397,54	0,176	84,325	75,464	84,494	75,697
0,8993	1,04354	8,16	11,19	402,73	0,124	84,307	75,591	84,425	75,764
0,9249	1,04998	8,13	11,23	405,37	0,093	84,299	75,670	84,387	75,766
0,9489	1,05593	8,11	11,26	407,85	0,069	84,293	75,758	84,360	75,875
0,9743	1,06228	8,08	11,29	410,48	0,036	84,289	75,870	84,325	75,948
1,0000	1,06873	8,05	11,32	413,15	0,000	84,287	76,011	84,287	

Tabela A3 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  1-propanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ 1-propanol									
$T = 308,15 \text{ K e } p = 25 \text{ MPa}$									
0,0000	0,80972	8,05	8,76	310,37	0,000	85,938	74,223		74,223
0,0273	0,81721	8,06	8,86	313,65	0,054	85,581	74,228	85,935	74,279
0,0506	0,82374	8,07	8,94	316,42	0,086	85,338	74,238	85,649	74,314
0,0755	0,83071	8,08	9,03	319,33	0,116	85,133	74,251	85,493	74,349
0,1007	0,83772	8,08	9,11	322,23	0,142	84,972	74,267	85,362	74,381
0,1495	0,85138	8,09	9,27	327,73	0,177	84,759	74,297	85,133	74,431
0,2003	0,86540	8,10	9,42	333,35	0,214	84,628	74,324	85,022	74,491
0,2529	0,87978	8,10	9,57	339,04	0,246	84,547	74,347	84,926	74,553
0,2993	0,89240	8,10	9,70	344,00	0,267	84,497	74,367	84,843	74,604
0,3497	0,90597	8,10	9,83	349,31	0,284	84,449	74,390	84,763	74,660
0,4010	0,91966	8,09	9,96	354,68	0,297	84,399	74,420	84,693	74,719
0,4509	0,93287	8,07	10,08	359,87	0,305	84,345	74,460	84,629	74,779
0,5002	0,94579	8,05	10,19	364,97	0,310	84,287	74,513	84,572	74,844
0,5498	0,95868	8,03	10,30	370,10	0,311	84,228	74,578	84,518	74,915
0,5996	0,97154	8,01	10,40	375,24	0,307	84,170	74,656	84,463	74,989
0,6499	0,98450	7,98	10,50	380,44	0,291	84,117	74,744	84,399	75,053
0,7006	0,99753	7,95	10,59	385,69	0,266	84,071	74,840	84,332	75,113
0,7471	1,00934	7,91	10,67	390,50	0,243	84,037	74,930	84,277	75,185
0,7989	1,02249	7,87	10,75	395,88	0,208	84,007	75,033	84,212	75,257
0,8491	1,03516	7,83	10,83	401,10	0,166	83,984	75,137	84,148	75,326
0,8993	1,04779	7,79	10,90	406,33	0,118	83,968	75,252	84,083	75,394
0,9249	1,05424	7,76	10,94	408,99	0,088	83,961	75,319	84,047	75,396
0,9489	1,06019	7,74	10,97	411,49	0,066	83,957	75,391	84,021	75,504
0,9743	1,06654	7,72	11,00	414,14	0,035	83,953	75,480	83,988	75,577
1,0000	1,07300	7,69	11,03	416,82	0,000	83,952	75,588	83,952	

Tabela A3 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  1-propanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ 1-propanol $T = 308,15 \text{ K}$ e $p = 30 \text{ MPa}$									
0,0000	0,81303	7,68	8,54	312,96	0,000	85,502	73,921		73,921
0,0273	0,82058	7,69	8,64	316,29	0,051	85,179	73,925	85,511	73,974
0,0506	0,82715	7,70	8,72	319,10	0,080	84,959	73,934	85,215	74,006
0,0755	0,83412	7,70	8,80	322,05	0,112	84,771	73,947	85,117	74,043
0,1007	0,84119	7,71	8,88	324,98	0,135	84,622	73,961	84,973	74,071
0,1495	0,85486	7,72	9,03	330,56	0,173	84,421	73,989	84,787	74,124
0,2003	0,86898	7,73	9,18	336,23	0,205	84,294	74,016	84,655	74,177
0,2529	0,88342	7,73	9,33	341,99	0,236	84,213	74,040	84,564	74,237
0,2993	0,89605	7,73	9,46	347,00	0,259	84,162	74,059	84,497	74,291
0,3497	0,90968	7,72	9,58	352,36	0,275	84,113	74,082	84,417	74,343
0,4010	0,92342	7,72	9,71	357,77	0,287	84,064	74,112	84,347	74,400
0,4509	0,93664	7,70	9,82	363,01	0,298	84,012	74,151	84,292	74,463
0,5002	0,94962	7,69	9,93	368,16	0,301	83,957	74,200	84,234	74,523
0,5498	0,96257	7,67	10,04	373,33	0,301	83,901	74,263	84,179	74,589
0,5996	0,97548	7,65	10,14	378,51	0,294	83,846	74,337	84,123	74,657
0,6499	0,98845	7,62	10,23	383,75	0,281	83,794	74,423	84,065	74,724
0,7006	1,00149	7,59	10,32	389,04	0,260	83,749	74,517	84,003	74,788
0,7471	1,01335	7,56	10,40	393,89	0,235	83,715	74,607	83,946	74,849
0,7989	1,02651	7,53	10,49	399,31	0,202	83,684	74,711	83,885	74,925
0,8491	1,03919	7,49	10,56	404,57	0,163	83,662	74,814	83,824	75,002
0,8993	1,05188	7,45	10,63	409,83	0,113	83,646	74,924	83,758	75,044
0,9249	1,05833	7,43	10,67	412,52	0,085	83,640	74,985	83,724	75,046
0,9489	1,06428	7,41	10,70	415,04	0,063	83,636	75,048	83,699	75,154
0,9743	1,07069	7,39	10,73	417,70	0,030	83,633	75,123	83,663	75,076
1,0000	1,07710	7,36	10,76	420,41	0,000	83,632	75,211	83,632	

Tabela A3 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  1-propanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\bar{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ 1-propanol $T = 308,15 \text{ K}$ e $p = 35 \text{ MPa}$									
0,0000	0,81612	7,34	8,35	315,47	0,000	85,064	73,641		73,641
0,0273	0,82372	7,35	8,44	318,86	0,048	84,789	73,644	85,126	73,691
0,0506	0,83034	7,36	8,52	321,70	0,075	84,600	73,652	84,820	73,719
0,0755	0,83736	7,36	8,60	324,69	0,104	84,437	73,663	84,722	73,753
0,1007	0,84443	7,37	8,67	327,66	0,128	84,306	73,676	84,621	73,783
0,1495	0,85814	7,38	8,82	333,30	0,165	84,124	73,701	84,449	73,834
0,2003	0,87231	7,39	8,97	339,04	0,196	84,005	73,726	84,326	73,886
0,2529	0,88679	7,39	9,11	344,85	0,226	83,925	73,749	84,240	73,943
0,2993	0,89942	7,39	9,23	349,91	0,252	83,872	73,770	84,189	74,000
0,3497	0,91310	7,39	9,36	355,32	0,266	83,821	73,794	84,108	74,050
0,4010	0,92684	7,38	9,48	360,78	0,281	83,770	73,825	84,048	74,110
0,4509	0,94010	7,37	9,59	366,06	0,291	83,718	73,864	83,992	74,170
0,5002	0,95313	7,36	9,70	371,25	0,293	83,663	73,913	83,932	74,226
0,5498	0,96612	7,34	9,80	376,46	0,291	83,608	73,974	83,876	74,287
0,5996	0,97903	7,32	9,90	381,69	0,287	83,554	74,048	83,826	74,358
0,6499	0,99205	7,30	9,99	386,96	0,272	83,503	74,132	83,766	74,419
0,7006	1,00508	7,27	10,08	392,30	0,253	83,458	74,225	83,709	74,487
0,7471	1,01699	7,24	10,16	397,18	0,227	83,424	74,314	83,651	74,537
0,7989	1,03015	7,21	10,24	402,65	0,196	83,394	74,416	83,593	74,618
0,8491	1,04288	7,18	10,32	407,94	0,156	83,373	74,515	83,531	74,675
0,8993	1,05557	7,14	10,39	413,25	0,108	83,359	74,615	83,468	74,717
0,9249	1,06201	7,12	10,42	415,95	0,081	83,354	74,668	83,435	74,721
0,9489	1,06802	7,10	10,46	418,49	0,057	83,350	74,719	83,407	74,753
0,9743	1,07437	7,08	10,49	421,18	0,029	83,348	74,776	83,377	74,751
1,0000	1,08078	7,06	10,52	423,90	0,000	83,347	74,839	83,347	

Tabela A3 (Continuação) – Valores de densidade, compressibilidade isotérmica, coeficiente de expansão térmica, pressão interna, volume molar excesso, volumes parciais molares e volumes molares aparentes, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  1-propanol} a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$10^4 \kappa / \text{MPa}^{-1}$	$10^4 \alpha / \text{K}^{-1}$	$\pi / \text{MPa}$	$V_m^E / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_1 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\overline{V}_2 / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 1} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$V_{\phi 2} / \text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
$x_1$ dimetil carbonato + $(1 - x_1)$ 1-propanol $T = 308,15 \text{ K}$ e $p = 40 \text{ MPa}$									
0,0000	0,81906	7,03	8,17	317,91	0,000	84,706	73,377		73,377
0,0273	0,82671	7,04	8,26	321,34	0,046	84,449	73,380	84,740	73,423
0,0506	0,83334	7,05	8,33	324,22	0,073	84,271	73,387	84,509	73,453
0,0755	0,84041	7,05	8,41	327,25	0,099	84,117	73,397	84,383	73,484
0,1007	0,84753	7,06	8,48	330,25	0,121	83,994	73,409	84,268	73,511
0,1495	0,86125	7,07	8,63	335,96	0,160	83,822	73,433	84,138	73,564
0,2003	0,87547	7,08	8,77	341,76	0,189	83,708	73,457	84,015	73,613
0,2529	0,89000	7,08	8,91	347,63	0,217	83,632	73,480	83,931	73,668
0,2993	0,90269	7,08	9,03	352,74	0,242	83,581	73,499	83,878	73,721
0,3497	0,91637	7,08	9,15	358,20	0,258	83,533	73,522	83,810	73,774
0,4010	0,93017	7,07	9,27	363,70	0,272	83,484	73,552	83,748	73,830
0,4509	0,94348	7,06	9,38	369,03	0,280	83,433	73,589	83,691	73,886
0,5002	0,95652	7,05	9,48	374,26	0,284	83,380	73,637	83,637	73,944
0,5498	0,96952	7,04	9,58	379,51	0,284	83,326	73,697	83,587	74,008
0,5996	0,98249	7,02	9,68	384,77	0,279	83,272	73,770	83,535	74,072
0,6499	0,99551	7,00	9,77	390,09	0,266	83,222	73,854	83,480	74,136
0,7006	1,00860	6,98	9,86	395,47	0,245	83,177	73,947	83,420	74,195
0,7471	1,02052	6,95	9,94	400,39	0,220	83,143	74,037	83,365	74,248
0,7989	1,03373	6,92	10,02	405,90	0,188	83,113	74,138	83,306	74,314
0,8491	1,04646	6,89	10,09	411,23	0,150	83,093	74,233	83,247	74,371
0,8993	1,05915	6,86	10,16	416,57	0,104	83,080	74,324	83,187	74,414
0,9249	1,06561	6,84	10,20	419,30	0,078	83,075	74,368	83,155	74,417
0,9489	1,07161	6,83	10,23	421,85	0,055	83,073	74,409	83,128	74,449
0,9743	1,07802	6,81	10,26	424,56	0,024	83,071	74,451	83,095	74,300
1,0000	1,08438	6,79	10,29	427,30	0,000	83,070	74,494	83,070	

Fonte: Autor.

**APÊNDICE B – Sistema-teste: Dimetil carbonato + *n*-hexano**

Tabela B1 – Densidade e volume molar excesso, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1 \text{ dimetil carbonato} + (1 - x_1) n\text{-hexano}\}$  a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$	$V_m^E / \text{cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$	$\rho / \text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$	$V_m^E / \text{cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$	$\rho / \text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$	$V_m^E / \text{cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$
$x_1 \text{ dimetil carbonato} + (1 - x_1) n\text{-hexano}$						
$T = 293,15 \text{ K}$		$T = 293,15 \text{ K}$		$T = 293,15 \text{ K}$		
$p = 0,1 \text{ MPa}$		$p = 5 \text{ MPa}$		$p = 10 \text{ MPa}$		
0,0000	0,65960	0,000	0,66450	0,000	0,66920	0,000
0,0252	0,66553	0,154	0,67048	0,145	0,67523	0,136
0,0498	0,67146	0,296	0,67642	0,288	0,68122	0,270
0,0954	0,68329	0,447	0,68830	0,432	0,69310	0,417
0,1499	0,69789	0,636	0,70299	0,606	0,70785	0,583
0,2514	0,72733	0,864	0,73249	0,831	0,73745	0,796
0,4003	0,77667	0,917	0,78190	0,883	0,78687	0,854
0,4507	0,79518	0,876	0,80041	0,844	0,80539	0,816
0,5646	0,84074	0,710	0,84598	0,680	0,85092	0,658
0,7002	0,90228	0,424	0,90744	0,403	0,91230	0,388
0,8002	0,95271	0,265	0,95784	0,241	0,96262	0,229
0,9001	1,00865	0,094	1,01354	0,083	1,01819	0,072
0,9501	1,03867	0,038	1,04342	0,032	1,04798	0,021
1,0000	1,07006	0,000	1,07462	0,000	1,07893	0,000
$T = 293,15 \text{ K}$		$T = 293,15 \text{ K}$		$T = 293,15 \text{ K}$		
$p = 15 \text{ MPa}$		$p = 20 \text{ MPa}$		$p = 25 \text{ MPa}$		
0,0000	0,67360	0,000	0,67770	0,000	0,68160	0,000
0,0252	0,67968	0,128	0,68379	0,128	0,68778	0,121
0,0498	0,68572	0,253	0,68987	0,245	0,69397	0,231
0,0954	0,69765	0,393	0,70182	0,386	0,70606	0,368
0,1499	0,71236	0,570	0,71658	0,556	0,72097	0,539
0,2514	0,74211	0,762	0,74641	0,744	0,75115	0,722
0,4003	0,79155	0,825	0,79594	0,803	0,80127	0,777
0,4507	0,81003	0,795	0,81438	0,780	0,81991	0,756
0,5646	0,85553	0,643	0,85992	0,628	0,86590	0,617
0,7002	0,91683	0,379	0,92122	0,367	0,92796	0,358
0,8002	0,96711	0,217	0,97149	0,205	0,97889	0,197
0,9001	1,02255	0,063	1,02682	0,056	1,03499	0,048
0,9501	1,05215	0,022	1,05629	0,021	1,06487	0,014
1,0000	1,08301	0,000	1,08708	0,000	1,09602	0,000

Tabela B1 (Continuação) – Densidade e volume molar excesso, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1 \text{ dimetil carbonato} + (1 - x_1) n\text{-hexano}\}$  a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$	$V_m^E / \text{cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$	$\rho / \text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$	$V_m^E / \text{cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$	$\rho / \text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$	$V_m^E / \text{cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$
$x_1 \text{ dimetil carbonato} + (1 - x_1) n\text{-hexano}$						
$T = 293,15 \text{ K}$		$T = 293,15 \text{ K}$		$T = 303,15 \text{ K}$		
$p = 30 \text{ MPa}$		$p = 35 \text{ MPa}$		$p = 0,1 \text{ MPa}$		
0,0000	0,68530	0,000	0,68880	0,000	0,65050	0,000
0,0252	0,69144	0,121	0,69499	0,113	0,65631	0,166
0,0498	0,69758	0,230	0,70118	0,215	0,66218	0,310
0,0954	0,70963	0,359	0,71324	0,346	0,67382	0,472
0,1499	0,72446	0,526	0,72808	0,514	0,68822	0,667
0,2514	0,75445	0,700	0,75819	0,677	0,71731	0,899
0,4003	0,80417	0,753	0,80798	0,729	0,76610	0,951
0,4507	0,82263	0,734	0,82650	0,705	0,78445	0,903
0,5646	0,86810	0,601	0,87196	0,581	0,82945	0,739
0,7002	0,92940	0,347	0,93329	0,328	0,89033	0,448
0,8002	0,97967	0,184	0,98344	0,178	0,94029	0,281
0,9001	1,03484	0,042	1,03855	0,039	0,99562	0,110
0,9501	1,06419	0,012	1,06781	0,013	1,02544	0,046
1,0000	1,09475	0,000	1,09834	0,000	1,05661	0,000
$T = 303,15 \text{ K}$		$T = 303,15 \text{ K}$		$T = 303,15 \text{ K}$		
$p = 5 \text{ MPa}$		$p = 10 \text{ MPa}$		$p = 15 \text{ MPa}$		
0,0000	0,65580	0,000	0,66080	0,000	0,66560	0,000
0,0252	0,66166	0,157	0,66672	0,147	0,67157	0,138
0,0498	0,66753	0,301	0,67259	0,290	0,67749	0,273
0,0954	0,67923	0,456	0,68430	0,446	0,68920	0,431
0,1499	0,69363	0,652	0,69876	0,634	0,70371	0,613
0,2514	0,72279	0,879	0,72794	0,860	0,73295	0,835
0,4003	0,77164	0,927	0,77684	0,908	0,78190	0,882
0,4507	0,78999	0,880	0,79520	0,860	0,80022	0,842
0,5646	0,83501	0,716	0,84022	0,698	0,84524	0,681
0,7002	0,89582	0,430	0,90098	0,414	0,90596	0,400
0,8002	0,94565	0,268	0,95070	0,255	0,95565	0,239
0,9001	1,00086	0,097	1,00570	0,092	1,01047	0,082
0,9501	1,03048	0,041	1,03526	0,032	1,03992	0,025
1,0000	1,06147	0,000	1,06602	0,000	1,07049	0,000

Tabela B1 (Continuação) – Densidade e volume molar excesso, em função da fração molar de dimetil carbonato, para o sistema  $\{x_1 \text{ dimetil carbonato} + (1 - x_1) n\text{-hexano}\}$  a diferentes temperatura e pressão.

$x_1$	$\rho / \text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$	$V_m^E / \text{cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$	$\rho / \text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$	$V_m^E / \text{cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$
$x_1 \text{ dimetil carbonato} + (1 - x_1) n\text{-hexano}$				
$T = 303,15 \text{ K}$		$T = 303,15 \text{ K}$		
$p = 20 \text{ MPa}$		$p = 25 \text{ MPa}$		
0,0000	0,67000	0,000	0,67410	0,000
0,0252	0,67597	0,138	0,68012	0,130
0,0498	0,68195	0,264	0,68615	0,248
0,0954	0,69366	0,423	0,69787	0,410
0,1499	0,70824	0,597	0,71251	0,578
0,2514	0,73755	0,814	0,74183	0,800
0,4003	0,78650	0,871	0,79090	0,850
0,4507	0,80484	0,831	0,80920	0,819
0,5646	0,84990	0,669	0,85433	0,654
0,7002	0,91067	0,384	0,91513	0,370
0,8002	0,96030	0,226	0,96479	0,211
0,9001	1,01492	0,081	1,01938	0,066
0,9501	1,04425	0,030	1,04853	0,027
1,0000	1,07479	0,000	1,07899	0,000
$T = 303,15 \text{ K}$		$T = 303,15 \text{ K}$		
$p = 30 \text{ MPa}$		$p = 35 \text{ MPa}$		
0,0000	0,67800	0,000	0,68170	0,000
0,0252	0,68407	0,122	0,68783	0,114
0,0498	0,69005	0,250	0,69386	0,233
0,0954	0,70188	0,396	0,70569	0,382
0,1499	0,71656	0,559	0,72038	0,546
0,2514	0,74589	0,787	0,74978	0,768
0,4003	0,79502	0,836	0,79899	0,815
0,4507	0,81338	0,800	0,81731	0,787
0,5646	0,85847	0,645	0,86248	0,627
0,7002	0,91935	0,357	0,92339	0,338
0,8002	0,96896	0,200	0,97289	0,192
0,9001	1,02348	0,059	1,02744	0,045
0,9501	1,05253	0,024	1,05637	0,018
1,0000	1,08290	0,000	1,08660	0,000

Fonte: Autor.

**APÊNDICE C – Matrizes de covariâncias para os parâmetros da equação de Tait**

Para o cálculo das matrizes de covariâncias referentes aos parâmetros da equação de Tait, foram adotados os procedimentos descritos em Hill e Tiedeman (2007) e Box, Hunter e Hunter (2005). Para isto, as matrizes de covariância,  $MC$ , foram determinadas conforme a equação abaixo:

$$MC = s^2 (X^T X)^{-1} \quad (\text{C.1})$$

Nesta equação,  $s^2$  representa a variância decorrente do ajuste dos dados experimentais pela equação de Tait, e foi calculada como:

$$s^2 = \sigma^2 \quad (\text{C.2})$$

onde  $\sigma$  é o desvio-padrão resultante do ajuste dos dados experimentais pela equação de Tait, conforme apresentado anteriormente na Tabela 5.

Já  $X$  é uma matriz de dimensão 1125 x 16, que contém as derivadas parciais da densidade em relação a cada um dos 16 parâmetros, para cada uma das 1125 condições diferentes de composição, temperatura e pressão. Portanto, as colunas estão relacionadas com as derivadas parciais, que foram calculadas pelas equações abaixo:

$$\frac{\partial \rho}{\partial D_{10}} = \frac{x_1}{1 - C \ln \left( \frac{B + p}{B + p_0} \right)} \quad (\text{C.3})$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial D_{11}} = \frac{x_1 T}{1 - C \ln \left( \frac{B + p}{B + p_0} \right)} \quad (\text{C.4})$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial D_{20}} = \frac{1 - x_1}{1 - C \ln \left( \frac{B + p}{B + p_0} \right)} \quad (\text{C.5})$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial D_{21}} = \frac{(1-x_1)T}{1-C \ln\left(\frac{B+p}{B+p_0}\right)} \quad (\text{C.6})$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial D_3} = \frac{x_1(1-x_1)}{1-C \ln\left(\frac{B+p}{B+p_0}\right)} \quad (\text{C.7})$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial D_4} = \frac{x_1(1-x_1)T}{1-C \ln\left(\frac{B+p}{B+p_0}\right)} \quad (\text{C.8})$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial D_5} = \frac{x_1^2(1-x_1)T}{1-C \ln\left(\frac{B+p}{B+p_0}\right)} \quad (\text{C.9})$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial B_{10}} = \frac{\rho_0 C (p_0 - p) x_1}{\left[1 - C \ln\left(\frac{B+p}{B+p_0}\right)\right]^2 (B+p)(B+p_0)} \quad (\text{C.10})$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial B_{11}} = \frac{\rho_0 C (p_0 - p) x_1 T}{\left[1 - C \ln\left(\frac{B+p}{B+p_0}\right)\right]^2 (B+p)(B+p_0)} \quad (\text{C.11})$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial B_{20}} = \frac{\rho_0 C (p_0 - p) (1-x_1)}{\left[1 - C \ln\left(\frac{B+p}{B+p_0}\right)\right]^2 (B+p)(B+p_0)} \quad (\text{C.12})$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial B_{21}} = \frac{\rho_0 C (p_0 - p) (1-x_1) T}{\left[1 - C \ln\left(\frac{B+p}{B+p_0}\right)\right]^2 (B+p)(B+p_0)} \quad (\text{C.13})$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial B_3} = \frac{\rho_0 C (p_0 - p) x_1 (1 - x_1)}{\left[ 1 - C \ln \left( \frac{B + p}{B + p_0} \right) \right]^2 (B + p)(B + p_0)} \quad (\text{C.14})$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial B_4} = \frac{\rho_0 C (p_0 - p) x_1 (1 - x_1) T}{\left[ 1 - C \ln \left( \frac{B + p}{B + p_0} \right) \right]^2 (B + p)(B + p_0)} \quad (\text{C.15})$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial B_5} = \frac{\rho_0 C (p_0 - p) x_1^2 (1 - x_1)}{\left[ 1 - C \ln \left( \frac{B + p}{B + p_0} \right) \right]^2 (B + p)(B + p_0)} \quad (\text{C.16})$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial C_1} = \frac{\rho_0 x_1 \ln \left( \frac{B + p}{B + p_0} \right)}{\left[ 1 - C \ln \left( \frac{B + p}{B + p_0} \right) \right]^2} \quad (\text{C.17})$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial C_2} = \frac{\rho_0 (1 - x_1) \ln \left( \frac{B + p}{B + p_0} \right)}{\left[ 1 - C \ln \left( \frac{B + p}{B + p_0} \right) \right]^2} \quad (\text{C.18})$$

Com isso, as matrizes de covariância foram determinadas, podendo ser verificadas nas Tabelas C1-C3.

Tabela C1 – Matriz de covariâncias para os parâmetros da equação de Tait para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  metanol $\}$ .

	$D_{10}$	$D_{11}$	$D_{20}$	$D_{21}$	$D_3$	$D_4$	$D_5$	$B_{10}$	$B_{11}$	$B_{20}$	$B_{21}$	$B_3$	$B_4$	$B_5$	$C_1$	$C_2$
$D_{10}$	$1,63 \cdot 10^{-4}$	$4,86 \cdot 10^{-2}$	$6,35 \cdot 10^{-5}$	$1,89 \cdot 10^{-2}$	$3,16 \cdot 10^{-5}$	$9,41 \cdot 10^{-3}$	$5,74 \cdot 10^{-8}$	$-2,96 \cdot 10^{-6}$	$-8,85 \cdot 10^{-8}$	$-1,21 \cdot 10^{-8}$	$-3,63 \cdot 10^{-6}$	$-5,89 \cdot 10^{-9}$	$-1,76 \cdot 10^{-6}$	$-1,06 \cdot 10^{-6}$	$3,59 \cdot 10^{-5}$	$1,37 \cdot 10^{-5}$
$D_{11}$	$4,86 \cdot 10^{-2}$	$14,5 \cdot 10^{-2}$	$1,89 \cdot 10^{-2}$	$5,65 \cdot 10^{-3}$	$9,41 \cdot 10^{-3}$	$2,81$	$1,71$	$-8,85 \cdot 10^{-6}$	$-2,64 \cdot 10^{-3}$	$-3,63 \cdot 10^{-6}$	$-1,08 \cdot 10^{-3}$	$-1,76 \cdot 10^{-6}$	$-5,26 \cdot 10^{-4}$	$-3,17 \cdot 10^{-4}$	$1,07 \cdot 10^{-2}$	$4,09 \cdot 10^{-3}$
$D_{20}$	$6,35 \cdot 10^{-5}$	$1,89 \cdot 10^{-2}$	$1,64 \cdot 10^{-4}$	$4,88 \cdot 10^{-2}$	$3,20 \cdot 10^{-5}$	$9,53 \cdot 10^{-3}$	$3,67 \cdot 10^{-8}$	$-1,21 \cdot 10^{-6}$	$-3,63 \cdot 10^{-8}$	$-3,37 \cdot 10^{-6}$	$-1,01 \cdot 10^{-8}$	$-6,25 \cdot 10^{-5}$	$-1,87 \cdot 10^{-9}$	$-7,00 \cdot 10^{-6}$	$1,37 \cdot 10^{-5}$	$3,44 \cdot 10^{-5}$
$D_{21}$	$1,89 \cdot 10^{-2}$	$5,65 \cdot 10^{-2}$	$4,88 \cdot 10^{-2}$	$14,5 \cdot 10^{-3}$	$9,53 \cdot 10^{-3}$	$2,84$	$1,09$	$-3,63 \cdot 10^{-6}$	$-1,08 \cdot 10^{-3}$	$-1,01 \cdot 10^{-5}$	$-3,01 \cdot 10^{-3}$	$-1,87 \cdot 10^{-6}$	$-5,58 \cdot 10^{-4}$	$-2,09 \cdot 10^{-4}$	$4,09 \cdot 10^{-3}$	$1,03 \cdot 10^{-2}$
$D_3$	$3,16 \cdot 10^{-5}$	$9,41 \cdot 10^{-3}$	$3,20 \cdot 10^{-5}$	$9,53 \cdot 10^{-3}$	$1,23 \cdot 10^{-5}$	$3,67 \cdot 10^{-3}$	$1,83 \cdot 10^{-9}$	$-5,89 \cdot 10^{-9}$	$-1,76 \cdot 10^{-6}$	$-6,25 \cdot 10^{-9}$	$-1,87 \cdot 10^{-6}$	$-2,34 \cdot 10^{-9}$	$-7,00 \cdot 10^{-7}$	$-3,44 \cdot 10^{-7}$	$6,86 \cdot 10^{-6}$	$6,84 \cdot 10^{-6}$
$D_4$	$9,41 \cdot 10^{-3}$	$2,81 \cdot 10^{-3}$	$9,53 \cdot 10^{-3}$	$2,84 \cdot 10^{-3}$	$3,67 \cdot 10^{-3}$	$1,09$	$5,46 \cdot 10^{-1}$	$-1,76 \cdot 10^{-6}$	$-5,26 \cdot 10^{-4}$	$-1,87 \cdot 10^{-6}$	$-5,58 \cdot 10^{-4}$	$-7,00 \cdot 10^{-6}$	$-2,09 \cdot 10^{-4}$	$-1,03 \cdot 10^{-4}$	$2,05 \cdot 10^{-3}$	$2,04 \cdot 10^{-3}$
$D_5$	$5,74 \cdot 10^{-3}$	$1,71 \cdot 10^{-3}$	$3,67 \cdot 10^{-3}$	$1,09$	$1,83 \cdot 10^{-3}$	$5,46 \cdot 10^{-1}$	$3,14 \cdot 10^{-1}$	$-1,06 \cdot 10^{-6}$	$-3,17 \cdot 10^{-4}$	$-7,00 \cdot 10^{-7}$	$-2,09 \cdot 10^{-4}$	$-3,44 \cdot 10^{-7}$	$-1,03 \cdot 10^{-4}$	$-5,85 \cdot 10^{-5}$	$1,25 \cdot 10^{-3}$	$7,93 \cdot 10^{-4}$
$B_{10}$	$-2,96 \cdot 10^{-8}$	$-8,85 \cdot 10^{-6}$	$-1,21 \cdot 10^{-8}$	$-3,63 \cdot 10^{-6}$	$-5,89 \cdot 10^{-9}$	$-1,76 \cdot 10^{-6}$	$-1,06 \cdot 10^{-6}$	$7,23 \cdot 10^{-12}$	$2,17 \cdot 10^{-9}$	$3,11 \cdot 10^{-12}$	$9,33 \cdot 10^{-10}$	$1,48 \cdot 10^{-12}$	$4,42 \cdot 10^{-10}$	$2,63 \cdot 10^{-10}$	$-8,83 \cdot 10^{-9}$	$-3,54 \cdot 10^{-9}$
$B_{11}$	$-8,85 \cdot 10^{-6}$	$-2,64 \cdot 10^{-3}$	$-3,63 \cdot 10^{-6}$	$-1,08 \cdot 10^{-3}$	$-1,76 \cdot 10^{-6}$	$-5,26 \cdot 10^{-4}$	$-3,17 \cdot 10^{-4}$	$2,17 \cdot 10^{-9}$	$6,49 \cdot 10^{-7}$	$9,33 \cdot 10^{-10}$	$2,79 \cdot 10^{-7}$	$4,42 \cdot 10^{-10}$	$1,33 \cdot 10^{-7}$	$7,89 \cdot 10^{-8}$	$-2,64 \cdot 10^{-6}$	$-1,06 \cdot 10^{-6}$
$B_{20}$	$-1,21 \cdot 10^{-8}$	$-3,63 \cdot 10^{-6}$	$-3,37 \cdot 10^{-8}$	$-1,01 \cdot 10^{-5}$	$-6,25 \cdot 10^{-9}$	$-1,87 \cdot 10^{-6}$	$-7,00 \cdot 10^{-7}$	$3,11 \cdot 10^{-12}$	$9,33 \cdot 10^{-10}$	$9,27 \cdot 10^{-12}$	$2,78 \cdot 10^{-9}$	$1,64 \cdot 10^{-12}$	$4,90 \cdot 10^{-10}$	$1,79 \cdot 10^{-10}$	$-3,54 \cdot 10^{-9}$	$-9,54 \cdot 10^{-9}$
$B_{21}$	$-3,63 \cdot 10^{-6}$	$-1,08 \cdot 10^{-3}$	$-1,01 \cdot 10^{-5}$	$-3,01 \cdot 10^{-3}$	$-1,87 \cdot 10^{-6}$	$-5,58 \cdot 10^{-4}$	$-2,09 \cdot 10^{-4}$	$9,33 \cdot 10^{-10}$	$2,79 \cdot 10^{-7}$	$2,78 \cdot 10^{-9}$	$8,31 \cdot 10^{-7}$	$4,90 \cdot 10^{-10}$	$1,47 \cdot 10^{-7}$	$5,37 \cdot 10^{-8}$	$-1,06 \cdot 10^{-6}$	$-2,85 \cdot 10^{-6}$
$B_3$	$-5,89 \cdot 10^{-9}$	$-1,76 \cdot 10^{-6}$	$-6,25 \cdot 10^{-9}$	$-1,87 \cdot 10^{-6}$	$-2,34 \cdot 10^{-9}$	$-7,00 \cdot 10^{-7}$	$-3,44 \cdot 10^{-7}$	$1,48 \cdot 10^{-12}$	$4,42 \cdot 10^{-10}$	$1,64 \cdot 10^{-12}$	$4,90 \cdot 10^{-10}$	$5,98 \cdot 10^{-13}$	$1,79 \cdot 10^{-10}$	$8,67 \cdot 10^{-11}$	$-1,73 \cdot 10^{-9}$	$-1,81 \cdot 10^{-9}$
$B_4$	$-1,76 \cdot 10^{-6}$	$-5,26 \cdot 10^{-4}$	$-1,87 \cdot 10^{-6}$	$-5,58 \cdot 10^{-4}$	$-7,00 \cdot 10^{-7}$	$-2,09 \cdot 10^{-4}$	$-1,03 \cdot 10^{-4}$	$4,42 \cdot 10^{-10}$	$1,33 \cdot 10^{-7}$	$4,90 \cdot 10^{-10}$	$1,47 \cdot 10^{-7}$	$1,79 \cdot 10^{-10}$	$5,37 \cdot 10^{-8}$	$2,60 \cdot 10^{-8}$	$-5,18 \cdot 10^{-7}$	$-5,40 \cdot 10^{-7}$
$B_5$	$-1,06 \cdot 10^{-6}$	$-3,17 \cdot 10^{-4}$	$-7,00 \cdot 10^{-7}$	$-2,09 \cdot 10^{-4}$	$-3,44 \cdot 10^{-7}$	$-1,03 \cdot 10^{-4}$	$-5,85 \cdot 10^{-5}$	$2,63 \cdot 10^{-10}$	$7,89 \cdot 10^{-8}$	$1,79 \cdot 10^{-10}$	$5,37 \cdot 10^{-8}$	$8,67 \cdot 10^{-11}$	$1,47 \cdot 10^{-8}$	$-3,14 \cdot 10^{-7}$	$-2,05 \cdot 10^{-7}$	
$C_1$	$3,59 \cdot 10^{-5}$	$1,07 \cdot 10^{-2}$	$1,37 \cdot 10^{-5}$	$4,09 \cdot 10^{-3}$	$6,86 \cdot 10^{-6}$	$2,05 \cdot 10^{-3}$	$1,25 \cdot 10^{-3}$	$-8,83 \cdot 10^{-9}$	$-2,64 \cdot 10^{-6}$	$-3,54 \cdot 10^{-9}$	$-1,06 \cdot 10^{-6}$	$-1,73 \cdot 10^{-9}$	$-5,18 \cdot 10^{-7}$	$-3,14 \cdot 10^{-7}$	$1,08 \cdot 10^{-5}$	$4,05 \cdot 10^{-6}$
$C_2$	$1,37 \cdot 10^{-5}$	$4,09 \cdot 10^{-3}$	$3,44 \cdot 10^{-5}$	$1,03 \cdot 10^{-2}$	$6,84 \cdot 10^{-6}$	$2,04 \cdot 10^{-3}$	$7,93 \cdot 10^{-4}$	$-3,54 \cdot 10^{-9}$	$-1,06 \cdot 10^{-6}$	$-9,54 \cdot 10^{-9}$	$-2,85 \cdot 10^{-6}$	$-1,81 \cdot 10^{-9}$	$-5,40 \cdot 10^{-6}$	$-2,05 \cdot 10^{-7}$	$4,05 \cdot 10^{-6}$	$9,90 \cdot 10^{-6}$

Fonte: Autor.

Tabela C2 – Matriz de covariâncias para os parâmetros da equação de Tait para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  etanol}.

	<b>D<sub>10</sub></b>	<b>D<sub>11</sub></b>	<b>D<sub>20</sub></b>	<b>D<sub>21</sub></b>	<b>D<sub>3</sub></b>	<b>D<sub>4</sub></b>	<b>D<sub>5</sub></b>	<b>B<sub>10</sub></b>	<b>B<sub>11</sub></b>	<b>B<sub>20</sub></b>	<b>B<sub>21</sub></b>	<b>B<sub>3</sub></b>	<b>B<sub>4</sub></b>	<b>B<sub>5</sub></b>	<b>C<sub>1</sub></b>	<b>C<sub>2</sub></b>
<b>D<sub>10</sub></b>	8,79 $\cdot 10^{-6}$	2,62 $\cdot 10^{-3}$	3,46 $\cdot 10^{-6}$	1,03 $\cdot 10^{-3}$	1,73 $\cdot 10^{-6}$	5,15 $\cdot 10^{-4}$	3,16 $\cdot 10^{-4}$	-1,58 $\cdot 10^{-9}$	-4,73 $\cdot 10^{-7}$	-6,30 $\cdot 10^{-10}$	-1,88 $\cdot 10^{-7}$	-3,14 $\cdot 10^{-10}$	-9,39 $\cdot 10^{-8}$	-5,74 $\cdot 10^{-8}$	1,91 $\cdot 10^{-6}$	7,15 $\cdot 10^{-7}$
<b>D<sub>11</sub></b>	2,62 $\cdot 10^{-3}$	7,82 $\cdot 10^{-1}$	1,03 $\cdot 10^{-3}$	3,08 $\cdot 10^{-1}$	5,15 $\cdot 10^{-4}$	1,54 $\cdot 10^{-1}$	9,42 $\cdot 10^{-2}$	-4,73 $\cdot 10^{-7}$	-1,41 $\cdot 10^{-4}$	-1,88 $\cdot 10^{-7}$	-5,63 $\cdot 10^{-5}$	-9,39 $\cdot 10^{-8}$	-2,81 $\cdot 10^{-5}$	-1,72 $\cdot 10^{-5}$	5,70 $\cdot 10^{-4}$	2,13 $\cdot 10^{-4}$
<b>D<sub>20</sub></b>	3,46 $\cdot 10^{-6}$	1,03 $\cdot 10^{-3}$	8,84 $\cdot 10^{-6}$	2,64 $\cdot 10^{-3}$	1,73 $\cdot 10^{-6}$	5,16 $\cdot 10^{-4}$	1,99 $\cdot 10^{-4}$	-6,30 $\cdot 10^{-10}$	-1,88 $\cdot 10^{-7}$	-1,60 $\cdot 10^{-9}$	-4,77 $\cdot 10^{-7}$	-3,16 $\cdot 10^{-10}$	-9,46 $\cdot 10^{-8}$	-3,65 $\cdot 10^{-8}$	7,15 $\cdot 10^{-7}$	1,70 $\cdot 10^{-6}$
<b>D<sub>21</sub></b>	1,03 $\cdot 10^{-3}$	3,08 $\cdot 10^{-1}$	2,64 $\cdot 10^{-3}$	7,86 $\cdot 10^{-1}$	5,16 $\cdot 10^{-4}$	1,54 $\cdot 10^{-1}$	5,94 $\cdot 10^{-2}$	-1,88 $\cdot 10^{-7}$	-5,63 $\cdot 10^{-5}$	-4,77 $\cdot 10^{-7}$	-1,43 $\cdot 10^{-4}$	-9,46 $\cdot 10^{-8}$	-2,83 $\cdot 10^{-5}$	-1,09 $\cdot 10^{-5}$	2,13 $\cdot 10^{-4}$	5,08 $\cdot 10^{-4}$
<b>D<sub>3</sub></b>	1,73 $\cdot 10^{-6}$	5,15 $\cdot 10^{-4}$	1,73 $\cdot 10^{-6}$	5,16 $\cdot 10^{-4}$	6,68 $\cdot 10^{-7}$	1,99 $\cdot 10^{-4}$	9,94 $\cdot 10^{-5}$	-3,14 $\cdot 10^{-10}$	-9,39 $\cdot 10^{-8}$	-3,16 $\cdot 10^{-10}$	-9,46 $\cdot 10^{-8}$	-1,22 $\cdot 10^{-8}$	-3,65 $\cdot 10^{-10}$	-1,82 $\cdot 10^{-8}$	3,64 $\cdot 10^{-7}$	3,50 $\cdot 10^{-7}$
<b>D<sub>4</sub></b>	5,15 $\cdot 10^{-4}$	1,54 $\cdot 10^{-1}$	5,16 $\cdot 10^{-4}$	1,54 $\cdot 10^{-1}$	1,99 $\cdot 10^{-4}$	5,94 $\cdot 10^{-2}$	2,96 $\cdot 10^{-2}$	-9,39 $\cdot 10^{-8}$	-2,81 $\cdot 10^{-5}$	-9,46 $\cdot 10^{-8}$	-2,83 $\cdot 10^{-5}$	-3,65 $\cdot 10^{-8}$	-1,09 $\cdot 10^{-5}$	-5,43 $\cdot 10^{-6}$	1,09 $\cdot 10^{-4}$	1,05 $\cdot 10^{-4}$
<b>D<sub>5</sub></b>	3,16 $\cdot 10^{-4}$	9,42 $\cdot 10^{-2}$	1,99 $\cdot 10^{-4}$	5,94 $\cdot 10^{-2}$	9,94 $\cdot 10^{-5}$	2,96 $\cdot 10^{-2}$	1,70 $\cdot 10^{-2}$	-5,74 $\cdot 10^{-8}$	-1,72 $\cdot 10^{-5}$	-3,65 $\cdot 10^{-8}$	-1,09 $\cdot 10^{-5}$	-1,82 $\cdot 10^{-8}$	-5,43 $\cdot 10^{-6}$	-3,12 $\cdot 10^{-6}$	6,75 $\cdot 10^{-5}$	4,13 $\cdot 10^{-5}$
<b>B<sub>10</sub></b>	-1,58 $\cdot 10^{-9}$	-4,73 $\cdot 10^{-7}$	-6,30 $\cdot 10^{-10}$	-1,88 $\cdot 10^{-7}$	-3,14 $\cdot 10^{-10}$	-9,39 $\cdot 10^{-8}$	-5,74 $\cdot 10^{-8}$	3,82 $\cdot 10^{-13}$	1,15 $\cdot 10^{-10}$	1,54 $\cdot 10^{-13}$	4,62 $\cdot 10^{-11}$	7,67 $\cdot 10^{-14}$	2,30 $\cdot 10^{-11}$	1,40 $\cdot 10^{-11}$	-4,65 $\cdot 10^{-10}$	-1,76 $\cdot 10^{-10}$
<b>B<sub>11</sub></b>	-4,73 $\cdot 10^{-7}$	-1,41 $\cdot 10^{-4}$	-1,88 $\cdot 10^{-7}$	-5,63 $\cdot 10^{-5}$	-9,39 $\cdot 10^{-8}$	-2,81 $\cdot 10^{-5}$	-1,72 $\cdot 10^{-5}$	1,15 $\cdot 10^{-10}$	3,43 $\cdot 10^{-8}$	4,62 $\cdot 10^{-11}$	1,38 $\cdot 10^{-8}$	2,30 $\cdot 10^{-11}$	6,88 $\cdot 10^{-9}$	4,20 $\cdot 10^{-9}$	-1,39 $\cdot 10^{-7}$	-5,28 $\cdot 10^{-8}$
<b>B<sub>20</sub></b>	-6,30 $\cdot 10^{-10}$	-1,88 $\cdot 10^{-7}$	-1,60 $\cdot 10^{-9}$	-4,77 $\cdot 10^{-7}$	-3,16 $\cdot 10^{-10}$	-9,46 $\cdot 10^{-8}$	-3,65 $\cdot 10^{-8}$	1,54 $\cdot 10^{-13}$	4,62 $\cdot 10^{-11}$	3,87 $\cdot 10^{-13}$	1,16 $\cdot 10^{-10}$	7,75 $\cdot 10^{-14}$	2,32 $\cdot 10^{-11}$	8,97 $\cdot 10^{-12}$	-1,76 $\cdot 10^{-10}$	-4,16 $\cdot 10^{-10}$
<b>B<sub>21</sub></b>	-1,88 $\cdot 10^{-7}$	-5,63 $\cdot 10^{-5}$	-4,77 $\cdot 10^{-7}$	-1,43 $\cdot 10^{-4}$	-9,46 $\cdot 10^{-8}$	-2,83 $\cdot 10^{-5}$	-1,09 $\cdot 10^{-5}$	4,62 $\cdot 10^{-11}$	1,38 $\cdot 10^{-8}$	1,16 $\cdot 10^{-10}$	3,47 $\cdot 10^{-8}$	2,32 $\cdot 10^{-11}$	6,95 $\cdot 10^{-9}$	2,69 $\cdot 10^{-9}$	-5,28 $\cdot 10^{-8}$	-1,25 $\cdot 10^{-7}$
<b>B<sub>3</sub></b>	-3,14 $\cdot 10^{-10}$	-9,39 $\cdot 10^{-8}$	-3,16 $\cdot 10^{-10}$	-9,46 $\cdot 10^{-8}$	-1,22 $\cdot 10^{-10}$	-3,65 $\cdot 10^{-8}$	-1,82 $\cdot 10^{-8}$	7,67 $\cdot 10^{-14}$	2,30 $\cdot 10^{-11}$	7,75 $\cdot 10^{-14}$	2,32 $\cdot 10^{-11}$	2,99 $\cdot 10^{-12}$	8,97 $\cdot 10^{-12}$	4,46 $\cdot 10^{-12}$	-8,98 $\cdot 10^{-11}$	-8,66 $\cdot 10^{-11}$
<b>B<sub>4</sub></b>	-9,39 $\cdot 10^{-8}$	-2,81 $\cdot 10^{-5}$	-9,46 $\cdot 10^{-8}$	-2,83 $\cdot 10^{-5}$	-3,65 $\cdot 10^{-8}$	-1,09 $\cdot 10^{-5}$	-5,43 $\cdot 10^{-6}$	2,30 $\cdot 10^{-11}$	6,88 $\cdot 10^{-9}$	2,32 $\cdot 10^{-11}$	6,95 $\cdot 10^{-9}$	8,97 $\cdot 10^{-12}$	2,69 $\cdot 10^{-9}$	1,34 $\cdot 10^{-9}$	-2,69 $\cdot 10^{-8}$	-2,59 $\cdot 10^{-8}$
<b>B<sub>5</sub></b>	-5,74 $\cdot 10^{-8}$	-1,72 $\cdot 10^{-5}$	-3,65 $\cdot 10^{-8}$	-1,09 $\cdot 10^{-5}$	-1,82 $\cdot 10^{-8}$	-5,43 $\cdot 10^{-6}$	-3,12 $\cdot 10^{-6}$	1,40 $\cdot 10^{-11}$	4,20 $\cdot 10^{-9}$	8,97 $\cdot 10^{-12}$	2,69 $\cdot 10^{-9}$	4,46 $\cdot 10^{-12}$	1,34 $\cdot 10^{-9}$	7,65 $\cdot 10^{-10}$	-1,66 $\cdot 10^{-8}$	-1,02 $\cdot 10^{-8}$
<b>C<sub>1</sub></b>	1,91 $\cdot 10^{-6}$	5,70 $\cdot 10^{-4}$	7,15 $\cdot 10^{-7}$	2,13 $\cdot 10^{-4}$	3,64 $\cdot 10^{-7}$	1,09 $\cdot 10^{-4}$	6,75 $\cdot 10^{-5}$	-4,65 $\cdot 10^{-10}$	-1,39 $\cdot 10^{-7}$	-1,76 $\cdot 10^{-10}$	-5,28 $\cdot 10^{-8}$	-8,98 $\cdot 10^{-11}$	-2,69 $\cdot 10^{-8}$	-1,66 $\cdot 10^{-8}$	5,69 $\cdot 10^{-7}$	2,03 $\cdot 10^{-7}$
<b>C<sub>2</sub></b>	7,15 $\cdot 10^{-7}$	2,13 $\cdot 10^{-4}$	1,70 $\cdot 10^{-6}$	5,08 $\cdot 10^{-4}$	3,50 $\cdot 10^{-7}$	1,05 $\cdot 10^{-4}$	4,13 $\cdot 10^{-5}$	-1,76 $\cdot 10^{-10}$	-5,28 $\cdot 10^{-8}$	-4,16 $\cdot 10^{-10}$	-1,25 $\cdot 10^{-7}$	-8,66 $\cdot 10^{-11}$	-2,59 $\cdot 10^{-8}$	-1,02 $\cdot 10^{-8}$	2,03 $\cdot 10^{-7}$	4,51 $\cdot 10^{-7}$

Fonte: Autor.

Tabela C3 – Matriz de covariâncias para os parâmetros da equação de Tait para o sistema  $\{x_1$  dimetil carbonato +  $(1 - x_1)$  1-propanol}.

	$D_{10}$	$D_{11}$	$D_{20}$	$D_{21}$	$D_3$	$D_4$	$D_5$	$B_{10}$	$B_{11}$	$B_{20}$	$B_{21}$	$B_3$	$B_4$	$B_5$	$C_1$	$C_2$
$D_{10}$	$7,74 \cdot 10^{-6}$	$2,31 \cdot 10^{-3}$	$3,04 \cdot 10^{-6}$	$9,06 \cdot 10^{-4}$	$1,52 \cdot 10^{-6}$	$4,53 \cdot 10^{-4}$	$2,78 \cdot 10^{-9}$	$-1,39 \cdot 10^{-7}$	$-4,14 \cdot 10^{-7}$	$-5,38 \cdot 10^{-10}$	$-1,61 \cdot 10^{-7}$	$-2,72 \cdot 10^{-10}$	$-8,12 \cdot 10^{-8}$	$-5,00 \cdot 10^{-8}$	$1,69 \cdot 10^{-6}$	$6,39 \cdot 10^{-7}$
$D_{11}$	$2,31 \cdot 10^{-3}$	$6,88 \cdot 10^{-1}$	$9,06 \cdot 10^{-4}$	$2,70 \cdot 10^{-1}$	$4,53 \cdot 10^{-4}$	$1,35 \cdot 10^{-1}$	$8,30 \cdot 10^{-2}$	$-4,14 \cdot 10^{-7}$	$-1,24 \cdot 10^{-4}$	$-1,61 \cdot 10^{-7}$	$-4,80 \cdot 10^{-5}$	$-8,12 \cdot 10^{-8}$	$-2,43 \cdot 10^{-5}$	$-1,50 \cdot 10^{-5}$	$5,06 \cdot 10^{-4}$	$1,91 \cdot 10^{-4}$
$D_{20}$	$3,04 \cdot 10^{-6}$	$9,06 \cdot 10^{-4}$	$7,75 \cdot 10^{-6}$	$2,31 \cdot 10^{-3}$	$1,52 \cdot 10^{-6}$	$4,53 \cdot 10^{-4}$	$1,75 \cdot 10^{-10}$	$-5,38 \cdot 10^{-7}$	$-1,61 \cdot 10^{-9}$	$-1,31 \cdot 10^{-7}$	$-3,91 \cdot 10^{-9}$	$-2,66 \cdot 10^{-10}$	$-7,95 \cdot 10^{-8}$	$-3,11 \cdot 10^{-8}$	$6,39 \cdot 10^{-7}$	$1,53 \cdot 10^{-6}$
$D_{21}$	$9,06 \cdot 10^{-4}$	$2,70 \cdot 10^{-1}$	$2,31 \cdot 10^{-3}$	$6,89 \cdot 10^{-1}$	$4,53 \cdot 10^{-4}$	$1,35 \cdot 10^{-1}$	$5,21 \cdot 10^{-2}$	$-1,61 \cdot 10^{-7}$	$-4,80 \cdot 10^{-5}$	$-3,91 \cdot 10^{-7}$	$-1,17 \cdot 10^{-4}$	$-7,95 \cdot 10^{-8}$	$-2,38 \cdot 10^{-5}$	$-9,31 \cdot 10^{-6}$	$1,91 \cdot 10^{-4}$	$4,57 \cdot 10^{-4}$
$D_3$	$1,52 \cdot 10^{-6}$	$4,53 \cdot 10^{-4}$	$1,52 \cdot 10^{-6}$	$4,53 \cdot 10^{-4}$	$5,86 \cdot 10^{-7}$	$1,75 \cdot 10^{-4}$	$8,74 \cdot 10^{-5}$	$-2,72 \cdot 10^{-10}$	$-8,12 \cdot 10^{-8}$	$-2,66 \cdot 10^{-10}$	$-7,95 \cdot 10^{-8}$	$-1,04 \cdot 10^{-10}$	$-3,11 \cdot 10^{-8}$	$-1,57 \cdot 10^{-8}$	$3,25 \cdot 10^{-7}$	$3,13 \cdot 10^{-7}$
$D_4$	$4,53 \cdot 10^{-4}$	$1,35 \cdot 10^{-1}$	$4,53 \cdot 10^{-4}$	$1,35 \cdot 10^{-1}$	$1,75 \cdot 10^{-4}$	$5,21 \cdot 10^{-2}$	$2,61 \cdot 10^{-2}$	$-8,12 \cdot 10^{-8}$	$-2,43 \cdot 10^{-5}$	$-7,95 \cdot 10^{-8}$	$-2,38 \cdot 10^{-5}$	$-3,11 \cdot 10^{-8}$	$-9,31 \cdot 10^{-6}$	$-4,69 \cdot 10^{-6}$	$9,71 \cdot 10^{-6}$	$9,35 \cdot 10^{-5}$
$D_5$	$2,78 \cdot 10^{-4}$	$8,30 \cdot 10^{-2}$	$1,75 \cdot 10^{-4}$	$5,21 \cdot 10^{-2}$	$8,74 \cdot 10^{-5}$	$2,61 \cdot 10^{-2}$	$1,50 \cdot 10^{-8}$	$-5,00 \cdot 10^{-2}$	$-1,50 \cdot 10^{-5}$	$-3,11 \cdot 10^{-8}$	$-9,31 \cdot 10^{-6}$	$-1,57 \cdot 10^{-6}$	$-4,69 \cdot 10^{-6}$	$-2,71 \cdot 10^{-6}$	$6,03 \cdot 10^{-5}$	$3,69 \cdot 10^{-5}$
$B_{10}$	$-1,39 \cdot 10^{-9}$	$-4,14 \cdot 10^{-7}$	$-5,38 \cdot 10^{-10}$	$-1,61 \cdot 10^{-7}$	$-2,72 \cdot 10^{-10}$	$-8,12 \cdot 10^{-7}$	$-5,00 \cdot 10^{-8}$	$3,33 \cdot 10^{-13}$	$9,99 \cdot 10^{-11}$	$1,27 \cdot 10^{-13}$	$3,82 \cdot 10^{-11}$	$6,51 \cdot 10^{-14}$	$1,95 \cdot 10^{-11}$	$1,21 \cdot 10^{-11}$	$-4,11 \cdot 10^{-10}$	$-1,53 \cdot 10^{-10}$
$B_{11}$	$-4,14 \cdot 10^{-7}$	$-1,24 \cdot 10^{-4}$	$-1,61 \cdot 10^{-4}$	$-4,80 \cdot 10^{-5}$	$-8,12 \cdot 10^{-8}$	$-2,43 \cdot 10^{-5}$	$-1,50 \cdot 10^{-5}$	$9,99 \cdot 10^{-11}$	$2,99 \cdot 10^{-8}$	$3,82 \cdot 10^{-11}$	$1,14 \cdot 10^{-8}$	$1,95 \cdot 10^{-11}$	$5,85 \cdot 10^{-9}$	$3,62 \cdot 10^{-9}$	$-1,23 \cdot 10^{-7}$	$-4,58 \cdot 10^{-8}$
$B_{20}$	$-5,38 \cdot 10^{-10}$	$-1,61 \cdot 10^{-7}$	$-1,31 \cdot 10^{-9}$	$-3,91 \cdot 10^{-7}$	$-2,66 \cdot 10^{-10}$	$-7,95 \cdot 10^{-8}$	$-3,11 \cdot 10^{-8}$	$1,27 \cdot 10^{-13}$	$3,82 \cdot 10^{-11}$	$2,95 \cdot 10^{-11}$	$8,84 \cdot 10^{-13}$	$6,23 \cdot 10^{-14}$	$1,87 \cdot 10^{-11}$	$7,43 \cdot 10^{-12}$	$-1,53 \cdot 10^{-10}$	$-3,49 \cdot 10^{-10}$
$B_{21}$	$-1,61 \cdot 10^{-7}$	$-4,80 \cdot 10^{-5}$	$-3,91 \cdot 10^{-7}$	$-1,17 \cdot 10^{-4}$	$-7,95 \cdot 10^{-8}$	$-2,38 \cdot 10^{-5}$	$-9,31 \cdot 10^{-6}$	$3,82 \cdot 10^{-11}$	$1,14 \cdot 10^{-8}$	$8,84 \cdot 10^{-11}$	$2,65 \cdot 10^{-8}$	$1,87 \cdot 10^{-11}$	$5,59 \cdot 10^{-9}$	$2,23 \cdot 10^{-9}$	$-4,58 \cdot 10^{-8}$	$-1,04 \cdot 10^{-7}$
$B_3$	$-2,72 \cdot 10^{-10}$	$-8,12 \cdot 10^{-8}$	$-2,66 \cdot 10^{-10}$	$-7,95 \cdot 10^{-8}$	$-1,04 \cdot 10^{-10}$	$-3,11 \cdot 10^{-8}$	$-1,57 \cdot 10^{-8}$	$6,51 \cdot 10^{-14}$	$1,95 \cdot 10^{-11}$	$6,23 \cdot 10^{-14}$	$1,87 \cdot 10^{-11}$	$2,48 \cdot 10^{-12}$	$7,43 \cdot 10^{-14}$	$3,77 \cdot 10^{-12}$	$-7,88 \cdot 10^{-11}$	$-7,42 \cdot 10^{-11}$
$B_4$	$-8,12 \cdot 10^{-8}$	$-2,43 \cdot 10^{-5}$	$-7,95 \cdot 10^{-8}$	$-2,38 \cdot 10^{-5}$	$-3,11 \cdot 10^{-8}$	$-9,31 \cdot 10^{-6}$	$-4,69 \cdot 10^{-6}$	$1,95 \cdot 10^{-11}$	$5,85 \cdot 10^{-9}$	$1,87 \cdot 10^{-11}$	$5,59 \cdot 10^{-9}$	$7,43 \cdot 10^{-12}$	$2,23 \cdot 10^{-9}$	$1,13 \cdot 10^{-9}$	$-2,36 \cdot 10^{-8}$	$-2,22 \cdot 10^{-8}$
$B_5$	$-5,00 \cdot 10^{-8}$	$-1,50 \cdot 10^{-5}$	$-3,11 \cdot 10^{-8}$	$-9,31 \cdot 10^{-6}$	$-1,57 \cdot 10^{-8}$	$-4,69 \cdot 10^{-6}$	$-2,71 \cdot 10^{-6}$	$1,21 \cdot 10^{-11}$	$3,62 \cdot 10^{-9}$	$7,43 \cdot 10^{-12}$	$2,23 \cdot 10^{-9}$	$3,77 \cdot 10^{-12}$	$1,13 \cdot 10^{-9}$	$6,56 \cdot 10^{-10}$	$-1,47 \cdot 10^{-8}$	$-8,89 \cdot 10^{-9}$
$C_1$	$1,69 \cdot 10^{-6}$	$5,06 \cdot 10^{-4}$	$6,39 \cdot 10^{-7}$	$1,91 \cdot 10^{-4}$	$3,25 \cdot 10^{-7}$	$9,71 \cdot 10^{-5}$	$6,03 \cdot 10^{-5}$	$-4,11 \cdot 10^{-10}$	$-1,23 \cdot 10^{-7}$	$-1,53 \cdot 10^{-10}$	$-4,58 \cdot 10^{-8}$	$-7,88 \cdot 10^{-11}$	$-2,36 \cdot 10^{-8}$	$-1,47 \cdot 10^{-8}$	$5,10 \cdot 10^{-7}$	$1,84 \cdot 10^{-7}$
$C_2$	$6,39 \cdot 10^{-7}$	$1,91 \cdot 10^{-4}$	$1,53 \cdot 10^{-6}$	$4,57 \cdot 10^{-4}$	$3,13 \cdot 10^{-7}$	$9,35 \cdot 10^{-5}$	$3,69 \cdot 10^{-5}$	$-1,53 \cdot 10^{-10}$	$-4,58 \cdot 10^{-8}$	$-3,49 \cdot 10^{-10}$	$-1,04 \cdot 10^{-7}$	$-7,42 \cdot 10^{-11}$	$-2,22 \cdot 10^{-8}$	$-8,89 \cdot 10^{-9}$	$1,84 \cdot 10^{-7}$	$4,14 \cdot 10^{-7}$

Fonte: Autor.



**APÊNDICE D – Cálculo de incertezas**

Primeiramente, a incerteza nas massas foi estimada com base em observações experimentais da taxa de evaporação dos componentes puros associada à velocidade de preparo das amostras. Sendo assim, o valor estimado para tal incerteza foi  $u(m) = 0,0010$  g.

Nos casos da temperatura e pressão, as incertezas foram estimadas com base na estabilidade de tais valores, os quais foram observados diretamente pela interface dos equipamentos. Para tais incertezas foram adotados, respectivamente, os valores  $u(T) = 0,01$  K e  $u(p) = 0,1$  bar = 0,01 MPa, visto que representavam os desvios máximos observados em relação aos valores de temperatura e pressão apresentados.

Para estimativa da incerteza na fração molar, levou-se em conta a expressão para seu cálculo:

$$x_1 = \frac{m_1/M_1}{m_1/M_1 + m_2/M_2} \quad (\text{D.1})$$

Conforme se pode notar, o cálculo da fração molar é dependente das massas de cada componente. Sendo assim, a incerteza na fração molar é dependente de tais valores, conforme equação (D.2):

$$u(x_1) = \left( \frac{\partial x_1}{\partial m_1} \right) u(m_1) + \left( \frac{\partial x_1}{\partial m_2} \right) u(m_2) \quad (\text{D.2})$$

Tomando as derivadas parciais de  $x_1$  em relação a  $m_1$  e  $m_2$  e assumindo que as incertezas nas massas  $m_1$  e  $m_2$  são iguais à incerteza na massa apresentada anteriormente, tem-se:

$$u(x_1) = u(m) \frac{M_1 M_2 \sqrt{m_1^2 + m_2^2}}{(m_1 M_2 + m_2 M_1)^2} \quad (\text{D.3})$$

Realizando o cálculo da equação (D.3) para os três sistemas estudados levando-se em conta todas as composições estudadas, tomou-se a incerteza na fração molar como o maior destes valores,  $u(x_1) = 0,0002$ .

No caso da densidade, foi determinada uma incerteza combinada expandida, conforme procedimento descrito detalhadamente em *GUM: Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement* (JOINT COMMITTEE FOR GUIDES IN METROLOGY, 2008), de modo que, primeiramente, foram estimadas incertezas do tipo A e do tipo B para a densidade.

A incerteza do tipo A foi baseada em um método estatístico a partir da média (equação (D.4)) e da variância (equação (D.5)) associadas a um conjunto de  $N$  dados de densidade para os componentes puros coletados para as mesmas condições de temperatura e pressão.

$$\bar{\rho} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \rho_j \quad (\text{D.4})$$

$$s^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{j=1}^N (\rho_j - \bar{\rho})^2 \quad (\text{D.5})$$

Dentre todas as condições testadas, assumiu-se o maior valor de variância encontrado para o cálculo da incerteza do tipo A, conforme equação (D.6), que resultou no valor de  $u_A = 1,49 \cdot 10^{-17} \text{ g}^2 \cdot \text{cm}^{-6}$ .

$$u_A = s^2 / N \quad (\text{D.6})$$

Já as incertezas do tipo B foram estimadas com base em julgamentos científicos considerando fatores relevantes que podem afetar a medição da densidade. Neste estudo, 4 fatores foram levados em conta:

1) Incerteza associada às respostas variadas do equipamento, através de uma distribuição retangular com base na resolução do equipamento ( $a = 0,00001 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ):

$$u_{B_V} = a / \sqrt{3} = 5,77 \cdot 10^{-6} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \quad (\text{D.7})$$

2) Incerteza associada à resolução do equipamento: neste caso, a incerteza foi considerada como sendo igual à própria resolução do equipamento:

$$u_{B_R} = a = 1 \cdot 10^{-5} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \quad (\text{D.8})$$

3) Incerteza relacionada com variações na temperatura: tal incerteza foi estimada com base na variação de densidade da amostra levando-se em conta o valor da incerteza na temperatura (0,01 K). Em outras palavras, tal incerteza é numericamente igual à diferença de densidades da amostra numa temperatura ( $T + 0,01$ ) e numa temperatura  $T$ , ambas expressas em K.

$$u_{B_T} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \quad (\text{D.9})$$

4) Incerteza relacionada com variações na pressão: tal incerteza foi estimada com base na variação de densidade da amostra levando-se em conta o valor da incerteza na pressão (0,01

MPa). Em outras palavras, tal incerteza é numericamente igual à diferença de densidades da amostra numa pressão ( $p + 0,01$ ) e numa pressão  $p$ , ambas expressas em MPa.

$$u_{B_p} = 1 \cdot 10^{-5} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \quad (\text{D.10})$$

Com isso, o cálculo da incerteza combinada para a densidade levou em consideração a incerteza do tipo A e as incertezas do tipo B estimadas:

$$u_c = \sqrt{u_A^2 + u_{B_V}^2 + u_{B_R}^2 + u_{B_T}^2 + u_{B_p}^2} = 2,1 \cdot 10^{-5} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \quad (\text{D.11})$$

A incerteza combinada expandida é dada pelo produto da incerteza combinada por um fator de segurança  $k$ . Neste estudo, adotou-se um valor de  $k = 2$ , que representa um nível de confiança de 95%.

$$U_c(\rho) = u_c k = 4,2 \cdot 10^{-5} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \quad (\text{D.12})$$

Portanto, a incerteza combinada expandida para a densidade foi aproximada para o valor superior de  $U_c(\rho) = 5 \cdot 10^{-5} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ .

Para as próximas propriedades, as incertezas foram estimadas com base na propagação de incertezas, de forma análoga ao que foi realizado para a fração molar.

Primeiramente, para a compressibilidade isotérmica, parte-se de sua definição:

$$\kappa = \frac{1}{\rho} \left( \frac{\partial \rho}{\partial p} \right)_T \quad (\text{D.13})$$

Sendo  $\kappa$  uma função da densidade, sua incerteza pode ser descrita como:

$$u(\kappa) = \sqrt{\left[ \left( \frac{\partial \kappa}{\partial \rho} \right) U_c(\rho) \right]^2} \quad (\text{D.14})$$

Tomando a derivada de  $\kappa$  em relação a  $\rho$ , tem-se:

$$\frac{\partial \kappa}{\partial \rho} = -\frac{1}{\rho^2} \left( \frac{\partial \rho}{\partial p} \right)_T + \frac{1}{\rho} \frac{\partial}{\partial \rho} \left( \frac{\partial \rho}{\partial p} \right)_T = -\frac{\kappa}{\rho} + \frac{1}{\rho} \left[ \frac{\partial}{\partial p} \left( \frac{\partial \rho}{\partial \rho} \right) \right]_T = -\frac{\kappa}{\rho} \quad (\text{D.15})$$

Sendo assim, a incerteza na compressibilidade isotérmica foi estimada pela equação (D.16). Dentre todas as condições estudadas, considerou-se o maior valor,  $u(\kappa) = 10^{-7} \text{ MPa}^{-1}$ .

$$u(\kappa) = U_c(\rho) \frac{\kappa}{\rho} \quad (\text{D.16})$$

Para o coeficiente de expansão térmica, também partiu-se de sua definição:

$$\alpha = -\frac{1}{\rho} \left( \frac{\partial \rho}{\partial T} \right)_p \quad (\text{D.17})$$

Com isso, sua incerteza foi estimada de forma análoga à compressibilidade isotérmica, conforme equação (D.18), resultando em  $u(\alpha) = 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ .

$$u(\alpha) = \sqrt{\left[ \left( \frac{\partial \alpha}{\partial \rho} \right) U_c(\rho) \right]^2} = U_c(\rho) \frac{\alpha}{\rho} \quad (\text{D.18})$$

Já no caso da pressão interna, tem-se a seguinte definição:

$$\pi = T \frac{\alpha}{\kappa} - p \quad (\text{D.19})$$

Com isso, sua incerteza é dependente das incertezas na temperatura, pressão, compressibilidade isotérmica e coeficiente de expansão térmica:

$$u(\pi) = \sqrt{\left[ \left( \frac{\partial \pi}{\partial T} \right) u(T) \right]^2 + \left[ \left( \frac{\partial \pi}{\partial p} \right) u(p) \right]^2 + \left[ \left( \frac{\partial \pi}{\partial \alpha} \right) u(\alpha) \right]^2 + \left[ \left( \frac{\partial \pi}{\partial \kappa} \right) u(\kappa) \right]^2} \quad (\text{D.20})$$

Extraindo as derivadas parciais presentes na equação (D.20), tem-se a equação (D.21), que levou a uma incerteza  $u(\pi) = 0,08 \text{ MPa}$ .

$$u(\pi) = \sqrt{\left( \frac{\alpha}{\kappa} u(T) \right)^2 + (-u(p))^2 + \left( \frac{T}{\kappa} u(\alpha) \right)^2 + \left( -\frac{\alpha T}{\kappa^2} u(\kappa) \right)^2} \quad (\text{D.21})$$

De forma semelhante, o volume molar excesso foi determinado pela seguinte equação:

$$V_m^E = x_1 M_1 \left( \frac{1}{\rho} - \frac{1}{\rho_1} \right) + (1 - x_1) M_2 \left( \frac{1}{\rho} - \frac{1}{\rho_2} \right) \quad (\text{D.22})$$

Sua incerteza foi estimada por:

$$u(V_m^E) = \sqrt{\left[ \left( \frac{\partial V_m^E}{\partial x_1} \right) u(x_1) \right]^2 + \left[ \left( \frac{\partial V_m^E}{\partial \rho} \right) U_c(\rho) \right]^2 + \left[ \left( \frac{\partial V_m^E}{\partial \rho_1} \right) U_c(\rho) \right]^2 + \left[ \left( \frac{\partial V_m^E}{\partial \rho_2} \right) U_c(\rho) \right]^2} \quad (D.23)$$

As derivadas parciais contidas na equação (D.23) foram calculadas por:

$$\frac{\partial V_m^E}{\partial x_1} = M_1 \left( \frac{1}{\rho} - \frac{1}{\rho_1} \right) - M_2 \left( \frac{1}{\rho} - \frac{1}{\rho_2} \right) \quad (D.24)$$

$$\frac{\partial V_m^E}{\partial \rho} = - \left[ \frac{x_1 M_1 + (1-x_1) M_2}{\rho^2} \right] \quad (D.25)$$

$$\frac{\partial V_m^E}{\partial \rho_1} = \frac{x_1 M_1}{\rho_1^2} \quad (D.26)$$

$$\frac{\partial V_m^E}{\partial \rho_2} = \frac{(1-x_1) M_2}{\rho_2^2} \quad (D.27)$$

Com isso, a incerteza no volume molar excesso pôde ser estimada com base no maior valor calculado para todas as condições de temperatura, pressão e composição estudadas nos três sistemas deste trabalho, com base na equação (D.23), resultando em:

$$u(V_m^E) = 0,009 \text{ cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \quad (D.28)$$