UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos

PRISCILA MISSANO FLORIDO

Propriedades físicas de sistemas de interesse para a indústria de óleos e de produção de biodiesel: Determinação de dados experimentais, modelagem e predição

Pirassununga
2018

PRISCILA MISSANO FLORIDO

Propriedades físicas de sistemas de interesse para a indústria de óleos e de produção de biodiesel: Determinação de dados experimentais, modelagem e predição

Versão Corrigida

Tese apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do título de doutora em Engenharia de Alimentos.

Orientadora: Prof.ª Dr.ª Cintia Bernardo Gonçalves

Pirassununga
2018

Ficha catalográfica elaborada pelo
Serviço de Biblioteca e Informação, FZEA/USP,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

F636p

Florido, Priscila Missano
Propriedades físicas de sistemas de interesse para a indústria de óleos e de produção de biodiesel: Determinação de dados experimentais, modelagem e p / Priscila Missano Florido ; orientador Cintia Bernardo Gonçalves. -- Pirassununga, 2018.
237 f.

Tese (Doutorado - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos) -- Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo.

1. Densidade. 2. Viscosidade. 3. Óleos Vegetais. 4. Biodiesel. 5. UNIFAC-VISCO. I. Gonçalves, Cintia Bernardo , orient. II. Título.

Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte - o autor

Dedicatórias

"A mente que se abre a uma nova idéia jamais voltará ao seu tamanho original."

(Albert Einstein)

Aos meus pais, Ricardo e Luzia

Às minhas irmãs, Mariana, Carolina e Larissa

Ao meu futuro marido, Nillo

Dedico esta conquista.

Agradecimentos

À Prof.ª Dr.ª Cintia Bernardo Gonçalves, pela amizade, orientação, paciência, e pelo exemplo de profissional a ser seguido, serei sempre grata.

Ao meu pai, Ricardo, pelo amor, compreensão e incentivo, meu eterno amor e gratidão.

À minha mãe, Luzia, pelo apoio e amor incondicional, obrigada por sempre estar por perto.

Às minhas irmãs, Mariana, Carolina e Larissa, sem as quais eu não teria me tornado a pessoa que sou.

Ao meu namorado Nillo, pelo amor, compreensão, por todo suporte e calma, não tenho palavras para dizer o quanto me sinto privilegiada e agradecida.

Aos meus filhos de quatro patas, Mandrake, Yuki e Hachiro, por me ensinar o que realmente tem importância nesta vida.

À Keila K. Aracava, amiga e irmã, obrigada por sempre estar por perto, pela ajuda, carinho e amizade.

Ao amigo Alexandre Ártea, pelos conselhos, conversas, por toda sua ajuda nesse caminho, muito obrigada.

Aos amigos e colegas de pós-graduação Camila Nardi Pinto, Maria Carolina Capellini, Tatiane Akemi Toda e Daniel Gonçalves, por todo suporte e ajuda.

Às alunas de iniciação científica Deborah Postal Simões Lobo, Katheleen Ferreira, Gabriela Cristina Sá Carnaúba e Paola de Cássia Visioli, pela ajuda no desenvolvimento deste projeto.

Aos membros da banca examinadora, por sua disponibilidade e contribuição para melhoria deste trabalho, meus agradecimentos.

À Universidade de São Paulo (USP) e à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA), por possibilitar a aquisição de conhecimentos e crescimento pessoal e profissional, obrigada.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela concessão de bolsas de doutorado (Processo 2014/09757-0) e de Iniciação Científica (Processo 2015/23372-6), fundamentais para a realização deste projeto.

Ao Grupo Santander pela concessão de bolsa de iniciação científica (Bolsa Santander) no período de Agosto/2014 a Janeiro/2015.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

A todos os que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho, muito obrigada.

Resumo

FLORIDO, P.M. **Propriedades físicas de sistemas de interesse para a indústria de óleos e de produção de biodiesel: Determinação de dados experimentais, modelagem e predição**. **2018, 237 p**. Tese de doutorado, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2018.

O conhecimento de propriedades físicas de sistemas contendo compostos graxos e solventes é de grande relevância, pois essas informações são essenciais no projeto de tubulações e equipamentos, assim como na simulação e otimização de processos. A aquisição de dados em todas as condições de interesse não é viável e métodos para estimar estas propriedades são de grande importância prática. Esta tese de doutorado teve por objetivos a obtenção de dados das propriedades físicas de sistemas contendo compostos graxos; ajuste e obtenção de novos parâmetros do modelo UNIFAC-VISCO, além de realização de testes preditivos com outros modelos para fins de comparação; determinação indireta e correlação dos dados de volume molar de excesso e coeficiente de atividade na diluição infinita. Foram estudados 218 sistemas, totalizando 2404 pontos experimentais para densidade, 2404 dados de viscosidade, e 199 dados de tensão superficial. Além disso, foram obtidos dados indiretos de volume molar em excesso e coeficiente de atividade para sistemas constituídos por ésteres metílicos e acilglicerol parcial. A influência da temperatura e composição foi estudada, sendo que tanto a densidade quanto a viscosidade foram influenciadas pelos parâmetros citados. A estimativa de densidade utilizando regras de mistura apresentou desvio médio relativo (DMR) menor do que 1%, enquanto que a predição utilizando a versão adaptada do modelo GC-VOL resultou em DMR variando na faixa de 5% a 40%. Para a viscosidade, as regras de mistura proporcionaram desvios entre 0,6% a 204%, enquanto que o modelo UNIFAC-VISCO resultou em desvios em torno de 10% para predição. Para a tensão superficial, os parâmetros de um modelo baseado na Equação de Wilson foram ajustados, e a predição de sistemas multicomponentes resultou em desvios menores do que 7%. Uma equação para estimativa de composição residual foi estudada com base nos dados indiretos de volume molar em excesso e coeficiente de atividade na diluição infinita.

Palavras-chave: Densidade; viscosidade; óleos vegetais; biodiesel; modelos preditivos.

Abstract

FLORIDO, P.M. **Physical properties of concern systems to the oil and biodiesel production industry: Determination of experimental data, modeling and prediction. 2018, 237 p**. Ph.D. Thesis, Animal Science and Food Engineering College, University of São Paulo, Pirassununga, 2018.

The knowledge of physical properties of systems formed by fatty compounds and solvents has great relevance because these information are essential for the design of equipments and optimization of processes. It is not feasible to gather an experimental database thus, prediction models become of great potential and practical value. The objective of this Ph.D. thesis was to form an experimental database of physical properties of fatty compounds systems; data adjust to obtain new parameters of the UNIFAC-VISCO model, besides performing predictive tests with other models for comparison purposes;and indirect determination and correlation of excess molar volume and activity coefficient at infinite dilution. 218 systems were studied, resulting in 2404 density data, 2404 viscosity data, and 199 surface tension data. In addition, indirect data of excess molar volume and activity coefficient were obtained for systems formed by methyl esters and partial acylglycerol. The influence of temperature and composition were studied, and both density and viscosity are influenced by the mentioned parameters. The density estimation by mixing rules resulted in average relative deviation (ARD) lower than 1%, while prediction using the GC-VOL model resulted in an ARD range of 5% - 40%. For viscosity, the mixing rules resulted in deviations from 0.6% to 204%, and the UNIFAC-VISCO model presented ARD around 10% for data prediction. For surface tension, the parameters of a Wilson's Equation based model were adjusted, and the prediction of multicomponent systems resulted in deviations lower than 7%. An equation for estimate the residual composition was studied based on indirect data of excess molar volume and coefficient of activity at infinite dilution.

Keywords: Density, viscosity, vegetable oils, biodiesel, predictive models.

Lista de Figuras

Figura 1 – Reação de formação de um triacilglicerol. 27

Figura 2 – Reação de formação de éster metil caprilato. 30

Figura 3. Fluxograma de desenvolvimento do Algoritmo Genético. 66

Figura 4 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (tricaprina + ácido laurico + hexano) com $w_{tricaprina}$: (■) 0,3815; (●) 0,2498; (▲) 0,1039; (▼) 0,0596, em função da temperatura (T / ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO. 70

Figura 5 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (trilaurina + ácido cáprico + hexano) com $w_{trilaurina}$: (■) 0,1696; (●) 0,0982; (▲) 0,0605, em função da temperatura (T / ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO. 70

Figura 6 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (trimiristina + ácido oléico + hexano) com $w_{trimiristina}$: (■) 0,2149; (●) 0,1222, em função da temperatura(T / ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO. 71

Figura 7 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (trilinolenina + ácido behênico + hexano) com $w_{trilinolenina}$ (■) = 0,1468, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO. 71

Figura 8 - Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (tricaprilina + ácido palmítico +hexano) com $w_{tricaprilina}$: (■) 0,3408; (●) 0,2486, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO. 72

Figura 9 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (trilinoleína + ácido esteárico + hexano) com $w_{trilinoleína}$: (■) 0,3085; (●) 0,0100, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO. 72

Figura 10 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (tricaprilina + ácido palmítico +n-hexanol) com $w_{tricaprilina}$: (■) 0,5125; (●) 0,2967; (▲) 0,1899; (▼) 0,1750; (◆) 0,0650, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO. 73

Figura 11 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (tricaprina + ácido laurico + n-hexanol) com $w_{tricaprina}$: (■) 0,5203; (●) 0,3162; (▲) 0,1372; (▼) 0,0998; (◆) 0,0822, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO. 73

Figura 12 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (trilaurina + ácido cáprico + n-hexanol) com $w_{trilaurina}$: (■) 0,5126; (▼) 0,1252; (◆) 0,0686, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO. 74

Figura 13 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (trimiristina + ácido oléico + n-hexanol) com $w_{trimiristina}$: (■) 0,1885; (●) 0,1250; (▲) 0,0647, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO. 74

Figura 14 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (tripalmitina + ácido caprílico + n-hexanol) com $w_{tripalmitina}$: (■) 0,1912; (●) 0,1260; (▲) 0,0680, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO. 75

Figura 15 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (trioleína + ácido mirístico + n-hexanol) com $w_{trioleína}$: (■) 0,5123; (●) 0, 3047; (▲) 0,1899; (▼) 0,1258; (◆) 0,0664, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO. 75

Figura 16 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (trilinoleína + ácido esteárico + n-hexanol) com $w_{trilinoleína}$: (■) 0,3039; (●) 0,1871; (▲) 0,1260; (▼) 0,0675, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO. 76

Figura 17 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (trilinolenina + ácido behênico + n-hexanol) com $w_{trilinolenina}$: (■) 0,1260; (●) 0,0684, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO. 76

Figura 18 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (tricaprilina + ácido palmítico + 1-pentanol) com $w_{tricaprilina}$: (■) 0,2186; (●) 0,1658; (▲) 0,0963; (▼) 0,0630; (◆) 0,0330, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO. 77

Figura 19 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (tricaprina + ácido laurico + 1-pentanol) com $w_{tricaprina}$: (■) 0,2205; (●) 0,1625; (▲) 0,0970; (▼) 0,0660; (◆) 0,0340, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO. 77

Figura 20 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (trilaurina + ácido cáprico + 1-pentanol) com $w_{trilaurina}$: (■) 0,4403; (●) 0,1621; (▲) 0,0100, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO. 78

Figura 21 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (tricaprilina + ácido palmítico +1-butanol) com $w_{tricaprilina}$: (■) 0,3447; (●) 0,1600; (▲) 0,1075; (▼) 0,0654, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO. 78

Figura 22 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (tricaprina + ácido laurico +1-butanol) com $w_{tricaprina}$: (■) 0,2241; (●) 0,1598; (▲) 0,1096; (▼) 0,0660, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO. 79

Figura 23 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (trilaurina + ácido cáprico +1-butanol) com $w_{trilaurina}$: (■) 0,0600; (●) 0,0400, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO. 79

Figura 24 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (trioleína + ácido mirístico +1-butanol) com $w_{trioleína}$: (■) 0,2497; (●) 0,1591; (▲) 0,1099; (▼) 0,0658, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO. 80

Figura 25 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (trimiristina + ácido oléico +1-butanol) com $w_{trimiristina}$ (■) = 0,1774, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO. 80

Figura 26 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (tricaprina + ácido laurico +1-propanol) com $w_{tricaprina}$: (■) 0,2240; (●) 0,1592; (▲) 0,1060; (▼) 0,0634; (◆) 0,0330, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO. 81

Figura 27 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (trilaurina + ácido cáprico +1-propanol) com $w_{trilaurina}$: (■) 0,2211; (●) 0,1592; (▲) 0,1088; (▼) 0,0660; (◆) 0,0330, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO. 81

Figura 28 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (trioleína + ácido mirístico +1-propanol) com $w_{trioleína}$: (■) 0,2185; (●) 0,1553; (▲) 0,1050; (▼) 0,0643; (◆) 0,0321, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO. 82

Figura 29 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (tricaprilina + ácido palmítico +1-propanol) com $w_{tricaprilina}$: (■) 0,2193; (●) 0,1583; (▲) 0,1086; (▼) 0,0649; (◆) 0,0185, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO. 82

Figura 30 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (tripalmitina + ácido caprílico +1-propanol) com $w_{tripalmitina}$: (■) 0,0400; (●) 0,0200, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO. 83

Figura 31 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (trimiristina + ácido oléico +1-propanol) com $w_{trimiristina}$: (■) 0,1238; (●) 0,0976; (▲) 0,0599, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO. 83

Figura 32 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (trilinoleína + ácido esteárico +1-propanol) com $w_{trilinoleína}$: (■) 0,2403; (●) 0,1597; (▲) 0,0650, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO. 84

Figura 33 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (tricaprina + ácido laurico +2-propanol) com $w_{tricaprina}$: (■) 0,1704; (●) 0,0950; (▲) 0,0550; (▼) 0,0315, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO. 84

Figura 34 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (trilaurina + ácido cáprico +2-propanol) com $w_{trilaurina}$: (■) 0,1819; (●) 0,0850; (▲) 0,0610; (▼) 0,0233, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO. 85

Figura 35 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (tricaprilina + ácido palmítico +2-propanol) com $w_{tricaprilina}$: (■) 0,3165; (●) 0,1621; (▲) 0,0870; (▼) 0,0414; (◆) 0,0183, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO. 85

Figura 36 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (trioleína + ácido mirístico +2-propanol) com $w_{trioleína}$: (■) 0,3185; (●) 0,2182; (▲) 0,1656; (▼) 0,0970; (◆) 0,0330, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO. 86

Figura 37 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (trimiristina + ácido oléico +2-propanol) com $w_{trimiristina}$: (■) 0,1342; (●) 0,0630; (▲) 0,0286, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO. 86

Figura 38 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (tripalmitina + ácido caprílico +2-propanol) com $w_{tripalmitina}$: (■) 0,0853; (●) 0,0660; (▲) 0,0330, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO. 87

Figura 39 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (tricaprilina + ácido linolêico + etanol hidratado 5%) com $w_{tricaprilina}$: (■) 0,1657; (●) 0,0997; (▲) 0,040; (▼) 0,0249, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO. 87

Figura 40 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (tricaprilina + ácido láurico + etanol hidratado 5 %) com $w_{tricaprilina}$ = 0,1571, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO. 88

Figura 41 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (tricaprilina + ácido linolêico + etanol anidro) com $w_{tricaprilina}$: (■)0,2563; (●)0,1569; (▲)0,039, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO. 88

Figura 42 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (trioleína + ácido oleico + etanol anidro) com $w_{trioleína}$ = 0,3675, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO. 89

Figura 43 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (ácido caprílico (1) / ácido cáprico (2) / etanol anidro (3)), em função da temperatura. w_1/ w_2: (■) 0,0878/0,0866; (●) 0,0553 / 0,0545; (▲)0,0324 /0,0319. (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO. 90

Figura 44 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (ácido caprílico (1) / ácido cáprico (2) / etanol hidratado (3)), em função da temperatura. w_1/ w_2: (■) 0,0821/0,0743; (●) 0,0530 / 0,0479; (▲)0,0306 /0,0227. (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO. 90

Figura 45 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (ácido caprílico (1) / ácido cáprico (2) / 1- hexanol (3)), em função da temperatura w_1/ w_2: (■) 0,1156/0,1166; (●) 0,0516 / 0,0521; (▲)0,0300 /0,0303. (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO. 91

Figura 46 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (ácido caprílico (1) / ácido cáprico (2) / hexano (3)), em função da temperatura. w_1/ w_2: (■) 0,0785/0,0774; (●) 0,0464 / 0,0458; (▲)0,0298 /0,0294. (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO. 91

Figura 47 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (ácido caprílico (1) / ácido laurico (2) / etanol anidro (3)), em função da temperatura. w_1/

w_2: (■) 0,0932/0,0851; (●) 0,0595 / 0,0544; (▲)0,0339 /0,0310. (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO. 92

Figura 48 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (ácido caprílico (1) / ácido laurico (2) / etanol hidratado (3)), em função da temperatura w_1/ w_2: (■) 0,0853/0,0734; (●) 0,0546 / 0,0469; (▲)0,0324 /0,0279. (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO. 92

Figura 49 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (ácido caprílico (1) / ácido laurico (2) / 1- propanol (3)), em função da temperatura. w_1/ w_2: (■) 0,0843/0,0848; (●) 0,0530 / 0,0533; (▲)0,0303 /0,0305. (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO. 93

Figura 50 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (ácido caprílico (1) / ácido laurico (2) / 2- propanol (3)), em função da temperatura. w_1/ w_2: (■) 0,0843/0,0848; (●) 0,0511 / 0,0514; (▲)0,0281 /0,0283. (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO. 93

Figura 51 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (ácido caprílico (1) / ácido laurico (2) / 1- butanol (3)), em função da temperatura. w_1/ w_2: (■) 0,0879/0,0910; (●) 0,0525 / 0,0544; (▲)0,0298 /0,0308. (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO. 94

Figura 52 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (ácido caprílico (1) / ácido laurico (2) / 1- hexanol (3)), em função da temperatura. w_1/ w_2: (■) 0,1169/0,1120 (●) 0,0500 / 0,0479; (▲)0,0293 /0,0281. (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO. 94

Figura 53 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (ácido caprílico (1) / ácido laurico (2) / hexano (3)), em função da temperatura. w_1/ w_2: (■) 0,0768/0,0717 (●) 0,0482 / 0,0450; (▲)0,0301 /0,0282. (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO. 95

Figura 54 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (ácido caprílico (1) / ácido oléico (2) / etanol anidro (3)), em função da temperatura. w_1/ w_2: (■) 0,0806/0,0807; (●) 0,0527 / 0,0529; (▲)0,0300 /0,0301. (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO. 95

Figura 55 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (ácido caprílico (1) / ácido oléico (2) / etanol hidratado (3)), em função da temperatura. w_1/ w_2: (■) 0,0837 / 0,0828; (●) 0,0527 / 0,0521; (▲)0,0301 /0,0298. (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO. 96

Figura 56 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (ácido caprílico (1) / ácido linoleico (2) / etanol anidro (3)), em função da temperatura.

w_1/ w_2: (■) 0,0828/0,0836; (●) 0,0532 / 0,0537; (▲)0,0276 /0,0279. (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO. 96

Figura 57 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (ácido caprílico (1) / ácido linoleico (2) / etanol hidratado (3)), em função da temperatura. w_1/ w_2: (■) 0,0854 / 0,0833; (●) 0,0543 / 0,0529; (▲)0,0289 /0,0282. (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO. 97

Figura 58 – Propriedades físicas para o sistema (metil caprilato (1) / metil caprato (2)), em função da temperatura. w_1/ w_2: (■) 0,7996 / 0,2004; (●) 0,4999 / 0,5001; (▲)0,2003 /0,7997. (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO. 98

Figura 59 – Propriedades físicas para o sistema (metil caprilato (1) / metil laurato (2)), em função da temperatura. w_1/ w_2: (■) 0,7999 / 0,2001; (●) 0,4997 / 0,5003; (▲)0,1990 /0,8010. (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO. 98

Figura 60 – Propriedades físicas para o sistema (metil caprilato (1) / metil miristato (2)), em função da temperatura. w_1/ w_2: (■) 0,7923 / 0,2077; (●) 0,4989 / 0,5011; (▲)0,2022 /0,7978. (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO. 99

Figura 61 – Propriedades físicas para o sistema (metil caprilato (1) / metil palmitato (2)), em função da temperatura. w_1/ w_2: (■) 0,7965 / 0,2035; (●) 0,5095 / 0,4905; (▲)0,2001 /0,7999. (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO. 99

Figura 62 – Propriedades físicas para o sistema (metil caprilato (1) / metil estearato (2)), em função da temperatura. w_1/ w_2: (■) 0,8043 / 0,1957; (●) 0,5001 / 0,4999. (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO. 100

Figura 63 – Propriedades físicas para o sistema (metil caprilato (1) / metil oleato (2)), em função da temperatura. w_1/ w_2: (■) 0,7976 / 0,2024; (●) 0,5008 / 0,4992; (▲)0,2022 /0,7978. (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO. 100

Figura 64 – Propriedades físicas para o sistema (metil caprilato (1) / metil linoleato (2)), em função da temperatura. w_1/ w_2: (■) 0,7930 / 0,2070; (●) 0,5001 / 0,4999; (▲)0,2021 / 0,7979. (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO. 101

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Principais ácidos graxos saturados e insaturados presentes em óleos e gorduras. 26

Tabela 2 – Planejamento dos experimentos para sistemas contendo triacilglicerol (1) + ácido graxo (2) + etanol ou etanol azeotrópico como solvente (3). 46

Tabela 3 – Planejamento dos experimentos para sistemas contendo triacilglicerol (1) + ácido graxo (2) + solvente (3). 47

Tabela 4 – Planejamento dos experimentos para sistemas contendo misturas de ácidos graxos e solventes. 48

Tabela 5 – Planejamento dos experimentos para sistemas contendo misturas binárias de ésteres metílicos 49

Tabela 6 – Divisão de grupos considerando grupos característicos do modelo UNIFAC-VISCO 56

Tabela 7 – Nova proposta de divisão de grupos característicos dos compostos formadores das misturas de interesse. 57

Tabela 8 – Divisão de grupos segundo abordagem proposta por Hirata et al. (2013). 57

Tabela 9 – Parâmetros de interação entre grupos para o modelo UNIFAC-VISCO. 58

Tabela 10 – Banco de dados experimentais de misturas graxas para modelagem. 59

Tabela 11 – Sistemas utilizados para predição presentes em Granero et al. (2014). 59

Tabela 12 – Sistemas utilizados para predição presentes em Ayranci & Akgul (2003). 60

Tabela 13 – Sistemas utilizados para predição presentes em Rodriguez et al.(1994). 60

Tabela 14 – Dados de biodiesel utilizados para validar os parâmetros obtidos neste projeto. 61

Tabela 15 – Banco de dados da literatura de tensão superficial dos compostos graxos puros utilizados neste trabalho. 63

Tabela 16 – Parâmetros αmn do modelo UNIFAC-VISCO obtidos considerando divisão de grupos proposta de Chevalier et al.(1988). 68

Tabela 17 – Parâmetros α_{mn} do modelo UNIFAC-VISCO obtidos considerando nova proposta de divisão de grupos característicos. 68

Tabela 18 – Parâmetros α_{mn} do modelo UNIFAC-VISCO obtidos considerando divisão de grupos proposta por Hirata et al. (2013). 69

Tabela 19. Desvios médios relativos (DMR / %) para as viscosidades dos sistemas preditos. 103

Tabela 20 - Desvios médios relativos (DMR %) para as viscosidades calculadas pela Regra de Kay, GC-UNIMOD e UNIFAC-VISCO. 107

Tabela 21 – Tensão Superficial experimental ($\sigma_{experimental}$) para os solventes utilizados neste trabalho. 112

Tabela 22 - Tensão Superficial para sistemas (ácido graxo (1) + ácido graxo (2) + n - hexano). 113

Tabela 23 – Tensão Superficial para sistemas contendo misturas binárias de ésteres metílicos 114

Tabela 24 – Parâmetros de interação do modelo de Chunxi et al. (2001) para sistemas binários de ésteres metílicos. 115

Tabela 25 – Tensão Superficial para sistemas multicomponentes de ésteres metílicos similares à composição de biodiesel de coco, palma e soja. 116

Tabela 26 – Tensão Superficial para sistemas (triacilglicerol (1) / ácido graxo (2) / solvente). 117

Tabela 27 - Tensão Superficial para sistemas (ácido graxo (1) / ácido graxo (2) / etanol anidro). 118

Tabela 28 - Tensão Superficial para sistemas (ácido graxo(1) / ácido graxo (2) / etanol hidratado 5%). 118

Tabela 29 - Tensão Superficial para sistemas (ácido graxo(1) / ácido graxo (2) / 1 - propanol). 118

Tabela 30 - Tensão Superficial para sistemas (ácido graxo(1) / ácido graxo (2) / 2 - propanol). 119

Tabela 31 - Tensão Superficial para sistemas (ácido graxo(1) / ácido graxo (2) / 1 - butanol). 119

Tabela 32 - Tensão Superficial para sistemas (ácido graxo(1) / ácido graxo (2) / 1 - pentanol). 119

Tabela 33 - Tensão Superficial para sistemas (ácido graxo(1) / ácido graxo (2) / n - hexanol). 120

Tabela 34 – Densidade para ésteres metílicos e ácidos graxos puros, e sistemas adicionados de acilgliceróis parciais. 121

Tabela 35 – Viscosidade dinâmica para ésteres metílicos e ácidos graxos puros, e sistemas adicionados de dioleína. 122

Tabela 36 – Volume molar em excesso para sistemas binários e ternários adicionados de dioleína. 122

Tabela 37 – Valores calculados pelo modelo UNIFAC ELL de ln ($\gamma\infty$) para sistemas binários e ternários adicionados de dioleína. 123

Tabela 38 – Valores dos parâmetros A e B a T = 25ºC, para sistemas contendo dioleina em diluição infinita estudados neste projeto. 127

Nomenclatura

Lista de Símbolos

w_i	Fração mássica do componente i	
x_i	Fração molar do componente “i”	
M	Massa molar da mistura	$g.mol^{-1}$
M_i	Massa molar do componente “i” puro	$g.mol^{-1}$
R	Constante universal dos gases	$J.mol^{-1}.K^{-1}$
T	Temperatura absoluta	K
$\Delta^{*}G^{E}$	Energia livre molar de excesso de ativação para o fluido	$J.mol^{-1}$
$\Delta^{*}G^{EC}$	Parcela combinatorial da energia livre molar de excesso	$J.mol^{-1}$
$\Delta^{*}G^{ER}$	Parcela residual da energia livre molar de excesso	$J.mol^{-1}$
Z	Número de coordenação	-
q_i	Área superficial de van der Waals para o componente i	-
r_i	Volume superficial de van der Waals para o componente i	-
$n_k^{(i)}$	Número de grupos k no componente i	-
R_K	Parâmetros de volume dos grupos	-
Q_K	Parâmetro de área superficial dos grupos	-
X_m	Fração mássica do grupo	-

Letras gregas

$\gamma\infty$	Coeficiente de atividade na diluição infinita	-
ν	Viscosidade cinemática da mistura	$mm^2.s^{-1}$
ν_i	Viscosidade cinemática do componente “i” puro	$mm^2.s^{-1}$
η	Viscosidade dinâmica	Pa·s

ρ	Densidade	$g \cdot cm^{-3}$
γ_i^*	Coeficiente de ativação do fluido	-
$\emptyset_i$	Fração de volume molecular	-
Θ_i	Fração de área superficial molecular	-
A	Parâmetro de interação entre os grupos	K
Φ	Parâmetro de interação entre os grupos dependente da temperatura	-

Abreviações

R	Radical de cadeia carbônica
ELL	Extração Líquido – Líquido
DMR	Desvio médio relativo
Exp	Experimental
Calc	Calculado
TAG	Triacilglicerol
AG	Ácido Graxo

Sumário

1 Introdução 23

2 Revisão Bibliográfica 25

2.1 Lipídeos: Visão Geral 25

2.1.1 Óleos e Gorduras na Indústria de Alimentos 26

2.1.2 Biodiesel 29

2.2 Propriedades Físicas em Sistemas Graxos 31

2.2.1 Densidade 32

2.2.2 Viscosidade 34

2.2.3 Tensão Superficial 38

2.3 Métodos para Cálculo de Propriedades Físicas 39

2.4 Propriedades em Excesso e Coeficiente de Atividade na Diluição Infinita 42

3 Objetivos 44

4 Material e Métodos 45

4.1 Material 45

4.2 Métodos 46

4.2.1 Planejamento dos Experimentos 46

4.2.2 Determinação Experimental das Propriedades Físicas 50

4.2.3 Cálculo das Propriedades Físicas 51

4.2.4 Método de convergência e Avaliação de Desempenho 65

5 Resultados e Discussão 67

5.1 Densidade e Viscosidade 67

5.1.1 Ajuste de Parâmetros do Modelo UNIFAC-VISCO 67

5.1.2 Avaliação da Capacidade Preditiva dos Parâmetros UNIFAC-VISCO 103

5.1.3 Cálculos de viscosidade e densidade utilizando outros modelos da literatura 105

5.2 Tensão Superficial 112

5.3 Coeficiente de Atividade e Volume Molar de Excesso 121

5.3.1 Dados Experimentais 121
5.3.2 Equação Desenvolvida 124

6 Conclusões 128

7 Sugestões para Trabalhos Futuros 130

8 Memória da Pós-Graduação 131

9 Referências 135

Apêndices 147

1 INTRODUÇÃO

Óleos vegetais e gorduras são compostos por triacilgliceróis e, em menor proporção, ácidos graxos livres, mono e diacilgliceróis, e outros componentes lipossolúveis como vitaminas e esteróis. A maioria dos óleos vegetais precisa passar por um processo de refino antes de sua comercialização e aplicação em escala industrial, pois é necessária a remoção de alguns compostos minoritários para assegurar maior estabilidade e qualidade ao produto (VAISALI et al., 2015).

As principais operações envolvidas no processo de refino são degomagem, desacidificação, branqueamento e deodorização. Destas operações, a desacidificação tem grande impacto na estabilidade oxidativa, pois promove a remoção de ácidos graxos livres, e também no custo, uma vez que o rendimento de triacilgliceróis nesta etapa define o sucesso do processo. Considerando os óleos como matérias primas para a produção de biodiesel, a etapa de desacidificação também se mostra relevante para este, pois elevados teores de ácidos graxos livres inviabilizam a transesterificação alcalina (SANAIOTTI et al., 2010; VAISALI et al., 2015). Outros processos estudados na tentativa de otimizar esta etapa são reesterificação do ácido graxo livre a acilgliceróis neutros, uso de membranas e extração com solvente. A aplicação de extração com solventes surge como uma alternativa vantajosa, uma vez que pode ser realizada em condições amenas e gera menores perdas de triacilgliceróis, pois se baseia nas diferenças de solubilidade entre estes e os ácidos graxos livres no solvente utilizado (VAISALI et al., 2015).

Desta forma, a extração liquido-líquido torna-se uma alternativa aos tradicionais processos de refino, porém para que seja procedida de forma satisfatória é necessário conhecer informações sobre o equilíbrio de fases dos sistemas para visualizar a região na qual as fases coexistem em equilíbrio termodinâmico. Estes estudos de equilíbrio são necessários para a projeção e operação de extratores e equipamentos para recuperação do solvente (CUEVAS et al.,2010). Além de dados de equilíbrio, é necessário avaliar as propriedades que afetam o processo de extração líquido-líquido, tais como densidade, viscosidade e tensão superficial das substâncias envolvidas e das fases formadas na extração, pois estes parâmetros são essenciais no projeto de tubulações e equipamentos, utilizados na indústria de óleos e gorduras, assim como na simulação e otimização de processos, uma vez que afetam características de fluxo, perda de energia por atrito, transferência de massa e energia (CERIANI et al., 2007).

Neste contexto, o estudo de sistemas-modelo contendo compostos graxos e solventes é de grande interesse industrial, pois permite a avaliação do comportamento termodinâmico dos fluidos, o qual pode ser extrapolado para sistemas não–ideais, levando ao aprimoramento nos processos de obtenção e purificação de óleos vegetais, além de melhoria no processo de produção de biocombustíveis. No caso do biodiesel, a densidade e viscosidade são parâmetros de qualidade que podem levar a problemas nos motores inicialmente projetados para funcionar com diesel de petróleo (DABDOUB et al., 2009).

A criação de um banco de dados experimental consistente possui como principal entrave o fato de existir uma infinidade de combinações de condições de interesse que afetariam estas propriedades físicas e tornariam o processo de aquisição de dados inviável. Consequentemente, métodos para estimar estas propriedades em diferentes condições experimentais são de grande importância prática (CERIANI et al., 2011; PRATAS et al., 2011a).

Os modelos de contribuição de grupos para o cálculo de propriedades físicas, GCVOL (ELBRO et al., 1991) para a densidade de compostos puros, e GC-UNIMOD (CAO et al., 1993) e o UNIFAC-VISCO (CHEVALIER et al., 1988) para a viscosidade, consideram as propriedades dos grupos funcionais que constituem as moléculas e suas interações. Esta propriedade aditiva é a grande vantagem destes modelos, pois a quantidade de informações necessárias para determinar as propriedades de uma mistura qualquer fica reduzida uma vez que o número de grupos funcionais é bem menor comparado ao número de moléculas de interesse.

Desta forma, esta tese de doutorado teve por finalidade realizar um estudo abrangente das principais propriedades físicas de sistemas-modelo graxos a partir dos quais foi possível avaliar o comportamento destes pelo ajuste de parâmetros e extrapolar para sistemas reais, por meio da predição de dados utilizando modelos de contribuição de grupos. Além disso, uma equação para estimar a concentração de compostos residuais em óleos e biodiesel foi desenvolvida.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Lipídeos: Visão Geral

Lipídeos são macronutrientes essenciais aos seres vivos atuando como reserva energética, além de possuírem funções estruturais, metabólicas, como hormônios, cofatores enzimáticos, e transportadores de vitaminas lipossolúveis (AKSOY et al., 2014; GUNSTONE, 2008; SOLOMONS & FRYHLE, 2012).

São compostos biológicos solúveis em solventes orgânicos e imiscíveis em água, e podem ser classificados, dependendo do seu estado físico em temperatura ambiente, como gorduras (sólidas) ou óleos (líquidos). Gorduras possuem predominância de triacilgliceróis compostos por ácidos graxos saturados o que lhes confere a característica de ser sólida a temperatura ambiente. Já a denominação azeite se refere à parte do vegetal de qual é extraído o material graxo; óleos são extraídos a partir da semente de oleaginosas, azeites a partir dos frutos (GUNSTONE, 2008; MCCLEMENTS & DECKER, 2010; SOLOMONS & FRYHLE, 2012).

Os compostos lipídicos também podem ser classificados pela natureza do ácido e álcool, pelo grau de polaridade, pela capacidade de reagir na presença de compostos alcalinos. A variedade de tipos estruturais que esta classe engloba é consequência de sua definição ser baseada na operação física utilizada para isolamento do composto e não na forma estrutural como ocorre, por exemplo, em carboidratos e proteínas. Dentro deste grupo estão os acilgliceróis, ácidos graxos e fosfolipídios (GUNSTONE, 2008; MCCLEMENTS & DECKER, 2010; SOLOMONS & FRYHLE, 2012).

Apesar de ácidos graxos livres estarem presentes em proporções baixas, estes são constituintes das moléculas de triacilglicerol e, desta forma, o perfil de ácidos graxos terá grande impacto nas propriedades físico-químicas do óleo (GUNSTONE, 2008). Em óleos e gorduras, os ácidos graxos são geralmente alifáticos saturados (láurico, mirístico, palmítico, esteárico) ou insaturados (oleico, linoleico, araquidônico) sendo estes últimos raramente encontrados na forma ramificada em alimentos (RIBEIRO & SERAVALLI, 2004). A Tabela 1 apresenta os principais ácidos graxos saturados e insaturados que formulam óleos e gorduras.

Tabela 1 – Principais ácidos graxos saturados e insaturados presentes em óleos e gorduras.

	Nome Comum	Nome Sistemático	Fórmula
Saturados	Butirico	Ácido Butanóico	$H_3C\text{-}(CH_2)_2\text{-}COOH$
	Capróico	Ácido Hexanóico	$H_3C\text{-}(CH_2)_4\text{-}COOH$
	Caprílico	Ácido Octanóico	$H_3C\text{-}(CH_2)_6\text{-}COOH$
	Cáprico	Ácido Decanóico	$H_3C\text{-}(CH_2)_8\text{-}COOH$
	Láurico	Ácido Dodecanóico	$H_3C\text{-}(CH_2)_{10}\text{-}COOH$
	Mirístico	Ácido Tetradecanóico	$H_3C\text{-}(CH_2)_{12}\text{-}COOH$
	Palmítico	Ácido Hexadecanóico	$H_3C\text{-}(CH_2)_{14}\text{-}COOH$
	Esteárico	Ácido Octadecanóico	$H_3C\text{-}(CH_2)_{16}\text{-}COOH$
	Araquídico	Ácido Eicosanóico	$H_3C\text{-}(CH_2)_{18}\text{-}COOH$
	Behênico	Ácido Docosanóico	$H_3C\text{-}(CH_2)_{20}\text{-}COOH$
Insaturados	Caproléico	Ácido 9-decenóico	$C_9H_{17}\text{-}COOH$
	Lauroléico	Ácido 9-dodecenóico	$C_{11}H_{21}\text{-}COOH$
	Miristoléico	Ácido 9-tetradecenóico	$C_{13}H_{25}\text{-}COOH$
	Oléico	Ácido 9-cis-octadecenóico	$C_{17}H_{33}\text{-}COOH$
	Gadoléico	Ácido 9-ecosenóico	$C_{19}H_{37}\text{-}COOH$
	Linoléico	Ácido 9,12-octadecadienóico	$C_{17}H_{31}\text{-}COOH$
	Linolênico	Ácido 9,12,15-octadecatrienóico	$C_{17}H_{29}\text{-}COOH$

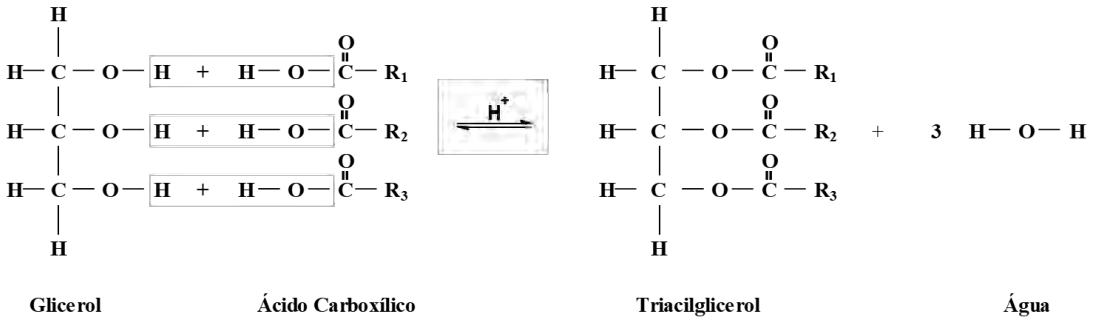
Fonte: Adaptado de Ribeiro, E.P.; Seravalli, E.A.G. Lipídeos. In: Ribeiro, E.P.; Seravalli, E.A.G. Química dos alimentos. Editora Edgard Blucher LTDA, 1ª Edição, p.111-143, 2004.

Além de importantes na nutrição humana, óleos vegetais e gorduras possuem importante função tecnológica e atuam como insumos para as indústrias química, farmacêutica, cosmética e alimentícia (AKSOY et al., 2014; CERIANI et al., 2008; ESTEBAN et al., 2012). Na indústria de alimentos são utilizados como ingredientes em formulações, conferindo características de textura, sabor, aparência e palatabilidade aos alimentos, além de atuarem como meio de transferência de calor no processo de fritura.

2.1.1 Óleos e Gorduras na Indústria de Alimentos

Óleos e gorduras são compostos majoritariamente por triacilgliceróis (TAG), podendo conter, em menor proporção, ácidos graxos livres, acilgliceróis parciais (mono- e diacilgliceróis) e outros componentes lipossolúveis como vitaminas e esteróis (GUNSTONE, 2008). A Figura 1 apresenta a reação de formação de um TAG.

Figura 1 – Reação de formação de um triacilglicerol.



Fonte: Própria autoria.

Na reação de esterificação, apresentada na Figura 1, o glicerol reage com três ácidos carboxílicos, que podem ou não ter os radicais R iguais, gerando um triacilglicerol e três moléculas de água. Os radicais R_1, R_2 e R_3 irão diferenciar os triacilgliceróis existentes. Caso o glicerol tenha somente dois H substituídos, o resultado será um diacilglicerol; se somente um H for substituído, o produto será um mono-acilglicerol.

As principais fontes de insumos graxos são palma, soja, colza (canola) e girassol. A soja vem há tempos ganhando destaque, principalmente em países como Estados Unidos, Argentina, Brasil e China (USDA, 2017). Esta oleaginosa gera proteína de alta qualidade (79%) e óleo (18%) cuja composição majoritária é ácido linoleico (54%) e linolênico (11%). A aplicação industrial de óleos vegetais depende da composição de ácidos graxos a qual muda com a variedade genética, a estação do ano, condições climáticas, tipo de solo (AKSOY, 2014; GUNSTONE, 2008, NUNES, 2007).

O processo de obtenção de óleos e gorduras engloba as etapas de extração e refino. A etapa de refino é necessária para a remoção de produtos indesejáveis presentes no óleo bruto, como ácidos graxos livres, ceras, e produtos de oxidação (GUNSTONE, 2008; VAISALI et al., 2015).

A partir da matéria prima oleaginosa faz-se a extração do óleo a qual pode ser realizada por prensagem, pela utilização de solventes ou pela combinação dos dois métodos. Em alguns casos, procedimentos preparatórios à extração são necessários para aumentar a acessibilidade ao óleo, otimizando esta etapa. São etapas preliminares: limpeza, descorticação, descascamento, trituração, cozimento, laminação ou extrusão (CAPELLINI, 2013; CUEVAS, 2010). Para a utilização do produto obtido da extração, é necessária a adequação do óleo bruto aos padrões de qualidade vigentes e, para tanto, procede-se o refino de óleos.

O refino tem como principais objetivos a remoção de compostos indesejáveis (ácidos graxos livres, produtos de oxidação, metais, entre outros), a preservação dos triacilgliceróis presentes e redução de suas perdas, redução do nível de pigmentos. As principais operações envolvidas no processo são degomagem, desacidificação, branqueamento e deodorização. Destas operações, a desacidificação pode ser considerada a mais importante tanto na estabilidade oxidativa, pela remoção de ácidos graxos livres, quanto no custo, pois a perda de triacilgliceróis nesta etapa é elevada. Considerando os óleos como matérias primas para a produção de biodiesel, a etapa de desacidificação também se mostra relevante para este biocombustível, uma vez que a presença de ácidos graxos livres pode levar a formação de compostos com elevado poder surfactante com o catalisador alcalino da reação de transesterificação o que levaria à necessidade de etapas de purificação com possível alteração nos valores de tensão superficial do combustível (SANAIOTTI et al., 2010; VAISALI et al., 2015).

A desacidificação convencional ou química é realizada pela adição de um composto alcalino (por exemplo, hidróxido de sódio) o qual forma um precipitado com os ácidos graxos livres. O composto formado é removido por centrifugação ou lavagem. Apesar deste método ser amplamente empregado por gerar um produto com parâmetros de qualidade aceitáveis, há maior perda de óleo neutro e maior geração de resíduos (GIBON et al., 2007; VAISALI et al., 2015).

No refino físico, os processos de desacidificação e deodorização são realizados simultaneamente por diferença de volatilidade entre os componentes. Nesta operação, temperaturas elevadas e baixas pressões são aplicadas e estas condições podem levar a reações de degradação em ácidos graxos insaturados (CMOLÍK e POKORNY, 2000).

Na tentativa de otimizar esta etapa, processos como a reesterificação do ácido graxo livre a acilgliceróis neutros, uso de membranas e extração com solvente têm sido estudados. A aplicação de extração com solventes surge como uma alternativa vantajosa que leva a menores perdas de triacilgliceróis, uma vez que pode ser realizada em condições amenas, pois se baseia nas diferenças de solubilidade entre TAG e ácidos graxos livres no solvente utilizado (VAISALI et al., 2015).

Desta forma, a extração liquido-líquido torna-se uma alternativa aos tradicionais processos de refino, porém para que seja procedida de forma satisfatória é necessário conhecer informações sobre o equilíbrio de fases dos sistemas para visualizar a região na qual as fases coexistem em equilíbrio termodinâmico. Estes estudos de equilíbrio são

necessários para o projeto e operação de extratores e equipamentos para recuperação do solvente (CUEVAS et al.,2010).

Além de dados de equilíbrio, é necessário avaliar as propriedades que afetam o processo de extração líquido-líquido, tais como densidade, viscosidade e tensão superficial das substâncias envolvidas e das fases formadas na extração, pois estes parâmetros são essenciais no projeto de tubulações e equipamentos, utilizados na indústria de óleos e gorduras, assim como na simulação e otimização de processos, uma vez que afetam características de fluxo, perda de energia por atrito, transferência de massa e energia (CERIANI et al., 2007).

2.1.2 Biodiesel

As matérias primas lipídicas podem ser utilizadas como fontes energéticas (ALPTEKIN & CANAKCI, 2008), porém as dificuldades operacionais associadas ao uso de óleos vegetais em motores a diesel foram prontamente percebidas principalmente devido ao elevado valor de viscosidade cinemática daqueles (KNOTHE, 2014; KNOTHE & RAZON, 2017). O primeiro relato do uso de ésteres graxos como combustível foi feito por Chavanne (1937) que patenteou o processo de geração de ésteres etílicos de óleo de palma.

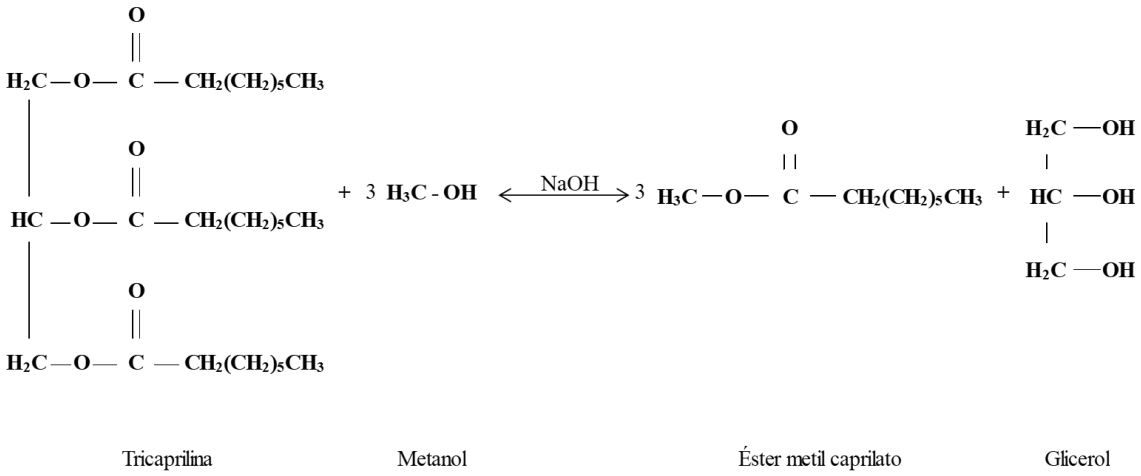
Apesar das principais fontes de energia da atualidade serem o petróleo, gás natural e carvão, a necessidade pela busca de fontes renováveis e o aumento da consciência ambiental levaram ao aumento de interesse por combustíveis alternativos (AKSOY et al., 2014). Além disso, países importadores de petróleo buscam fontes substitutas para diminuir a dependência energética sobre economias estrangeiras (AKSOY et al., 2014; ALPTEKIN & CANAKCI, 2008; KNOTHE & RAZON, 2017).

O biodiesel, além de ser um combustível de fonte renovável, possui propriedades similares às do diesel de petróleo, podendo ser usado em motores que funcionam a base deste combustível (BAROUTIAN et al., 2008; KNOTHE & RAZON, 2017). Sua produção em escala industrial data de 1992 pela União Européia, e 1993 nos Estados Unidos. Nestas economias, os principais insumos para produção do biocombustível são canola e soja, respectivamente (ALPTEKIN & CANAKCI, 2008).

O processo de obtenção mais comum do biodiesel é a transesterificação do óleo vegetal com um álcool mono-hidratado (KNOTHE & RAZON, 2017). Nesta reação, os

triacilgliceróis reagem com um álcool na presença de um catalisador alcalino e são convertidos em ésteres como mostrado na Figura 2.

Figura 2 – Reação de formação de éster metil caprilato.



Fonte: Própria autoria.

O perfil de ácidos graxos do biodiesel corresponde ao perfil do óleo a partir do qual é produzido. Os álcoois que podem ser utilizados neste processo são metanol, etanol, propanol, butanol e pentanol. No entanto, metanol é o solvente mais utilizado em escala comercial por produzir o biodiesel em menor custo, menor temperatura e tempo de reação. No caso do etanol, apesar deste ser um produto menos nocivo ao ambiente e de testes mecânicos mostrarem que o biodiesel de éster etílico tem pontos significantemente menores de fumaça, menor opacidade e temperatura de exaustão, a formação de emulsão com o óleo torna a separação deste tipo de éster muito difícil (BAROUTIAN et al., 2008; KNOTHE & RAZON, 2017).

Os produtos da reação de esterificação são éster e glicerol, porém também são gerados produtos intermediários (mono- e diacilgliceróis) que podem levar a problemas de combustão além da possibilidade de deposição, o que poderia ocasionar entupimento dos bicos injetores do motor. Para remover estes compostos indesejáveis, faz-se a purificação dos ésteres, sendo esta uma etapa importante devido aos aspectos relacionados à qualidade do combustível (KNOTHE e STEIDLEY, 2005; KRISNANGKURA et al., 2006; PRATAS et al., 2011).

As propriedades do biodiesel serão afetadas pela matéria-prima utilizada, pelo álcool reagente e catalisador usado na sua produção. A normatização destas propriedades é estabelecida no Brasil pela RESOLUÇÃO ANP nº 45, de 25 de agosto de 2014, pela

norma ASTM D-6751 nos Estados Unidos, e EN-14214 na Europa. Quando dentro dos limites estabelecidos, o biodiesel pode ser usado na maioria dos motores sem a necessidade de modificações (ALPTEKIN & CANAKCI, 2008; ANP, 2014).

2.2 Propriedades Físicas em Sistemas Graxos

Em todas as áreas da ciência e engenharia de alimentos existe a necessidade do conhecimento das propriedades associadas aos fenômenos de transporte, as quais são necessárias para auxiliar na solução de problemas de preservação, processos, armazenamento, consumo e manejo dos alimentos e de seus resíduos, além de serem necessárias para o projeto de equipamentos, tubulações, bombas e outros acessórios envolvidos na produção em escala industrial. Tanto para óleos vegetais e gorduras quanto para o biodiesel, as propriedades físicas dependem principalmente dos ácidos graxos dos quais estes são derivados (RAHMAN, 2009; GUNSTONE, 2008).

Em óleos vegetais e gorduras, densidade e viscosidade são utilizadas como critério para avaliar a aplicação tecnológica destes insumos. São propriedades que definem o delineamento de processos, equipamentos, e aplicação em produtos (RIBEIRO & SERAVALLI, 2004). A densidade é uma propriedade característica das substâncias definida como a medida de massa por unidade de volume. Em óleos vegetais, seu valor diminui linearmente com a temperatura (ESTEBAN et al., 2012).

A viscosidade é uma propriedade de transporte que fornece uma medida do atrito interno do fluido e afeta o perfil de fluxo em diferentes temperaturas. Os óleos possuem viscosidade relativamente alta devido a atrações intermoleculares de suas cadeias longas de moléculas de acilgliceróis. Em geral, a viscosidade aumenta com o peso molecular, mas diminui com o aumento de insaturações e temperatura. O estudo desta propriedade permite avaliar a estrutura e interações em misturas e é necessário para avaliar o transporte de massa e calor (ALI et al., 2008; AZIAN et al., 2001).

Densidade e viscosidade são propriedades chave em combustíveis, pois afetam características de desempenho do motor, como número de cetano e capacidade calorífica. Além disso, mudanças na densidade influenciarão os sistemas de injeção e de saída do combustível (ALPTEKIN & CANAKCI, 2008). Dados de densidade em função da temperatura são necessários para modelar os processos de combustão e esta propriedade depende do peso molecular, concentração de ácidos graxos livres, umidade e temperatura (ALLEN et al., 1999a; BAROUTIAN et al., 2008). Uma vez que as propriedades do

biodiesel são determinadas principalmente pela sua composição em ésteres de ácidos graxos, informações sobre as propriedades dos componentes puros e suas interações são essenciais para a modelagem e predição das propriedades dos biocombustíveis (IVANIS et al., 2016; KNOTHE & STEIDLEY, 2011). A densidade e viscosidade devem se enquadrar nos valores estabelecidos pelas normas ASTM 6751 D, EN 14214, ANP 07/2008. Segundo estas, a densidade a 15°C pode variar entre 0,860-0,900 g/cm³ e a viscosidade cinemática a 40°C, entre 3,5 a 5,0 mm²/s. Valores destas propriedades que não se enquadrem nestas faixas podem levar a problemas nos motores inicialmente projetados para funcionar com diesel de petróleo (DABDOUB et al., 2009).

Além das propriedades citadas, a tensão superficial também se relaciona à qualidade do combustível, uma vez que o biodiesel apresenta uma desvantagem técnica quando comparado ao diesel por possuir valores mais elevados de tensão superficial o que dificulta sua atomização no motor, sendo este um importante parâmetro a ser avaliado e estudado (EJIM et al., 2007; SHU et al., 2008).

A literatura reporta dados de densidade, viscosidade e tensão superficial para compostos graxos puros, misturas-modelo dos mesmos, óleos vegetais, e biodiesel, e um resumo destes dados será apresentado nos tópicos a seguir.

2.2.1 Densidade

Liew et al. (1991) reportaram dados de densidade em função da temperatura para quatro ácidos graxos de cadeia longa. Os dados foram correlacionados por regressão linear, com R^2 maior que 0,99. Procedimento semelhante foi realizado por Liew et al. (1992) na estimativa de densidade para os ésteres metílicos dos ácidos graxos hexanóico, heptanóico, octanóico, decanóico.

Eiteman e Goodrum (1994) obtiveram dados de densidade de triacilgliceróis de baixo peso molecular (tributirina, tricaproina e tricaprilina) e suas misturas. Os dados obtidos foram comparados com os calculados por uma regra de mistura simples e os erros obtidos foram menores do que 1%. Rodriguez et al. (1994) obtiveram dados de densidade de sistemas binárias constituídos de triacilglicerol (triacetina, tributirina ou tricaprilina) e solvente alcóolico (butanol, etanol ou hexanol).

Cedeño et al. (1999) correlacionaram a densidade dos ácidos graxos palmítico, esteárico e oleico utilizando uma equação modificada de Rackett (RACKETT, 1970), obtendo erros menores do que 1%.

Ceriani et al. (2008) publicaram dados de densidade dos óleos de babaçu, buriti, castanha do pará, macadâmia e semente de uva, além de três blends de óleo de buriti e soja em função da temperatura e correlacionaram estes dados pelo método preditivo descrito por Halvorsen et al. (1993). O mesmo método foi utilizado na predição de dados de densidade de sistemas compostos por óleos vegetais (ou gordura animal), ácidos graxos, etanol e água no trabalho publicado por Granero et al. (2014) e o desvio máximo obtido foi menor que 0,54%.

Sanaiotti et al. (2010) obtiveram dados de densidade em um estudo de equilíbrio liquido – liquido para o sistema (óleo de soja + ácido linoleico + etanol) com diferentes concentrações de água. No estudo de biocombustíveis, Baroutian et al. (2008) obtiveram dados de densidade em função da temperatura para biodiesel de éster etílico de óleo de palma, arroz, soja, canola. Os autores utilizaram os dados obtidos para validar um método preditivo baseado na equação modificada de Rackett e obtiveram desvios menores que 0,5%.

Benjumea et al. (2008) estudaram a densidade de blends de biodiesel de éster metílico de óleo de palma com diesel. Os autores obtiveram dados experimentais da propriedade e avaliaram o desempenho de regras de misturas na predição da propriedade. Para tanto, utilizaram a regra de mistura de Kay para predizer a densidade obtendo desvio médio relativo máximo de 0,15%.

Em seu estudo sobre entalpia molar em excesso de sistemas compostos por éster propil proprianato e solventes em diferentes concentrações a 298.15 K, Casas et al. (2000) obtiveram dados experimentais de densidades, viscosidades e índice de refração dos mesmos sistemas, porém estes não foram correlacionados a nenhum modelo. De maneira semelhante, a densidade de ésteres metílicos de óleo de colza foi medida por Dzida e Prusakiewicz (2008) em um estudo comparativo entre diesel, biodiesel e blend de diesel e biodiesel.

Pratas e Freitas (2010) mediram as densidades de caprilato, caprato, laurato, miristato, palmitato, estearato e oleato de etila e dos ésteres metílicos caprilato, caprato, laurato, miristato, palmitato, estearato e oleato. Os autores utilizaram o modelo GC-VOL na predição dos dados, obtendo desvios menores que 1%.

O modelo GC-VOL também foi utilizado por Pratas et al. (2011a) na predição de densidade de dez tipos de biodiesel e o desvio médio relativo obtido foi menor que 0,3%. No mesmo trabalho foi testada uma regra de mistura (Regra de Kay) para estimar a propriedade e resultado semelhante ao do modelo GC-VOL foi observado.

As densidades de cinco óleos vegetais e de um diesel comercial foram obtidas e ajustados por um modelo estatístico em um trabalho publicado por Esteban et al. (2012). Os autores obtiveram erro máximo de 8,41%.

Ivanis et al (2016) correlacionaram valores de densidade de biodiesel de óleo de girassol e de gordura suína pela equação modificada de Tammann–Tait obtendo um desvio médio relativo aproximado de 0,006% para todas as amostras.

2.2.2 Viscosidade

Edujee e Boyes (1980) estudaram misturas contendo trioleína, ácido oleico e solventes. Os dados obtidos pelos autores foram correlacionados pela equação de McAllister (McALLISTER, 1960) resultando em desvios médios menores que 4% para sistemas (ácido oleico + solvente) e entre.15 a 20 % para sistemas (trioleína + solvente).

Noureddini et al. (1992) reportaram dados de viscosidade em função da temperatura para os óleos de milho, soja, crambe, colza, coco, além de dados para oito ácidos graxos. Os autores utilizaram a equação do tipo Andrade (ANDRADE, 1930) para correlação e obtiveram desvio médio relativo menor que 2%. Rabelo et al. (2000) utilizaram equação similar para o ajuste aos dados de viscosidade para os ácidos graxos linoleico e oleico, e para o triacilglicerol trilinoleina, e o modelo GC-UNIMOD para dois sistemas multicomponentes dos compostos citados. O desvio máximo obtido foi de 15%.

Eiteman e Goodrum (1994) determinaram a viscosidade em função da temperatura para tributirina e misturas binárias deste triacilglicerol com tricaproina, tricaprilina e diesel. A estimativa dos dados foi feita por uma lei de potência que correlaciona a viscosidade à taxa de cisalhamento, também medida pelos autores.

Valeri e Meirelles (1997) obtiveram dados de viscosidade em função da temperatura para os ácidos graxos pelargônico, cáprico, láurico, mirístico, palmítico, esteárico e oleico, para os triacilgliceróis tricaprilina, tripalmitina, triestearina e trioleína e para misturas binárias dos compostos. Equações do tipo Andrade foram utilizadas para correlacionar os dados de viscosidade dos compostos puros obtendo desvio menores do

que 2,51% para ácidos graxos e 0,86% para triacilgliceróis; para misturas binárias foi utilizado o modelo de McAllister, resultando em desvios menores do que 1,05% para misturas contendo ácidos graxos e 0,66% para misturas contendo triacilglicerol.

Cedeño et al. (1999) obtiveram dados experimentais de viscosidade dos ácidos graxos esteárico, oleico e palmítico em um estudo sobre as propriedades físicas destes compostos. Os autores também correlacionaram os dados obtidos utilizando uma equação do tipo Andrade.

Azian et al. (2001) correlacionaram as viscosidades dos triacilgliceróis tripalmitina, trilaurina, trimiristina, triestearina, trioleína e trilinoleina, de suas misturas e de óleo de palma, utilizando uma equação modificada do tipo Andrade obtendo desvio máximo de 7%. Cedeño et al. (2000) utilizaram o mesmo tipo de equação para correlacionar a viscosidade dos ácidos graxos (hexadecanóico, octadecanóico e cis-9-octadecanóico) e obtiveram valores de desvio menores do que 0,3%.

Resa et al. (2002) analisaram as viscosidades de sistemas binários constituídos por azeite de oliva e diferentes álcoois, além de misturas de óleo de soja ou girassol com 2-propanol. Rodriguez et al. (1994) obtiveram dados de viscosidade de sistemas binárias constituídos de triacilglicerol e solvente alcóolico e ajustaram os dados utilizando a equação de Hildebrand, porém esta não se mostrou um modelo apropriado para sistemas graxos.

As viscosidades em função da taxa de cisalhamento para os óleos de soja, girassol, oliva, colza e arroz foram reportadas por Santos et al. (2005) em um estudo sobre alterações de parâmetros reológicos de óleos quando expostos a aquecimento e resfriamento.

Fasina et al. (2006) obtiveram dados experimentais de 12 óleos vegetais para avaliar três modelos para viscosidade (Williams-Landel-Ferry modificada, lei de potência, e Arrhenius). Fernandez-Martin e Montes (1976) reportaram dados de viscosidade dos ácidos graxos n-dodecanoico, n-tetradecanoico, n-hexadecanoico e n-octadecanoico e de misturas binárias destes.

Ceriani et al. (2007) propuseram um modelo de contribuição de grupos para estimar a viscosidade dinâmica de compostos graxos. Neste trabalho, os autores utilizaram o modelo desenvolvido para a predição de dados de viscosidade ésteres insaturados, do ácido linolênico e do triacilglicerol trilinolenina, e os desvios obtidos foram menores do que 7%. O modelo foi posteriormente utilizado por Pratas e Freitas

(2010) para predizer as viscosidades de sete ésteres etílicos e oito ésteres metílicos, e os autores obtiveram desvios entre 3 a 15%.

Gonçalves et al. (2007) apresentaram dados de viscosidades de misturas de ácidos graxos, triacilgliceróis e ésteres metílicos com o intuito de ampliar o banco de dados experimentais existente na literatura. Os autores utilizaram a regra de Kay modificada, o modelo de Kendall e Moore e o modelo GC-UNIMOD na predição dos sistemas estudados obtendo desvios menores que 10%.

Os dados de viscosidade de cinco óleos vegetais foram publicados por Ceriani et al. (2008) em um trabalho que testou a capacidade preditiva de modelos da literatura para viscosidade, dentre eles o modelo de Ceriani e Meirelles, o modelo de contribuição de grupos GC-UNIMOD, e a Regra de Kay, obtendo desvios máximos de 24%, 26% e 26%, respectivamente.

Koh et al. (2009) obtiveram dados de viscosidade de misturas de um triacilglicerol de cadeia média (produzido a partir da reação de esterificação dos ácidos graxos oleico e cáprico e glicerol) com óleo de soja ou oleína de palma. Os dados obtidos pelos autores foram ajustados utilizando a Equação de Arrhenius e obtiveram valores de R^2 maiores que 0,98 indicando boa representação dos dados pelo modelo utilizado.

Sanaiotti et al. (2010) estudaram sistemas constituídos por óleo de soja, ácido linolêico e etanol hidratado. Os autores obtiveram as viscosidades de fases em equilíbrio líquido- líquido e correlacionaram os dados utilizando a Equação de Kendall e Monroe com desvios menores do que 4,91%.

Esteban et al. (2012) analisaram as viscosidades de amostras de óleos vegetais de soja, girassol, palma, semente de uva e colza, além de um diesel comercial. Os autores utilizaram um ajuste linear para caracterizar a dependência da viscosidade com a temperatura. O mesmo procedimento de modelagem foi utilizado por Liew et al. (1991) que reportaram as viscosidades dos ácidos graxos octanóico, decanóico, dodecanóico e tetradecanóico. Os autores obtiveram R^2 maior do que 0,99.

Aksoy et al. (2014) obtiveram dados de viscosidade de óleos de papoula e avelã e estimaram a propriedade utilizando uma rede neural resultando em valores de R^2 maiores que 0,99.

Sistemas contendo compostos graxos e solventes alcoólicos foram pouco explorados. A viscosidade de sistemas constituídos por ácidos graxos (láurico, palmitico ou esteárico) e solvente 2-butanol foram obtidas por Ayranci e Akgul (2003) em função da concentração do ácido graxo e variando a temperatura.

Granero et al. (2014) estudaram as viscosidades de sistemas graxos contendo solventes alcóolicos. No trabalho, os autores utilizaram óleo de canola, óleo de girassol, gordura suína, ácidos graxos comerciais oleico e linoleico. Os sistemas foram avaliados utilizando as regras de Kay simples e modificada, e o modelo de contribuição de grupos GC-UNIMOD para ajuste dos dados. Para a maioria dos sistemas estudados, os autores obtiveram desvios em torno de 10%.

Para o biodiesel, a viscosidade cinemática dos compostos graxos é influenciada de maneira significativa por fatores estruturais como comprimento de cadeia, posição e número de duplas ligações. Os ésteres ramificados melhoraram as propriedades do combustível a baixa temperatura, e são competitivos com outros ésteres em termos de viscosidade cinemática (KNOTHE & STEIDLEY, 2005).

Liew et al. (1992) determinaram as viscosidades dos ésteres metílicos dos ácidos graxos hexanoico, heptanoico, octanoico, decanoico e por um ajuste linear fizeram a correlação dos dados. Allen et al. (1999) estudaram misturas binárias, ternárias e quaternárias de ácidos graxos de ésteres etilícos com o objetivo de verificar a aplicação de um método preditivo de viscosidade de biodiesel baseado na composição de ácidos graxos.

Knothe e Steidley (2005) obtiveram dados de viscosidade a 40ºC para compostos graxos relacionados ao biodiesel (ésteres e ácidos graxos) com o objetivo de formar um banco de dados em condições padrões que auxiliasse na definição da influência da estrutura do composto na viscosidade, porém basearam sua análise em observações empíricas, não realizando testes preditivos. Para um melhor entendimento deste comportamento, Knothe & Steidley (2011) estudaram a viscosidade cinemática de ésteres com números impares de carbonos na cadeia de ácidos graxos e ésteres insaturados e avaliaram que a viscosidade aumenta com o aumento do número de grupos CH_2 de forma não linear e depende da presença de duplas ligações.

Krisnangkura et al. (2006) propuseram uma abordagem empírica e desenvolveram um modelo preditivo de viscosidade de biodiesel. Os autores obtiveram dados de viscosidade de biodiesel produzido a partir de óleo de palma e óleo de coco com a finalidade de testar o modelo obtido e a diferença percentual entre os dados experimentais e calculados variou entre 3,75 a 7%.

Para misturas de ésteres, os dados existentes se referem a sistemas reais, como o biodiesel metílico. Somente Gonçalves et al. (2007) apresentaram dados para sistemas-modelo que representam este tipo de mistura (ésteres metílicos).

Feitosa et al. (2010) reportaram dados de viscosidade de misturas binárias de biodiesel de coco e colza e misturas de biodiesel de coco e soja, com o objetivo de aumentar e aperfeiçoar o banco de dados existentes. Os autores utilizaram o modelo proposto por Ceriani et al. (2007) para predição das viscosidades do biodiesel obtendo desvio máximo de 30% para biodiesel de colza e soja.

A viscosidade e o índice de refração de ésteres étilico e metílicos produtos da esterificação do óleo de girassol foram medidos por Ivanis et al (2016). Os autores também obtiveram dados destas propriedades para ésteres metílicos provenientes da esterificação de gordura suína.

2.2.3 Tensão Superficial

Além da densidade e viscosidade, outra propriedade de interesse para sistemas graxos é a tensão superficial que, juntamente com a viscosidade, é necessária para o entendimento da termodinâmica de processos que envolvam contato de fases. Esta propriedade é importante para descrever o comportamento físico-químico de líquidos, sendo dependente de variáveis como temperatura, pressão e composição (CHUMPITAZ et al., 1999; ESTEBAN et al., 2012b; RAFATI et al., 2011).

O conhecimento de valores de tensão superficial leva ao melhor entendimento dos mecanismos de transferência de massa e calor envolvidos em processos industriais como destilação, desodorização de óleos vegetais, funcionamento de reatores e de equipamentos para refino. No caso particular do biodiesel, as principais propriedades relacionadas à sua qualidade são densidade, viscosidade e tensão superficial, pois estas influem na injeção e atomização do combustível (CHUMPITAZ et al., 1999; ESTEBAN et al., 2012b; RAFATI et al., 2011).

O estudo da tensão superficial em sistemas que representam o biodiesel é de grande interesse, pois uma desvantagem técnica do biodiesel (quando comparados ao diesel) é que este possui valores mais elevados desta propriedade o que dificulta sua atomização (EJIM et al., 2007; ESTEBAN et al., 2012b; SHU et al., 2008).

Apesar de sua importância, poucos estudos sobre a tensão superficial de sistemas graxos foram publicados. Allen et al. (1999b) apresentaram um método preditivo baseado na composição de ácidos graxos para tensão superficial de biodiesel. Os autores apresentaram dados de tensão superficial para misturas binárias, ternárias e quaternárias

de ésteres etílicos, metílicos e biodiesel e utilizaram o modelo de Sugden para predizer as tensões dos componentes puros.

As tensões superficiais de diesel e de três tipos de biodiesel foram medidas por Chhetri e Watts (2013). Chumpitaz et al. (1999) apresentaram dados de tensão superficial em função da temperatura para os ácidos graxos láurico, miristíco, palmítico e oléico, e os triacilgliceróis tricaprilina e tripalmitina. Os dados foram correlacionados por uma equação do tipo van der Waals com desvios menores que 0,5%.

Doll et al. (2008) estudaram um biodiesel de óleo de soja obtido por uma via alternativa à transesterificação e reportaram dados de tensão superficial deste. Ejim et al (2007) avaliaram o efeito da tensão superficial de sete tipos de biodiesel na atomização em um injetor típico.

Esteban et al. (2012b) caracterizaram a tensão superficial dos óleos de colza, soja, girassol, palma, milho, além de biodiesel e diesel. Freitas et al. (2011) mediram dados desta propriedade para dez tipos de biodiesel e utilizaram duas abordagens na predição de dados: a equação de MacLeod-Sugden e um modelo baseado na teoria do gradiente da densidade obtendo desvios médios de 7,7% e 9,7%, respectivamente.

Shu et al. (2008) descreveram um método preditivo de tensão superficial de biodiesel baseado na estrutura molecular dos ésteres que constituíam o biodiesel de milho, algodão e girassol; o modelo apresentou desvios menores que 3%. Não foram encontrados dados de tensão superficial para sistemas-modelo contendo ésteres metílicos e monoacilgliceróis.

2.3 Métodos para Cálculo de Propriedades Físicas

As propriedades físicas dependem diretamente da natureza e do comportamento molecular das substâncias. Dada à complexidade dos fenômenos moleculares, a simulação computacional aparece como uma ferramenta que possibilita visualizar e predizer comportamentos (POLING et al., 2004). A análise dos dados permite a formulação de correlações quantitativas, porém não expressa a influência de uma variável sobre a outra. O principal objetivo da modelagem é estabelecer esta relação quantitativa através de uma ferramenta para a análise de dados, classificação, previsão e controle do processo (HUANG et al., 2001).

O estudo de sistemas-modelo contendo compostos graxos e solventes é de grande interesse industrial, pois a partir de sistemas ideais é possível avaliar o comportamento

dos fluidos e extrapolar para sistemas mais próximos dos reais. De fato, a ausência de dados de propriedades físicas de componentes básicos em condições reais limita a aplicação de muitos princípios de engenharia bem estabelecidos e, neste contexto, a simulação de processos é uma ferramenta importante para o desenvolvimento de conceitos, projetos, operações, e para a melhoria dos processos de obtenção e purificação de óleos vegetais e do biodiesel (RAHMAN, 2009).

É preciso observar que nem sempre é viável medir as viscosidades e densidades em todas as condições de interesse, pois há uma gama de variáveis e suas combinações que podem afetá-las. Consequentemente, métodos para predição em diferentes condições (composição e temperatura, principalmente) são de grande importância prática (CERIANI et al., 2011; PRATAS et al., 2011a).

De fato, o uso de métodos preditivos representa uma redução considerável de custo e tempo no desenvolvimento de projetos, permitindo avaliar os sistemas em diferentes condições de maneira otimizada. É importante ressaltar que os ensaios experimentais são o ponto de partida para a obtenção de um modelo e são necessários para a validação dos resultados obtidos (FLORIDO et al., 2014; HUANG et al., 2001).

Dentre os métodos presentes na literatura para densidade pode-se citar as regras de mistura conhecidas como Regras de Kay que consideram apenas a composição da mistura e a propriedade dos componentes puros (AZIAN et al., 2001). Este modelo tem sido empregado com sucesso na estimativa de densidade (GRANERO et al., 2014; PRATAS et al., 2011; BENJUMEA et al., 2008. AZIAN et al., 2001). O método preditivo de Halvorsen et al. (1993), baseado em uma equação modificada de Racket, considera as propriedades críticas dos compostos graxos (volume, pressão e temperatura) para o cálculo da densidade. No cálculo da densidade de compostos puros pode-se utilizar o modelo de contribuição de grupos GCVOL (ELBRO et al., 1991).

As regras de Kay na sua forma simples e modificada podem ser utilizadas na estimativa da viscosidade (AZIAN et al., 2001). Alguns modelos para predição de viscosidade podem ser citados, como a Equação de Vogel (EITMAN & GOODRUM, 1994), o modelo de Kendall e Moore (1917), o modelo de Ceriani et al. (2008), e os modelos GC-UNIMOD (CAO et al., 1993) e UNIFAC-VISCO (CHEVALIER et al., 1988). Os modelos de Ceriani, GC-UNIMOD e UNIFAC-VISCO são baseados no conceito de contribuição de grupos, que considera as moléculas que constituem a mistura como um agregado de grupos funcionais, reduzindo a quantidade de compostos de interesse a serem obtidos. Sendo assim, cada propriedade pode ser considerada como a

soma das contribuições feitas por cada um destes grupos e por suas interações. Esta propriedade aditiva, característica dos métodos de contribuição de grupos, é a grande vantagem dos modelos baseados neste conceito, pois a quantidade de informações necessárias para determinar as propriedades de uma mistura qualquer fica reduzida uma vez que o número de grupos funcionais é bem menor comparado ao número de moléculas de interesse.

Para a utilização dos modelos baseados no conceito de contribuição de grupos, é necessário o conhecimento dos parâmetros de interação entre os grupos funcionais presentes nas moléculas da mistura de interesse. Tanto para o GCVOL como para o GC-UNIMOD, a literatura já apresenta um vasto número de parâmetros de interação entre vários pares de grupos funcionais (CAO et al., 1993; ELBRO et al., 1991; IHMELS e GMEHLING, 2003). Porém, apesar da considerável utilização do método UNIFAC-VISCO pela comunidade científica (BAJIĆ et al., 2013; BANDRÉS et al., 2008; CHEVALIER et al., 1988; FANG, 2012; FLORIDO et al., 2014; GASTON-BONHOMME et al., 1994; GONZÁLEZ et al., 2003; GONZÁLEZ et al., 2004, GONZÁLEZ et al., 2006a; GONZÁLEZ et al.,2006b; GONZÁLEZ et al., 2007; HABIBULLAH et al., 2011; KIJEVČANIN et al., 2013; MATOS et al., 2001; MATOS et al., 2002; RODRÍGUEZ et al., 2003, RODRÍGUEZ et al., 2004; YANG et al., 2006; ZIVKOVIC et al., 2014; ŽIVKOVIĆ et al., 2010) para a predição da viscosidade de diferentes tipos de misturas, o modelo ainda é limitado para sistemas contendo compostos graxos, pois não estão disponíveis alguns parâmetros específicos para pares de grupos presentes nessas substâncias. O ajuste de tais parâmetros é uma oportunidade de ampliar a faixa de aplicação deste modelo versátil a óleos/gorduras e ao biodiesel.

A tensão superficial de compostos puros pode ser calculada pela Equação de Sudgen (ALLEN et al., 1999b). A Equação proposta por Allen et al (1999b) pode ser utilizada para o cálculo de tensão superficial de biodiesel com base na sua composição em ácidos graxos. Esteban et al. (2012b) estabeleceram uma relação empírica para o cálculo de tensão superficial correlacionando estes com valores de densidade. Chunxi et al. (2000) desenvolveram um modelo para o cálculo de tensão superficial de liquídos no qual a energia livre de Gibbs em excesso foi representada pela Equação de Wilson.

Os modelos de densidade, viscosidade e tensão superficial utilizados nesta tese serão discutidos na seção 3.

2.4 Propriedades em Excesso e Coeficiente de Atividade na Diluição Infinita

A diluição infinita é um estado suficientemente diluído no qual uma molécula de um determinado soluto está completamente envolta por moléculas de solvente. Considerando como referência um solvente puro, o coeficiente de atividade nesta condição está relacionada diretamente a uma propriedade em excesso e caracteriza o comportamento do soluto quando as interações soluto-soluto podem ser desconsideradas, representando o desvio máximo da não idealidade e fornecendo informações importantes sobre as interações soluto-solvente (ALESSI et al., 1991; BOUSSAHA et al., 2011; SANDLER, 1996; VASQUES, 2010). Um sistema na diluição infinita é ideal para aplicações que envolvam uma perturbação sobre o solvente puro e pode representar uma possível rota na predição de propriedades das misturas a partir de dados dos componentes puros (ALESSI et al., 1991).

O conhecimento das propriedades termodinâmicas de uma determinada mistura nesta região possibilita o aprimoramento de processos de separação, principalmente aqueles envolvendo quantidades muito pequenas de um dos componentes. De fato, um dos principais usos do coeficiente de atividade na diluição infinita ($\gamma\infty$) se relaciona à purificação que pode ser projetada pelo uso direto da informação de $\gamma\infty$ (ALESSI et al., 1991; BOUSSAHA et al., 2011). Para óleos apropriados para o consumo, informações de $\gamma\infty$ são relevantes na recuperação do solvente, pois é preciso garantir um produto seguro. No caso de misturas de ésteres, dados de $\gamma\infty$ são úteis na purificação destes, visto que a reação de esterificação gera como subprodutos mono- e diacilgliceróis, que podem levar a problemas de qualidade do biodiesel e devem estar dentro dos limites permitidos para que o produto final seja comercializado (VASQUES, 2010).

Em processos de extração com solvente, $\gamma\infty$ é uma ferramenta útil na escolha de um solvente seletivo visto que o maior desvio da idealidade é observado na diluição infinita. A escolha do solvente mais adequado a ser utilizado em processos de separação constitui uma etapa crucial no projeto econômico e leva em consideração diversos fatores. A seletividade é a principal propriedade a ser avaliada inicialmente, pois para selecionar os possíveis solventes a serem utilizados em um processo é necessário que estes possuam solubilidade seletiva. Conhecendo os valores de $\gamma\infty$ é possível realizar uma triagem preliminar de compostos que possuem propriedades termodinâmicas apropriadas para serem utilizados como solventes em determinadas aplicações e a decisão final poderá ser feita com base no custo, segurança, impacto ambiental, e facilidade de recuperação e

reuso (BELTING et al., 2012; BELTING et al., 2013; BOUSSAHA et al., 2011; SANDLER, 1996).

Na literatura, dados de $\gamma\infty$ para sistemas lipídicos incluem sistemas compostos por álcoois, cetonas, hidrocarbonetos halogenados, ésteres ou alcanos e ácidos graxos saturados (BELTING et al., 2012) ou ácidos graxos insaturados (BELTING et al., 2013); sistemas formados por hexano, etanol, 1-propanol, 2-propanol, 1-butanol, 2-butanol, acetona e triacetina ou tripalmitina ou misturas destes triacilgliceróis e ácido palmítico (FERREIRA e FOCO, 2003). Dados de $\gamma\infty$ para compostos relevantes no processo de produção do biodiesel foram obtidos por Qureshi et al. (2017).

3 OBJETIVOS

Esta tese de doutorado teve por objetivo estudar as propriedades físicas entre misturas graxas e soluções orgânicas frente a variações de composição e temperatura, bem como avaliar a tendência de comportamento a partir da modelagem e predição de dados. Para atingir esta meta, a tese foi dividida nos seguintes objetivos específicos:

a) Obtenção de dados experimentais, em diferentes composições e temperatura, das propriedades físicas densidade, viscosidade e tensão superficial de misturas–modelo formadas por: (triacilglicerol + ácido graxo + solvente alcoólico), (triacilglicerol + ácido graxo + hexano), (ácido graxo + ácido graxo + solvente alcoólico); (ácido graxo + ácido graxo + hexano), (éster metílico + éster metílico), e (éster metílico + éster metílico + acilglicerol parcial).

b) Compilação de banco de dados para obtenção de parâmetros do modelo UNIFAC-VISCO referentes a grupos relevantes ao processo de obtenção e purificação de óleos e biodiesel.

c) Estudo da influência da divisão de grupos nos parâmetros UNIFAC-VISCO.

d) Realização de testes preditivos para densidade utilizando uma regra de mistura simples e o modelo GC-VOL, o qual foi estendido às misturas de interesse pela aplicação de uma regra de mistura simples.

e) Realização de testes preditivos de viscosidade pelas regras simples e modificada de Kay e com o modelo GC-UNIMOD, que assim como o UNIFAC-VISCO se baseia no método de contribuição de grupos.

f) Correlação dos dados de tensão superficial experimentais utilizando um modelo baseado na Equação de Wilson, proposto por Chunxi et al. (2000).

g) Desenvolvimento de uma equação para estimar a concentração de compostos residuais em óleos e biodiesel com base no coeficiente de atividade na diluição infinita ($\gamma\infty$).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Material

Esta tese de doutorado foi desenvolvida no Laboratório de Engenharia de Separações (LES) do Departamento de Engenharia de Alimentos da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – FZEA/ USP. Os equipamentos utilizados para seu desenvolvimento são apresentados a seguir:

- Balança analítica, Adam
- Densímetro DMA4500, Anton Paar
- Viscosímetro AMVn, Anton Paar
- Stabinger SVM 3000, Anton Paar
- Tensiômetro Sigma 702, Attension

Os reagentes utilizados para o desenvolvimento desta tese são apresentados a seguir:

- Triacilgliceróis: tricaprilina, tricaprina, trilaurina, trimiristina, tripalmitina, triestearina, trioleina, trilinoleina, trilinolenina (todos da marca Nu-Check, pureza 99%);
- Ácidos graxos: caprílico, cáprico, láurico, mirístico, palmítico, esteárico, araquídico, behênico, oleico, linoleico (todos da marca Nu-Check, pureza 99 %);
- Ésteres metílicos: caprilato, caprato, laurato, miristato, palmitato, estearato, araquidato, beheneato, oleato, linoleato (todos da marca Nu-Check, pureza 99 %);
- Acilgliceróis parciais: mono-oleína e dioleína (todos da marca Nu-Check, pureza 99 %);
- Solventes: etanol, 1-propanol, 2-propanol, 1-butanol, 1-pentanol, 1-hexanol, hexano (todos da marca Merck, pureza 99 %) e água;

4.2 Métodos

4.2.1 Planejamento dos Experimentos

Esta etapa englobou o planejamento da composição e da faixa de temperatura a ser estudada para as misturas de (triacilglicerol + ácido graxo + solvente), misturas binárias de ésteres metílicos e misturas contendo (ácido graxo + ácido graxo + solvente). As concentrações e composições foram planejadas de modo a maximizar a faixa de temperatura para medida das propriedades físicas, mesclando compostos graxos com pontos de fusão diferentes entre si. De fato, devido ao elevado custo dos reagentes utilizados neste trabalho, os experimentos foram planejados de modo a otimizar seu uso, promovendo o mínimo de perdas. Além disso, foi necessário considerar a miscibilidade parcial dos compostos graxos em alguns solventes alcoólicos (etanol anidro, etanol hidratado e 2-propanol) e, nestes casos, a determinação prévia da composição garantiu que a mistura não estivesse localizada na região bifásica, formando assim solução homogênea.

As Tabelas 2 e 3 apresentam o planejamento das misturas compostas por triacilglicerol (TAG), ácido graxo (AG) e solvente. Devido à baixa solubilidade entre os compostos graxos e o etanol, os sistemas contendo este solvente foram planejados respeitando-se a disponibilidade de dados de equilíbrio líquido-líquido para essas misturas. Esses dados podem ser encontrados em Krip (2002), para os sistemas apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Planejamento dos experimentos para sistemas contendo triacilglicerol (1) + ácido graxo (2) + etanol ou etanol azeotrópico como solvente (3).

Sistema			$T_{fusão}$* (ºC)	$T_{fusão}$* (ºC)	Faixa de w_1	Faixa de w_2
TAG (1)	AG (2)	Solvente	TAG	AG		
tricaprilina	linoleico	Etanol ou Etanol hidratado	9	-5	0,03 - 0,5	0,05-0,30
tricaprilina	láurico		9	43,2	0,5 - 0,72	0,05-0,30
tricaprilina	cáprico		9	31,6	0,5 - 0,72	0,05-0,30
tricaprilina	oleico		9	14	0,5 - 0,72	0,05-0,30
trioleína	oleico		5	14	0,1 - 0,71	0,05-0,30

*Dados obtidos das "Fichas de Segurança de Produtos Químicos" fornecidas pelas empresas das quais os reagentes foram adquiridos.

Tabela 3 – Planejamento dos experimentos para sistemas contendo triacilglicerol (1) + ácido graxo (2) + solvente (3).

Sistema			$T_{fusão}$* (°C)	$T_{fusão}$* (°C)	Faixa de w_1	Faixa de w_2
TAG (1)	AG (2)	Solvente	TAG	AG		
Tricaprilina	Palmítico		9	62,9	0,07 - 0,50	0,02-0,15
Tricaprina	Láurico		31	43,2	0,07 - 0,50	0,02-0,15
Trilaurina	Cáprico	1-hexanol,	46,5	31,6	0,07 - 0,50	0,02-0,15
Trimiristina	Oleico	1-pentanol,	57	14	0,07 - 0,50	0,02-0,15
Tripalmitina	Caprílico	1-butanol	67	16,7	0,07 - 0,50	0,02-0,15
Triestearina	Linoleico	ou	72	-5	0,07 - 0,50	0,02-0,15
Trioleína	Mirístico	Hexano	5	54,4	0,07 - 0,50	0,02-0,15
Trilinoleína	Esteárico		-	69,6	0,07 - 0,50	0,02-0,15
Trilinolenina	Behênico		-	80	0,07 - 0,50	0,02-0,15
Tricaprilina	Palmítico		9	62,9	0,03 - 0,32	0,02-0,22
Tricaprina	Láurico		31	43,2	0,03 - 0,32	0,02-0,22
Trilaurina	Cáprico		46,5	31,6	0,03 - 0,32	0,02-0,22
Trimiristina	Oleico	1-propanol	57	14	0,03 - 0,32	0,02-0,22
Tripalmitina	Caprílico	ou	67	16,7	0,03 - 0,32	0,02-0,22
Triestearina	Linoleico	2-propanol	72	-5	0,03 - 0,32	0,02-0,22
Trioleína	Mirístico		5	54,4	0,03 - 0,32	0,02-0,22
Trilinoleína	Esteárico		-	69,6	0,03 - 0,32	0,02-0,22
Trilinolenina	Araquídico		-	75,5	0,03 - 0,32	0,02-0,22

*Dados obtidos das "Fichas de Segurança de Produtos Químicos" fornecidas pelas empresas das quais os reagentes foram adquiridos.

O planejamento dos experimentos para as misturas de ácidos graxos e solvente é apresentado na Tabela 4. A Tabela 5 apresenta o planejamento de misturas binárias compostas por ésteres metílicos.

Tabela 4 – Planejamento dos experimentos para sistemas contendo misturas de ácidos graxos e solventes.

Sistema			Faixa de w_1	Faixa de w_2
AG (1)	AG (2)	Solvente		
Caprílico	Cáprico, Láurico, Mirístico, Palmítico, Esteárico, Oleico, Linoleico, Araquídico ou Behênico	1-hexanol, 1-pentanol, 1-butanol, 1-Propanol, 2-Propanol Hexano, Etanol, Etanol Hidratado	0,03-0,11	0,03-0,11
Cáprico	Láurico, Mirístico, Palmítico, Esteárico, Oleico, Linoleico, Araquídico ou Behênico		0,03-0,11	0,03-0,11
Láurico	Mirístico, Palmítico, Esteárico, Oleico, Linoleico, Araquídico ou Behênico		0,03-0,11	0,03-0,11
Mirístico	Palmítico, Esteárico, Oleico, Linoleico, Araquídico ou Behênico		0,03-0,11	0,03-0,11
Palmítico	Esteárico, Oleico, Linoleico, Araquídico ou Behênico		0,03-0,11	0,03-0,11
Esteárico	Oleico, Linoleico, Araquídico ou Behênico		0,03-0,11	0,03-0,11
Oleico	Linoleico, Araquídico ou Behênico		0,03-0,11	0,03-0,11
Linoleico	Araquídico ou Behênico		0,03-0,11	0,03-0,11
Araquídico	Behênico		0,03-0,11	0,03-0,11

Tabela 5 – Planejamento dos experimentos para sistemas contendo misturas binárias de ésteres metílicos

Sistema		Faixa de w_1
Éster metílico (1)	Éster metílico (2)	
Caprilato	Caprato, Laurato, Miristato, Palmitato, Estearato, Oleato, Linoleato, Araquidato ou Beheneato	0,20 – 0,80
Caprato	Laurato, Miristato, Palmitato, Estearato, Oleato, Linoleato, Araquidato ou Beheneato	0,20 – 0,80
Laurato	Miristato, Palmitato, Estearato, Oleato, Linoleato, Araquidato ou Beheneato	0,20 – 0,80
Miristato	Palmitato, Estearato, Oleato, Linoleato, Araquidato ou Beheneato	0,20 – 0,80
Palmitato	Estearato, Oleato, Linoleato, Araquidato ou Beheneato	0,20 – 0,80
Estearato	Oleato, Linoleato, Araquidato ou Beheneato	0,20 – 0,80
Oleato	Linoleato, Araquidato ou Beheneato	0,20 – 0,80
Linoleato	Araquidato ou Beheneato	-
Araquidato	Beheneato	-

As Tabelas 2 a 5 são referentes às propriedades físicas densidade e viscosidade. No caso das tensões superficiais, o número de sistemas estudados é consideravelmente menor devido a limitações do equipamento. De fato, o tensiômetro utilizado (Sigma 702, Attension) realiza as leituras somente a temperatura ambiente, enquanto que o densímetro (DMA4500, Anton Paar) e viscosímetro (AMVn, Anton Paar) possuem controle de temperatura. Além disso, o equipamento para leitura de tensão superficial exige um volume mínimo de amostra aproximadamente quatro vezes maior, o que inviabiliza o maior número de experimentos pelo elevado custo dos reagentes. Devido às restrições de

volume somente foi possível realizar a leitura de tensão somente da última diluição de cada mistura.

Foram ainda realizados experimentos na condição de diluição infinita para sistemas constituídos por ésteres metílicos e acilgliceróis, obtendo-se dados diretos de densidade e viscosidade, e dados indiretos de volume molar em excesso e coeficiente de atividade. O comportamento de alguns ácidos graxos nesta mesma condição também foi estudado.

4.2.2 Determinação Experimental das Propriedades Físicas

Os sistemas-modelo estudados foram compostos por (triacilglicerol + ácido graxo + solvente); (ácido graxo + ácido graxo + solvente); (éster metílico + éster metílico); éster metílico + éster metílico + acilglicerol parcial). Em todos os casos, cada componente foi pesado em balança analítica e inserido em um tubo de polipropileno previamente pesado. Para sistemas contendo compostos graxos com elevado ponto de fusão foi necessária a utilização de banho termostatizado (TE-184, Technal). Nestes casos, após a pesagem dos compostos, o tubo foi vedado e alocado em banho até a completa homogeneização da mistura.

Uma amostra da mistura foi retirada do tubo com o auxílio de seringas e inserida nos equipamentos de medida de densidade (densímetro DMA4500, Anton-Paar) e viscosidade (viscosímetro de queda de esfera AMVn, Anton-Paar), ambos de leitura direta. Nos sistemas contendo ácido graxo + ácido graxo + solvente, o equipamento Stabinger (SVM 3000, Anton Paar) foi utilizado para a obtenção dos dados de densidade e viscosidade.

Os experimentos foram realizados em uma faixa de temperatura que se iniciou a 70°C decrescendo até que fosse observada turbidez na mistura. Temperaturas inferiores a 20 ºC e superiores a 70 ºC não foram utilizadas por restrições do viscosímetro AMVn. Para misturas formadas por hexano como solvente, a temperatura superior dos experimentos foi 60 °C devido ao ponto de ebulição deste ser 68 °C.

Como os equipamentos supramencionados não modificam as amostras, as mesmas foram cuidadosamente resgatadas para, em seguida, serem utilizadas no tensiômetro (Sigma 702, Attension) para a medida de tensão superficial. Como mencionado anteriormente, somente a última diluição de cada mistura foi utilizada na

leitura de tensão superficial. O béquer contendo a amostra é posicionado na plataforma do equipamento, a densidade da mistura é inserida pelo usuário, e o probe é posicionado para que a leitura seja procedida. O probe utilizado para as medidas deste trabalho foi o anel Platinum Du Noüy (ref. T106).

4.2.3 Cálculo das Propriedades Físicas

4.2.3.1 Densidade e Viscosidade

Foram testados os modelos de contribuição de grupos GC-VOL (para densidade), e GC-UNIMOD (para viscosidade) para fins de comparação com a modelagem UNIFAC-VISCO. Também foram avaliadas regras de mistura que consideram apenas a composição e a propriedade dos componentes puros, e incluem uma aproximação linear (Regra de Kay Simples) e sua forma logarítmica conhecida como Regra de Kay Modificada (AZIAN et al., 2001), apresentadas nas Equações 1 e 2, respectivamente.

$$\nu_{mistura} = \sum_{i=1}^{n} c_i \cdot (\nu_i) \tag{1}$$

$$\ln(\nu)_{mistura} = \sum_{i=1}^{n} c_i \cdot \ln(\nu_i) \tag{2}$$

Nas Equações 1 e 2, os termos v_i e c_i representam, respectivamente, a viscosidade cinemática e a concentração do componente i na mistura contendo n compostos. O termo c_i pode ser substituído pela fração molar (x_i) ou fração mássica (w_i), dependendo da base desejada para expressar os resultados. De forma semelhante, a Equação 1 foi aplicada à densidade substituindo os dados de v_i por ρ_i (densidade do componente puro i).

Para os solventes alcoólicos, os dados de viscosidade foram obtidos experimentalmente. No entanto, devido ao elevado custo dos compostos graxos puros (triacilgliceróis, ácidos graxos e ésteres metílicos), optou-se por utilizar o método de estimativa da viscosidade desenvolvido por Ceriani et al. (2011) associado ao modelo de Halvorsen et al. (1993) para a predição da densidade (ρ) dos compostos puros. Como

modelo de Ceriani et al. (2011) fornece o dado em viscosidade dinâmica, e valores de densidade foram utilizados na conversão para viscosidade cinemática através da Equação 3

$$\nu = \frac{\eta}{\rho} \tag{3}$$

Na Equação 3, os termos ν, η e ρ são, respectivamente, a viscosidade cinemática, viscosidade dinâmica e a densidade do composto.

Além da Regra de Kay Simples, o modelo GC-VOL (ELBRO et al., 1991) foi utilizado para a predição de densidade (ρ) dos compostos que formaram as misturas em estudo e um teste deste modelo estendido a misturas foi realizado. Sua forma geral está descrita pela Equação 4 na qual x, M e V são, respectivamente, a fração molar, a massa molar e o volume molar do componente j.

$$\rho = \frac{\sum_j x_j M_j}{\sum_j x_j V_j} \tag{4}$$

O cálculo de V_j é feito pela Equação 5, na qual n_i é o número de grupos i e Δv_i é a dependência da temperatura (T), dada pela função polinomial apresentada na Equação 6. Os parâmetros Ai, Bi e Ci da Equação 6 foram obtidos de Elbro et al. (1991).

$$V = \sum_i n_i \Delta v_i \tag{5}$$

$$\Delta v_i = A_i + B_i T + C_i T^2 \tag{6}$$

Para a viscosidade, foram utilizados os modelos GC-UNIMOD e UNIFAC-VISCO. Ambos são semelhantes, mas possuem suas particularidades, e por isso, serão reproduzidos a seguir na íntegra, como apresentados nos trabalhos originais de Cao et al. (1993) e Chevalier et al. (1988), respectivamente.

O GC-UNIMOD (Group-Contribution Thermodynamics-Viscosity Model) calcula viscosidade cinemática da mistura considerando que esta é resultado de uma contribuição combinatorial e outra residual, como apresentado na Equação 7.

$$\ln(v_{mistura}) = \sum_{i=1}^{n}[\xi_i^C + \xi_i^R] \quad (7)$$

Na Equação 7, o logaritmo neperiano da viscosidade cinemática ($v_{mistura}$) de uma mistura formada por *n* componentes *i*'s é equivalente ao somatório das porções combinatorial (ξ_i^C) e residual (ξ_i^R). A parcela ξ_i^C (Equações 8, 9 e 10) está relacionada com as diferenças nos tamanhos das moléculas presentes na mistura, logo, somente as propriedades das substâncias puras são consideradas na contribuição.

$$\xi_i^C = \phi.\ln\left(v_i.\frac{M_i}{M}\right) + 2\phi_i.\ln(\frac{x_i}{\phi_i}) \quad (8)$$

$$r_i = \sum_{\substack{todos\ os \\ grupos\ k}} V_k^{(i)}.R_k \quad (9)$$

$$\phi_i = \frac{x_i r_i}{\sum_{j=1}^{n} x_j r_j} \quad (10)$$

Nas Equações 8 a 10, M_i, M, v_i, r_i, R_k, $V_k^{(i)}$ e ϕ_i são a massa molar do componente *i*, a massa molar da mistura, a viscosidade cinemática do componente *i*, o parâmetro de volume da molécula *i*, o parâmetro de volume do grupo *k*, o número de grupos do tipo *k* na molécula *i* e a fração volumétrica do componente *i*, respectivamente. Os valores de R_k foram obtidos de Fredenslund et al. (1975).

As Equações 11 e 12 representam a parte residual, ξ_i^R que considera a energia de interação entre os diferentes grupos presentes na mistura. Na Equação 11, Ξ_{ki} é a viscosidade residual do grupo *k* do componente *i* na mistura e $\Xi_{ki}^{(i)}$ representa a viscosidade residual do grupo *k* do componente *i* em uma solução de referência que contém apenas moléculas do tipo *i*

$$\xi_i^R = \sum_{\substack{todos\ os \\ grupos\ k}} V_k^{(i)}.[\Xi_{ki} - \Xi_{ki}^{(i)}] \quad (11)$$

$$\Xi_{mi} = -\frac{Q_m}{R_m}.N_{mi}^{vis}.\phi_i.\sum_{\substack{todos\ os \\ grupos\ k}} \theta_{km}.\ln(\Psi_{km}) \quad (12)$$

Ambos os termos, Ξ_{ki} e $\Xi_{ki}^{(i)}$, podem ser calculados pela Equação 12 cujos termos estão definidos pelo conjunto de equações a seguir:

$$\Psi_{mn} = \exp(\alpha_{mn}/_{T}) \quad (13)$$

$$\theta_m = \frac{X_m Q_m}{\sum_{\substack{todos\ os \\ grupos\ k}} X_k Q_k} \quad (14)$$

$$\theta_{mn} = \frac{\theta_m \Psi_{mn}}{\sum_{\substack{todos\ os \\ grupos\ k}} \theta_k \Psi_{kn}} \quad (15)$$

$$X_m = \frac{\sum_i^n V_m^{(i)}.x_i}{\sum_i^n \sum_{\substack{todos\ os \\ grupos\ k}} V_k^{(i)}.x_i} \quad (16)$$

$$q_i = \sum_{\substack{todos\ os \\ grupos\ k}} V_k^{(i)}.Q_k \quad (17)$$

$$N_{ki}^{vis} = Q_k(\frac{q_i - r_i}{2} - \frac{1 - r_i}{z}) \quad (18)$$

X_k, Q_k, θ_k, q_i e z são, respectivamente, a fração molar do grupo k, o parâmetro de área superficial do grupo k, a fração de área do grupo k, a medida da área superficial molecular do componente i, e o número de coordenação (igual a 10). O termo α_{mn} é o parâmetro de interação entre os grupos m e n, sendo que existem 2 deles ($\alpha_{mn} \neq \alpha_{nm}$) para cada grupo. Os parâmetros α_{mn} estão disponíveis em Larsen et al. (1987) para diversos pares de grupos funcionais, incluindo os presentes nas componentes das misturas a serem estudadas neste projeto.

O método UNIFAC-VISCO utiliza como base o modelo de Eyring para a viscosidade (Equação 19):

$$\mathbf{ln}(\boldsymbol{\nu M}) = \sum^{\boldsymbol{i}} \boldsymbol{x_i}\, \mathbf{ln}(\boldsymbol{\nu_i M_i}) + \frac{\Delta^* \boldsymbol{G^E}}{\boldsymbol{RT}} \quad (19)$$

Na Equação 19, $\Delta^* G^E$ é a energia livre molar de excesso para o fluido, ν é a viscosidade cinemática da mistura e M é a sua massa molar; ν_i e M_i representam a viscosidade cinemática e a massa molar do componente "i" puro; x_i é a fração molar do componente "i" e R é a constante universal dos gases.

Neste modelo, a energia livre molar de excesso para o fluido, $\Delta^* \boldsymbol{G^E}$, é assumida como a soma de duas contribuições (Equações 20 e 21): uma combinatorial, $\Delta^* \boldsymbol{G^{EC}}$, que, assim como no GC-UNIMOD, está relacionada com as diferenças nos tamanhos das

moléculas presentes na mistura; e uma residual, $\Delta^* \boldsymbol{G^{ER}}$, que considera a energia de interação entre os diferentes grupos presentes na mistura.

$$\Delta^* \boldsymbol{G^E} = \Delta^* \boldsymbol{G^{EC}} + \Delta^* \boldsymbol{G^{ER}} \tag{20}$$

$$\Delta^* G^E = RT \sum^i x_i \ln \gamma_i^* \tag{21}$$

Na Equação 21, γ_i^* é uma função da parte combinatorial γ_i^{*C} e da parte residual γ_i^{*R}. O termo combinatorial é apresentado na Equação 22.

$$\frac{\Delta^* \boldsymbol{G^{EC}}}{\boldsymbol{RT}} = \sum^i \boldsymbol{x_i} \ln \frac{\emptyset_i}{x_i} + \frac{z}{2} \sum^i \boldsymbol{q_i}\, \boldsymbol{x_i} \ln \frac{\boldsymbol{\theta_i}}{\emptyset_i} \tag{22}$$

Na Equação 22, z é o número de coordenação (igual a 10). A fração de volume molecular ($\emptyset_i$) e a fração de área superficial molecular ($\boldsymbol{\theta_i}$) podem ser calculadas, respectivamente, pelas Equações 10 e 14. Aos termos $\emptyset_i$ e $\boldsymbol{\theta_i}$ estão associados valores do parâmetro de volume do grupo *k* (R_k) e valores do parâmetro de área superficial do grupo *k* (Q_k) que, assim como no modelo GC-UNIMOD, foram obtidos de Fredenslund et al. (1975). As Equações 23 a 28 se referem ao termo residual:

$$\frac{\Delta^* \boldsymbol{G^{ER}}}{\boldsymbol{RT}} = -\sum^i \boldsymbol{x_i} \ln \boldsymbol{\gamma_i^{*R}} \tag{23}$$

γ_i^{*R} é a soma das contribuições individuais de cada grupo *k* do componente *i* na mistura, menos a soma das contribuições individuais do grupo *k* do componente *i* em uma solução de referência que contém apenas moléculas do tipo *i*:

$$\boldsymbol{\gamma_i^{*R}} = \sum^k \boldsymbol{n_k^{(i)}} \left(\ln \boldsymbol{\gamma_k^*} - \ln \boldsymbol{\gamma_k^{*(i)}} \right) \tag{24}$$

$$\ln \boldsymbol{\gamma_k^*} = \boldsymbol{Q_k} \left[\mathbf{1} - \ln\left(\sum^m \boldsymbol{\theta_m \varphi_{mk}^*}\right) - \sum^m \frac{\boldsymbol{\theta_m \varphi_{km}^*}}{\sum^n \boldsymbol{\theta_n \varphi_{nm}^*}} \right] \tag{25}$$

$$\boldsymbol{\theta_m} = \frac{\boldsymbol{Q_m X_m}}{\sum^n \boldsymbol{Q_n X_n}} \tag{26}$$

$$\boldsymbol{X_m} = \frac{\sum^j \boldsymbol{n_m^{(j)} x_j}}{\sum^j \sum^n \boldsymbol{n_n^{(j)} x_j}} \tag{27}$$

A Equação 25, também pode ser utilizada para o cálculo de $\boldsymbol{\gamma_k^{*(i)}}$. O parâmetro $\boldsymbol{\varphi_{nm}^*}$ é dado pela Equação 28:

$$\boldsymbol{\varphi_{nm}^* = exp\left(-\frac{\alpha_{nm}}{T}\right)} \tag{28}$$

Na equação 28, α_{nm} é o parâmetro de interação entre os grupos *m* e *n*, sendo que também existem 2 deles ($\alpha_{mn} \neq \alpha_{nm}$) para cada grupo. Como já mencionado anteriormente, todos os parâmetros α_{nm} do modelo GC-UNIMOD, necessários para a predição das viscosidades de misturas contendo compostos graxos e alcoóis, estão disponíveis em Larsen et al. (1987), mas para o modelo UNIFAC-VISCO, vários parâmetros ainda não foram obtidos.

Para a modelagem UNIFAC-VISCO, os compostos de interesse deste trabalho (TAG, AG, ésteres metílicos, acilgliceróis parciais, alcoóis e água) foram divididos em grupos funcionais sob três abordagens: a primeira considerando os grupos característicos do modelo original, como sugerido na Tabela 6; a segunda frente de estudo considerou os grupos característicos de cada composto e a divisão de grupos é apresentada na Tabela 7. A Tabela 8 apresenta a divisão de grupos para a terceira abordagem que considerou a subdivisão proposta por Hirata et al. (2013), segundo a qual a mistura é formada por um composto hipotético AG-TAG. Nas Tabelas 6 a 8, as células destacadas em cinza representam os grupos presentes nos respectivos compostos.

Tabela 6 – Divisão de grupos considerando grupos característicos do modelo UNIFAC-VISCO

Compostos	**GRUPOS**							
	CH_3	CH_2	CH=CH	CH	COO	COOH	OH	H_2O
TAG								
AG								
Acilgliceróis parciais								
Ésteres								
Álcoois								
Água								
Hexano								

Tabela 7 – Nova proposta de divisão de grupos característicos dos compostos formadores das misturas de interesse.

Compostos	**GRUPOS**							
	CH_2-CH-CH_2	CH_3	CH_2	CH=CH	COO	COOH	OH	H_2O
TAG								
Acilgliceróis parciais								
AG								
Ésteres								
Alcoóis								
Água								
Hexano								

Tabela 8 – Divisão de grupos segundo abordagem proposta por Hirata et al. (2013).

Compostos	**GRUPOS**						
	$CH_{5/3}OCO$	CH_3	CH_2	CH=CH	COO	OH	H_2O
TAG-AG							
Acilgliceróis parciais							
Ésteres							
Alcoóis							
Água							
Hexano							

A Tabela 9 apresenta os parâmetros de interação α_{nm} do modelo UNIFAC-VISCO (disponíveis em Chevalier et al. (1988) e Gaston-Bonhomme et al. (1994)) para os grupos descritos nas Tabelas 6, 7 e 8. Os valores indicados por ND* não estão disponíveis na literatura e foram obtidos neste trabalho. Como pode ser constatado na Tabela 9, já existem alguns parâmetros entre grupos funcionais na literatura. No entanto, Florido et

al. (2014) mostraram que o reajuste desses parâmetros proporcionou melhores resultados em comparação aos obtidos quando apenas os parâmetros desconhecidos foram modelados, levando à conclusão de que cada grupo funcional interage de forma diferente com o outro, dependendo dos demais grupos presentes na mistura. Desta forma, a fim de se obter melhores resultados, é necessário considerar as particularidades e a complexidade dos sistemas estudados. De fato, os parâmetros publicados por Chevalier et al. (1988) e Gaston-Bonhomme et al. (1994) para os grupos CH_3, CH_2, CO, COO e OH, foram obtidos a partir de misturas de alcanos, ésteres, cetonas e álcoois, sendo a maioria destas misturas binárias e, portanto, mais simples do que os sistemas complexos propostos neste trabalho.

Os valores de R_k e Q_k estão disponíveis em Fredenslund et al. (1975) para os grupos tradicionais do modelo UNIFAC-VISCO. O grupo (-CH_2-CH-CH_2-) foi uma nova divisão proposta neste trabalho, que levou em consideração a configuração dos triacilgliceróis e, por esse motivo, os valores dos parâmetros de área superficial (Q_k) e volume (R_k) não estão disponíveis na literatura. Segundo metodologia proposta por Bondi (1968), os valores de volume (V_w) e área superficial (A_w) de Van de Walls, necessários para o cálculo de R_k e Q_k, podem ser calculados com base em valores de grupos semelhantes. Desta forma, os parâmetros citados foram considerados como a soma dos valores de um grupo CH e dois grupos CH_2.

Para a obtenção dos parâmetros α_{mn} do modelo UNIFAC-VISCO, os dados experimentais obtidos neste trabalho para as misturas modelo foram compilados com os dados já publicados para serem correlacionados pelo modelo. O banco de dados da literatura para misturas graxas é apresentado na Tabela 10.

Tabela 9 – Parâmetros de interação entre grupos para o modelo UNIFAC-VISCO.

α_{nm} (K)	CH_2-CH-CH_2	$CH_{5/3}$OCO	CH_3	CH_2	CH	CH=CH	COO	COOH	OH	H_2O
CH_2-CH-CH_2	0	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*
$CH_{5/3}$OCO	ND*	0	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*
CH_3	ND*	ND*	0	-709,5	ND*	ND*	-172,4	ND*	594,4	ND*
CH_2	ND*	ND*	66,53	0	ND*	ND*	1172	ND*	498,6	ND*
CH	ND*	ND*	ND*	ND*	0	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*
CH=CH	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	0	ND*	ND*	ND*	ND*
COO	ND*	ND*	-44,25	541,6	ND*	ND*	0	ND*	186,8	ND*
COOH	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	0	ND*	ND*
OH	ND*	ND*	1209	-634,5	ND*	ND*	68,35	ND*	0	ND*
H_2O	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	0

*Não disponíveis na literatura

Tabela 10 – Banco de dados experimentais de misturas graxas para modelagem.

Mistura Graxa	Referência	Faixa de T °C	N° de Pontos Experimentais
Triacilgliceróis[a]	Eiteman e Goodrum (1994)	70 - 90	51
Ácidos Graxos[a]	Edujee e Boyes (1980) Eiteman e Goodrum (1994) Fasina et al. (2006) Gonzalez et al. (1999)	40 - 100	204
Ácidos Graxos + Triacilgliceróis[a]	Fasina et al. (2006)	20 - 90	51
Triacilgliceróis+Álcoois[a]	Fernandez-Martin e Montes (1976) Pratas et al. (2011)	5 - 45	264
Ácidos Graxos +Álcoois[a]	Pratas et al., 2011	45	36
Ácidos Graxos[b]	Gonzalez et al., 1999 Edujee e Boyes, 1980	30 - 100	136
Ácidos Graxos + Triacilgliceróis[b]	Cedeño et al., 2000	30 - 90	7
Ácidos Graxos + Triacilgliceróis[c]	Fasina et al., 2006	70 - 90	5
Ácidos Graxos[c]	Cedeño et al., 2000 Edujee e Boyes, 1980	45 - 90	14
Éster Metílico[d]	Fasina et al. 2006 Knothe e Steidley, 2005 Veny et al., 2009 Baroutian et al., 2008	20 - 100	63

[a]Misturas binárias; [b]Misturas ternárias; [c]Misturas Quaternárias; [d]Misturas multicomponentes (com mais de quatro componentes).

A validação desses parâmetros foi feita através de cálculos preditivos das viscosidades dos sistemas apresentados nas Tabelas 11 a 14.

Tabela 11 – Sistemas utilizados para predição presentes em Granero et al. (2014).

Código	Componentes da Mistura		
A			Etanol
B			Etanol hidratado
C	Óleo de Girassol +	Ácido Linoleico +	Isopropanol
D			Butanol
E			Pentanol
F			Etanol
G			Etanol hidratado
H	Óleo de Canola +	Ácido Oleico +	Isopropanol
I			Butanol
J			Pentanol

Tabela 11 (Continuação) – Sistemas utilizados para predição presentes em Granero et al. (2014).

Código	Componentes da Mistura		
K	Gordura Suína +	Ácido Oleico +	Etanol
L			Etanol hidratado
M	Ácido Oléico Comercial	+	Etanol
N			Etanol hidratado
O			Isopropanol
P			Butanol
Q			Pentanol
R			Hexanol
S	Ácido Linoleico Comercial	+	Etanol
T			Etanol hidratado
U			Isopropanol
V			Butanol
W			Pentanol
Y			Hexanol

Tabela 12 – Sistemas utilizados para predição presentes em Ayranci & Akgul (2003).

Código	Componentes da Mistura		
Z	Ácido Láurico	+	Butanol
AA	Ácido Palmítico		
BB	Ácido Esteárico		

Tabela 13 – Sistemas utilizados para predição presentes em Rodriguez et al.(1994).

Código	Componentes da Mistura		
CC	Triacetina	+	Butanol
DD	Tributirina		
EE	Tricaprilina		
FF	Tributirina	+	Etanol
GG			Hexanol

Tabela 14 – Dados de biodiesel utilizados para validar os parâmetros obtidos neste projeto.

Código	Biodiesel	Referência
HH	Palma	Ceriani et al. (2011)
II	Colza	
JJ	Soja	
KK	Girassol	Freitas et al. (2011)
LL	Palma	
MM	Colza	
NN	Soja	
OO	Palma	Benjumea et al. (2008)

4.2.3.2 Modelagem e Predição da Tensão Superficial

Para os sistemas contendo ésteres metílicos, os dados de tensão superficial experimentais foram correlacionados por um modelo proposto por Chunxi et al. (2000) que tem como base a Equação de Wilson. O modelo, apresentado nas Equações 29 e 30, considera a tensão superficial constituído pela contribuição dos componentes puros e pela contribuição da tensão superficial em excesso decorrente da interação entre os compostos da mistura. Pode ser utilizado para a predição da tensão superficial de sistemas líquidos multicomponentes, a uma dada temperatura e pressão.

$$\sigma_m = \sum_i x_i \sigma_i - RT \sum_i \frac{x_i}{\sum_j x_j \Lambda_{ij}} \sum_j x_j \left(\frac{\partial \Lambda_{ij}}{\partial A}\right)_{T,P,x} \tag{29}$$

onde,

$$\left(\frac{\partial \Lambda_{ij}}{\partial A}\right)_{T,P,x} = -\frac{\Lambda_{ij}}{RT}\left(\frac{\partial\left(U_{ij} - U_{ii}\right)}{\partial A}\right)_{T,P,x} \tag{30}$$

Na Equação 29, σ_m é a tensão superficial da mistura em (J·m^{-2}), x_i e σ_i são a fração molar do componente puro i e sua tensão superficial, respectivamente. R é a constante universal dos gases (igual a 8,314 J·mol^{-1} K^{-1}) e T é a temperatura do sistema em Kelvin; Λ_{ij} é o parâmetro da equação de Wilson e A é a área superficial em (m²). Na Equação 30,

U é a interação energética entre dois componentes em Joule (J). É importante ressaltar que o modelo considera que não há distinção entre U_{ij} e U_{ji} e este parâmetro é considerado pelo autor como sendo a média aritmética das interações entre os componentes puros, como mostra a Equação 31. Neste caso, os parâmetros U a serem ajustados são referentes somente à interação entre os componentes puros.

$$U_{ij} = \left(\frac{U_{ii} + U_{jj}}{2}\right) \tag{31}$$

As tensões superficiais dos componentes puros serão calculadas pela regra de Eötvos (MJALLI et al., 2014) dada pela Equação 32.

$$\sigma^{(V)^{2/3}} = k_e(T_c - T) \tag{32}$$

Na Equação 32, Tc é a temperatura crítica do componente em Kelvin (K) e k_e é a constante de Eötvos cujos valores foram obtidos da literatura (MJALLI et al., 2014; SUAREZ et al., 1989; PALIT, 1956). V é o volume molar em $cm^3 \cdot mol^{-1}$, apresentado na Equação 33 na qual M é a massa molar do composto em $g \cdot mol^{-1}$ e ρ é a densidade em $g \cdot cm^{-3}$.

$$V = \frac{M}{\rho} \tag{33}$$

Apesar de terem sido obtidos dados de tensão superficial também para sistemas que continham triacilglicerol e ácido graxo, somente foi realizada a etapa de modelagem com sistemas do tipo éster metílico (1) / éster metílico (2), pois estes possibilitaram o ajuste dos parâmetros de interação binária que fossem aplicados em sistemas multicomponentes de ésteres na etapa de predição da tensão superficial. Para a modelagem foi necessária a compilação de dados dos reagentes puros, alguns dos quais foram obtidos da literatura, apresentados na Tabela 15.

Tabela 15 – Banco de dados da literatura de tensão superficial dos compostos graxos puros utilizados neste trabalho.

Composto	Temperatura (K)	Massa Molar ($g.mol^{-1}$)	Densidade ($g.cm^{-3}$)	$\sigma_{literatura}$ ($mN.m^{-1}$)	Referência
Metil Caprilato	293,15	158,24	0,8780	27,93	Verduzco (2015)
Metil Caprato	293,15	186,29	0,8800	28,51	
Metil Laurato	293,15	214,34	0,8702	28,30	
Metil Miristato	293,15	242,40	0,8500	30,16	
Metil Palmitato	313,15	270,45	0,9000	28,40	
Metil Estearato	313,15	298,50	0,9100	25,30	
Metil Oleato	315,15	282,46	0,8950	27,40	Doll et al. (2007)
Metil Linoleato	315,15	294,48	0,8900	28,40	
Tricaprilina	293,15	419,50	0,8830	30,04	Chunpitaz et al. (1999)
Tripalmitina	343,15	808,34	0,8660	28,85	
Ácido Laurico	333,15	200,32	0,9000	27,40	
Ácido Miristico	343,15	228,37	0,8620	27,86	
Ácido Palmitico	343,15	256,42	0,8530	28,20	
Ácido Oleico	293,15	282,46	0,8900	32,79	
Tricaprina	353,15	554,85	0,8910	21,96	Ejim et al. (2007)
Ácido Estearico	353,15	298,51	0,8210	25,82	
Ácido Caprilico	353,15	158,24	0,8240	21,77	
Ácido Caprico	353,15	186,29	0,8230	22,83	
Ácido Linoleico	353,15	294,48	0,8450	27,49	

4.2.3.3 Coeficiente de Atividade na Diluição Infinita e Volume Molar de Excesso

A partir de experimentos realizados na condição de diluição infinita para sistemas constituídos por ésteres metílicos e acilgliceróis, e ácidos graxos, foram obtidos dados diretos de densidade e viscosidade utilizados para a obtenção dos dados de coeficiente de atividade.

O coeficiente de atividade foi determinado pelo modelo UNIFAC-ELL (MAGNUSSEN e FREDENSLUND, 1981). Neste método, o coeficiente de atividade (γ_i) é calculado como sendo a adição de uma parcela combinatorial ($\ln \gamma_i^C(x)$) a uma residual ($\ln \gamma_i^R(T,x)$) e sua forma geral é apresentada na Equação 34. Maiores detalhes do modelo podem ser obtidos em Fredenslund et al. (1975) e Magnussen e Fredenslund (1981).

$$\ln \gamma_i(T,x) = \ln \gamma_i^C(x) + \ln \gamma_i^R(T,x) \quad (34)$$

Propôs-se correlacionar estes dados para desenvolver um método preditivo para avaliar a concentração de compostos residuais em óleos (hexano) e no biodiesel (mono- e diacilgliceróis) a partir de suas propriedades físicas.

Tanto o coeficiente de atividade quanto o volume molar de excesso são dados relacionados a não-idealidade das misturas. Apesar de o coeficiente de atividade ter em sua definição uma relação estabelecida com a energia livre de Gibbs, o volume molar em excesso pode ser facilmente associado a essa propriedade com a vantagem de apresentar um uso mais intuitivo. O volume molar em excesso foi calculado indiretamente pelo ajuste de dados experimentais à um polinômio de Redlich–Kister (1948), truncado no primeiro termo, apresentado a seguir:

$$V^E = \sum_{i=1}^{n} x_i M_i \left[\left(\frac{1}{\rho}\right) - \left(\frac{1}{\rho_i}\right)\right] \tag{35}$$

Na Equação 35, V^E é o volume molar em excesso, x_i e Mi são, respectivamente, a fração molar e a massa molar do componente i, ρ é a densidade da mistura e ρ_i é a densidade do componente i.

A Equação 36 apresenta a relação fundamental de propriedades em excesso. Considerando constantes a temperatura e a composição molar, é possível utilizar a forma restrita apresentada na Equação 37.

$$d\left(\frac{nG^E}{RT}\right) = \frac{nV^E}{RT} dP - \frac{nH^E}{RT^2} dT + \sum_i ln\gamma_i d\, n_i \tag{36}$$

$$\frac{V^E}{RT} = \left[\frac{\partial\left(G^E/_{RT}\right)}{\partial P}\right]_{T,x} \tag{37}$$

Nas Equações 36 e 37, G^E é a energia livre de Gibbs em excesso, V^E é o volume molar em excesso, H^E é a entalpia em excesso, R é a constante universal dos gases, T e P são, respectivamente, temperatura e pressão, γ_i é o coeficiente de atividade do componente i, n representa o número de mols e x_i é a fração molar.

A equação diferencial parcial (Equação 37) foi estudada para que uma solução fosse encontrada correlacionando, desta forma, o volume de excesso com a energia em excesso. Para tanto foi necessário avaliar as condições que permitam solucionar o problema do valor inicial para esta equação diferencial. A partir desta solução foi possível

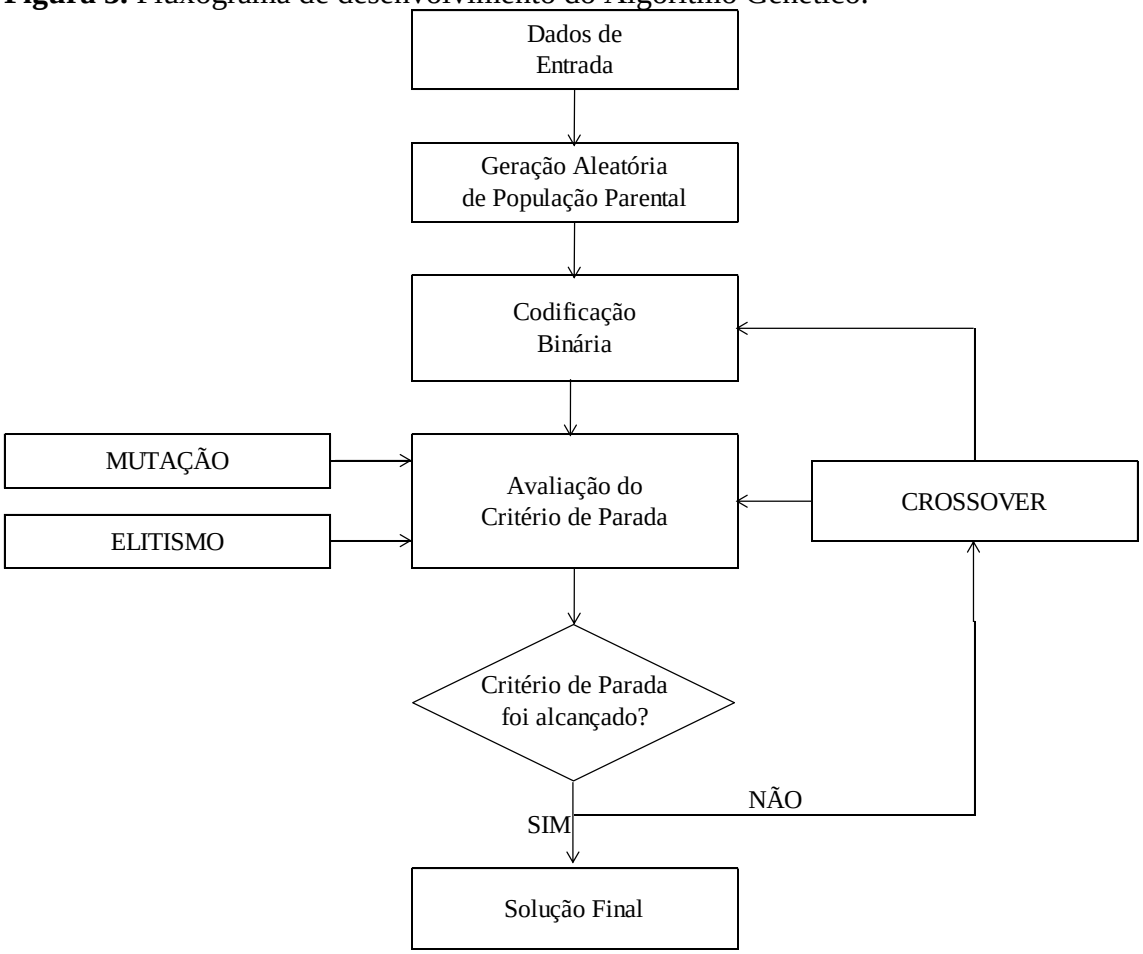
correlacionar o volume molar em excesso com o coeficiente de atividade e detalhes do modelo são apresentados na seção 5.

4.2.4 Método de convergência e Avaliação de Desempenho

Nesta tese, um método de inteligência artificial foi utilizado para convergência do modelo ao invés dos métodos numéricos normalmente utilizados para problemas de ajuste de parâmetros. O algoritmo genético (AG) é um método iterativo que permite obter uma solução ótima baseado em conceitos de evolução aplicados a problemas de engenharia. A escolha dos parâmetros para melhor desempenho do AG foi baseada em estudo preliminar realizado por Florido et al. (2014).

As ferramentas utilizadas neste algoritmo genético foram: crossover, mutação e elitismo. Cada parâmetro α_{mn} (Equação 28) foi codificado como um número binário de 18 bits considerando o último bit como representante do sinal negativo ou positivo. Esta unidade constituía um cromossomo. O conjunto de parâmetros, ou conjunto de cromossomos, formava uma frente de busca. Foram estabelecidas oito frentes de buscas em paralelo a partir da população parental de α_{nm}. Inicialmente, os cromossomos que constituíam a população inicial foram gerados randomicamente. A partir desta população inicial, os dois conjuntos de vetores que apresentavam os valores que mais se aproximavam da solução foram selecionados para o primeiro cruzamento que gerou oito novas populações. O cruzamento (ou crossover) foi realizado em seis pontos aleatórios de cada cromossomo. Além disso, no conjunto de parâmetros que mais se aproximou do critério de parada a taxa de mutação foi de 2,5%; para a segunda população mais adaptada a taxa praticada foi 5%. Isso significa que um bit em todo o conjunto foi alterado de 0 para 1 ou de 1 para 0 com uma probabilidade de 2,5 e 5% para os respectivos conjuntos. O elitismo também foi implementado, assegurando que as frentes que chegaram mais perto da resposta esperada passaram direto para a próxima geração quando considerado relevante. O sistema foi realimentado com os valores das frentes que mais se aproximavam da resposta esperada até que o critério de parada fosse atingido. O critério de parada foi o desvio relativo médio entre a viscosidade experimental e a viscosidade calculada pelo modelo. O fluxograma do AG utilizado é apresentado na Figura 3.

Figura 3. Fluxograma de desenvolvimento do Algoritmo Genético.



Para avaliação de desempenho tanto das abordagens estudadas quanto na comparação com os demais modelos e regras de mistura, foram avaliados os desvios médio relativos (DMR) cuja forma geral é apresentada na Equação 38. Nesta Equação, *P* é a propriedade física e *n* é o número de amostras a serem estudadas.

$$DMR\ (\%) = 100.\ \sum_{i=1}^{n} \frac{\left|P_{calculada} - P_{experimental}\right|}{P_{experimental}} \Big/ N \qquad (38)$$

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Densidade e Viscosidade

Para densidade e viscosidade, foram estudados 44 sistemas formados por (triacilglicerol + ácido graxo + solvente), totalizando 745 pontos experimentais de densidade e o mesmo número de pontos experimentais para a viscosidade; foram obtidos 426 pontos experimentais de densidade e o mesmo número de pontos experimentais para a viscosidade para 39 sistemas binários de ésteres metílicos. Os sistemas formados por (ácido graxo + ácido graxo + solvente) totalizaram 1143 pontos experimentais de densidade e o mesmo número de pontos experimentais para a viscosidade. Estes dados constituíram um banco utilizado para a obtenção de novos parâmetros do modelo UNIFAC-VISCO. Para fins de comparação, foram testadas as equações para estimativa denominadas Regras de Kay tanto na forma simples quanto na forma logarítmica e o modelo GC-UNIMOD para predição de viscosidade.

5.1.1 Ajuste de Parâmetros do Modelo UNIFAC-VISCO

O ajuste de parâmetros do modelo UNIFAC-VISCO foi feito sob três abordagens, na tentativa de avaliar a influência da divisão dos grupos que constituem as moléculas nos resultados obtidos. Desta forma, os compostos de interesse deste trabalho (triacilgliceróis, ácidos graxos, ésteres metílicos, álcoois, hexano e água) foram divididos em grupos funcionais sob três abordagens: a primeira considerando os grupos característicos do modelo original proposto por Chevalier et al. (1988), como sugerido na Tabela 6; a segunda frente de estudo considerou os grupos característicos de cada composto e a divisão de grupos foi apresentada na Tabela 7. A Tabela 8 apresentou a divisão de grupos para a terceira abordagem que considera a subdivisão proposta por Hirata et al. (2013), segundo a qual a mistura é formada por um composto hipotético AG-TAG.

A partir da divisão de grupos, a matriz de parâmetros α_{nm} foi estabelecida. O ajuste do modelo aos dados foi feito utilizando o algoritmo genético como método de convergência para obtenção dos parâmetros α_{nm}. Inicialmente, foi proposto realizar o ajuste considerando dois métodos de convergência, um numérico e outro heurístico.

Porém, por experiência prévia de outro trabalho do grupo de pesquisa (em vias de publicação) constatou-se que os métodos heurísticos apresentaram resultados mais satisfatórios do que os métodos numéricos no ajuste de parâmetros deste modelo. Desta forma, o ajuste utilizando o método dos mínimos quadrados foi descartado, somente sendo realizado o ajuste com algoritmo genético. Tanto o modelo UNIFAC-VISCO quanto o método de otimização foram implementados em MATLAB® em trabalho prévio do grupo de pesquisa (Florido et al., 2014).

As Tabelas 16 a 18 apresentam os parâmetros α_{nm} obtidos considerando as abordagens 1, 2 e 3, respectivamente.

Tabela 16 – Parâmetros αmn do modelo UNIFAC-VISCO obtidos considerando divisão de grupos proposta de Chevalier et al.(1988).

n	***M***							
	CH3	**CH2**	**CH**	**CH=CH**	**COO**	**COOH**	**OH**	**H2O**
CH3	0	4974	2879	2651	4673	2481	786	2114
CH2	2073	0	736	1405	2255	2391	4729	4840
CH	3997	2747	0	3045	354	3460	854	2890
CH=CH	2234	984	455	0	493	4829	796	4567
COO	1781	1488	1600	2348	0	1303	2967	1851
COOH	3091	1485	2989	3008	1547	0	3900	2077
OH	3582	3562	1747	1937	173	248	0	4806
H2O	500	2516	1148	222	1290	4770	3142	0

Tabela 17 – Parâmetros α_{mn} do modelo UNIFAC-VISCO obtidos considerando nova proposta de divisão de grupos característicos.

n	***m***								
	CH_2-CH-CH_2	**CH_3**	**CH_2**	**CH**	**CH=CH**	**COO**	**COOH**	**OH**	**H_2O**
CH_2-CH-CH_2	0	832	1081	1918	387	1543	1767	853	840
CH_3	735	0	470	598	929	1780	1724	1794	898
CH_2	937	1473	0	249	18	1020	1074	773	22
CH	627	166	1211	0	1799	1956	1162	266	688
CH=CH	1499	1211	1542	393	0	695	892	1249	918
COO	1043	1518	801	1324	1964	0	467	1745	1312
COOH	105	748	1070	1193	231	400	0	597	171
OH	82	127	144	1925	26	1408	664	0	1580
H_2O	258	223	231	376	1456	446	1723	979	0

Tabela 18 – Parâmetros α_{mn} do modelo UNIFAC-VISCO obtidos considerando divisão de grupos proposta por Hirata et al. (2013).

n	***m***								
	$CH_{5/3}COO$	**CH_3**	**CH_2**	**CH**	**CH=CH**	**COO**	**COOH**	**OH**	**H_2O**
$CH_{5/3}COO$	0	815	2218	206	309	2008	2782	1635	1816
CH3	2056	0	1655	2163	175	1850	819	123	1112
CH2	956	115	0	2611	1704	1933	1783	685	1788
CH	1623	941	366	0	1555	2752	1036	1075	1516
CH=CH	1584	1512	1581	2490	0	943	2468	343	986
COO	534	2513	1936	1158	229	0	198	405	1637
COOH	1279	816	2562	654	985	2281	0	1252	32
OH	1086	2569	1635	536	2010	668	16	0	1415
H2O	1048	237	2710	585	279	1967	410	214	0

O desempenho das três abordagens foi avaliado considerando-se os desvios médio relativos (DMR) cuja forma geral foi apresentada na Equação 38. Os valores de DMR serão apresentados no item 5.1.3, na comparação com os demais modelos estudados.

Considerando as abordagens estudadas, o desvio médio relativo para a subdivisão 1 resultou em DMR de 4,0 %; a segunda abordagem resultou em parâmetros cujo DMR foi de 4,5 %; para a terceira abordagem o DMR obtido foi de 4,8 %. As Figuras 3 a 70 apresentam as viscosidades experimentais e as calculadas pelo modelo UNIFAC-VISCO utilizando os parâmetros obtidos na 1ª abordagem. Também estão graficados os valores de densidade experimental e os calculados pela Regra de Kay ponderada em fração mássica.

a) Sistemas: Triacilglicerol + Ácido Graxo + Solvente

As Figuras 4 a 9 são referentes a soluções com hexano como solvente; Figuras 10 a 17, n-hexanol como solvente; Figuras 18 a 20, 1-pentanol como solvente; Figuras 21 a 25, 1-butanol como solvente; Figuras 26 a 32, 1-propanol como solvente; Figuras 33 a 38, 2-propanol como solvente; Figuras 39 e 40, etanol hidratado 5% como solvente e Figuras 41 e 42, etanol anidro como solvente. Dados referentes aos sistemas (Triacilglicerol + Ácido Graxo + Solvente) foram publicados em Florido et al. (2017).

Figura 4 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (tricaprina + ácido laurico + hexano) com $w_{tricaprina}$: (■) 0,3815; (●) 0,2498; (▲) 0,1039; (▼) 0,0596, em função da temperatura (T / ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO.

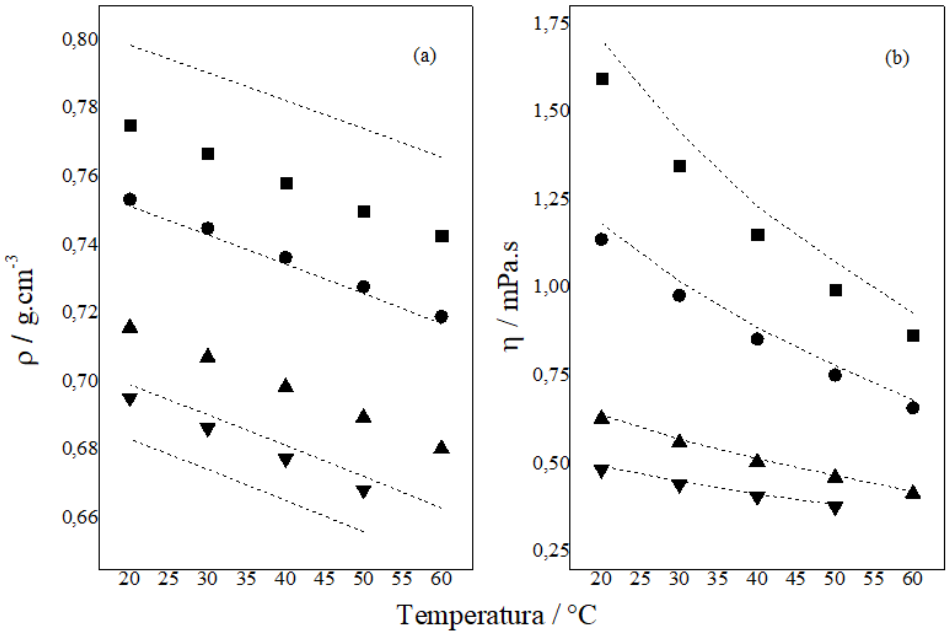


Figura 5 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (trilaurina + ácido cáprico + hexano) com $w_{trilaurina}$: (■) 0,1696; (●) 0,0982; (▲) 0,0605, em função da temperatura (T / ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO.

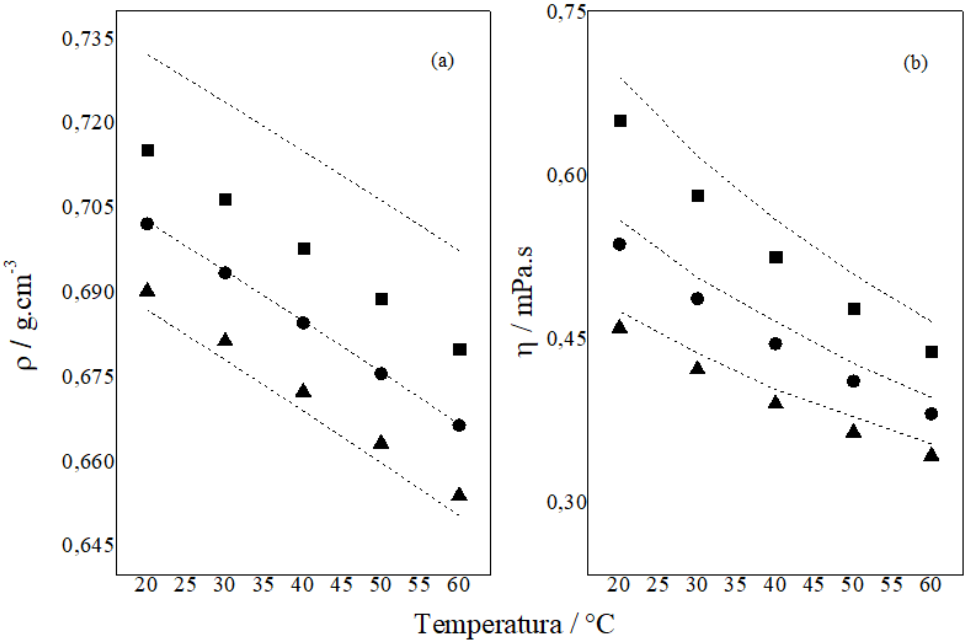


Figura 6 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (trimiristina + ácido oléico + hexano) com $w_{trimiristina}$: (■) 0,2149; (●) 0,1222, em função da temperatura (T / ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO.

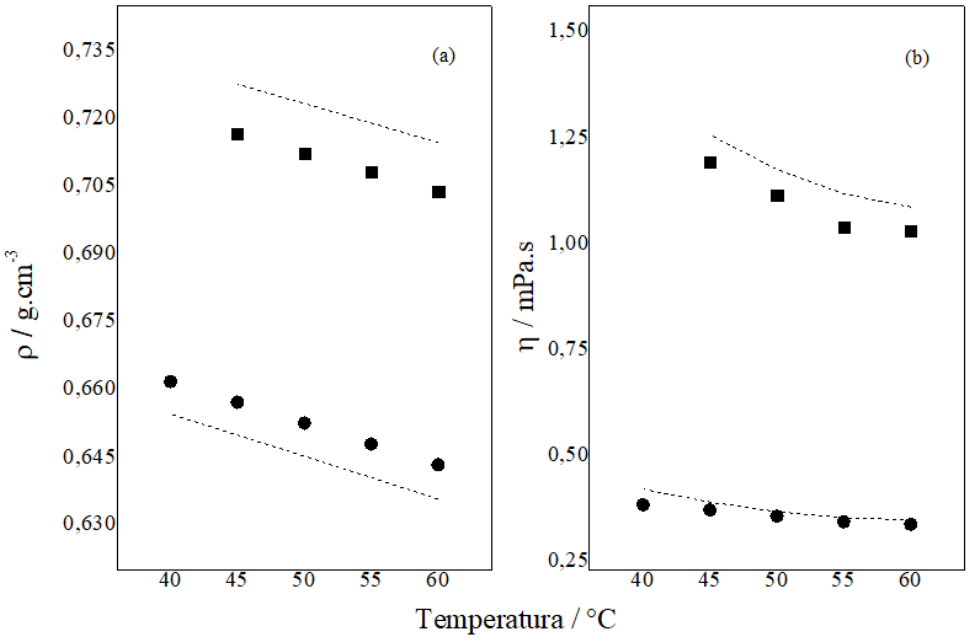


Figura 7 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (trilinolenina + ácido behênico + hexano) com $w_{trilinolenina}$ (■) = 0,1468, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO.

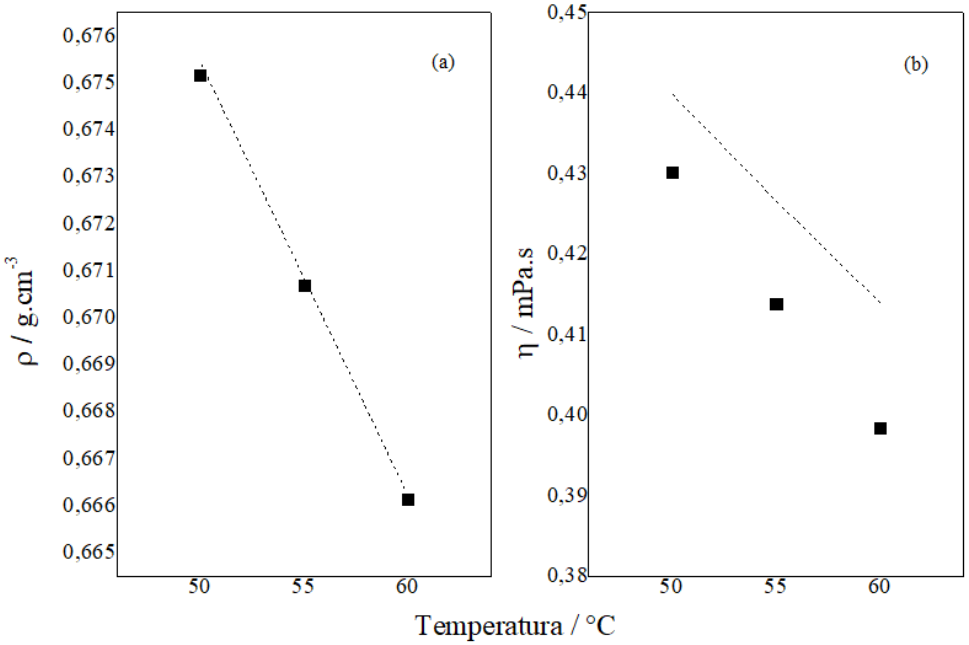


Figura 8 - Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (tricaprilina + ácido palmítico +hexano) com $w_{tricaprilina}$: (■) 0,3408; (●) 0,2486, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO.

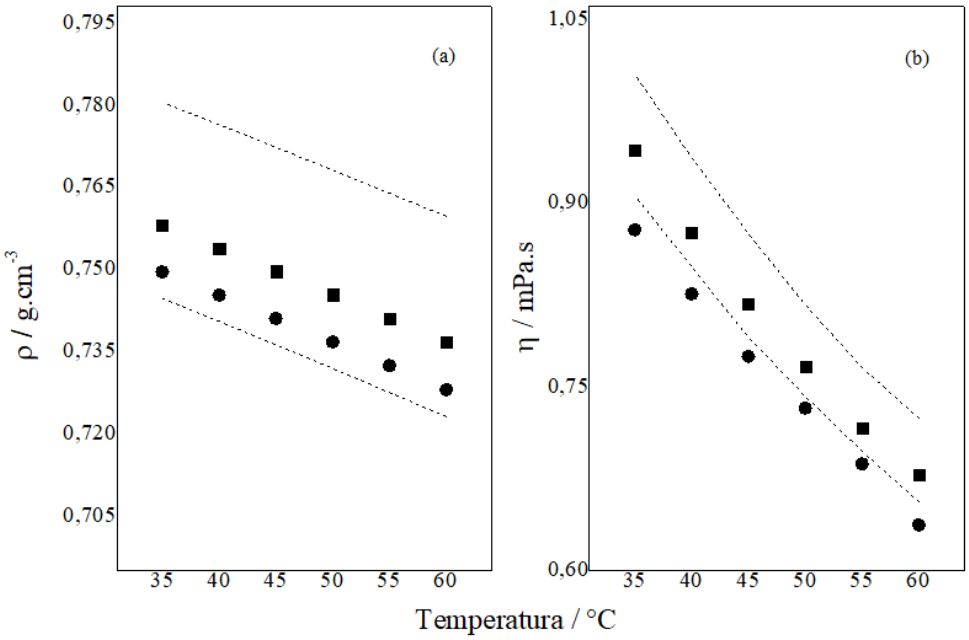


Figura 9 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (trilinoleína + ácido esteárico + hexano) com $w_{trilinoleína}$: (■) 0,3085; (●) 0,0100, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO.

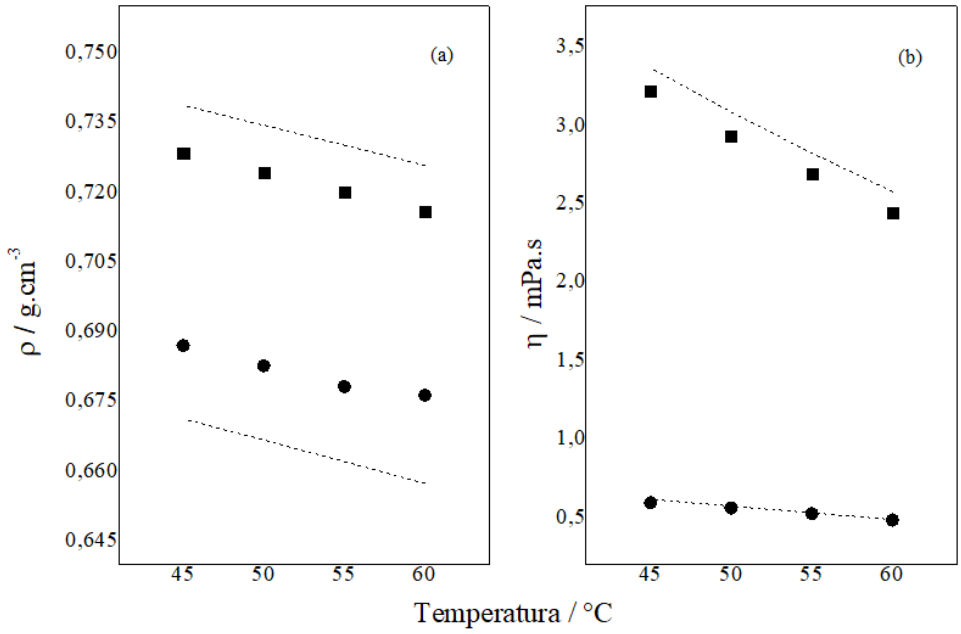


Figura 10 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (tricaprilina + ácido palmítico +n-hexanol) com $w_{tricaprilina}$: (■) 0,5125; (●) 0,2967; (▲) 0,1899; (▼) 0,1750; (◆) 0,0650, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO.

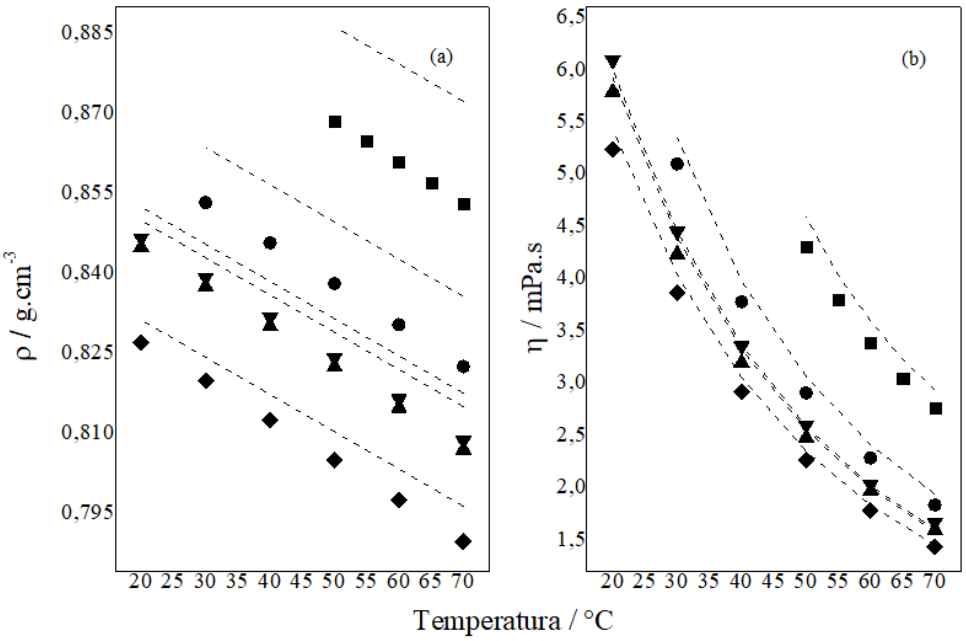


Figura 11 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (tricaprina + ácido laurico + n-hexanol) com $w_{tricaprina}$: (■) 0,5203; (●) 0,3162; (▲) 0,1372; (▼) 0,0998; (◆) 0,0822, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO.

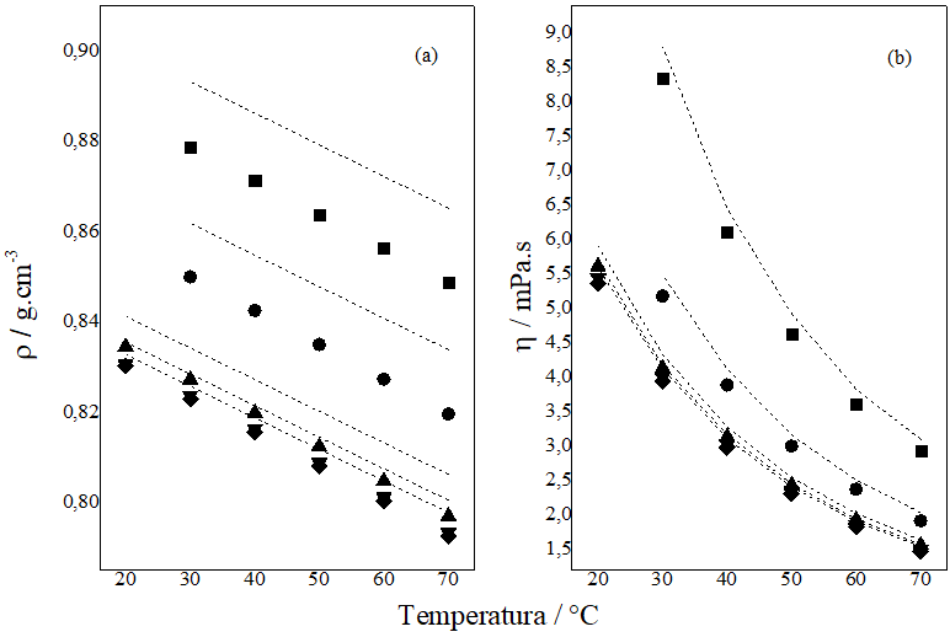


Figura 12 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (trilaurina + ácido cáprico + n-hexanol) com $w_{trilaurina}$: (■) 0,5126; (▼) 0,1252; (◆) 0,0686, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO.

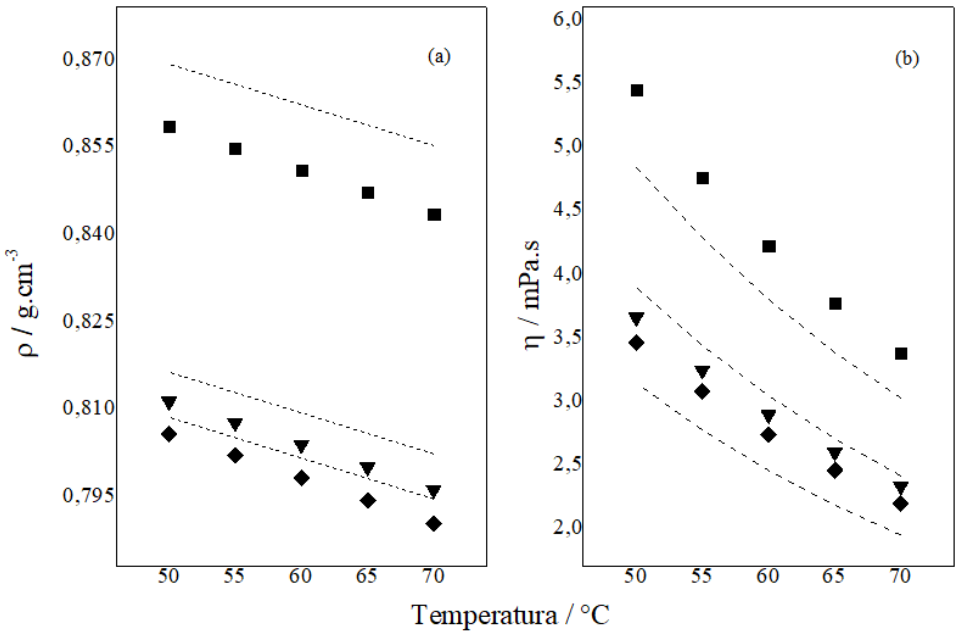


Figura 13 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (trimiristina + ácido oléico + n-hexanol) com $w_{trimiristina}$: (■) 0,1885; (●) 0,1250; (▲) 0,0647, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO.

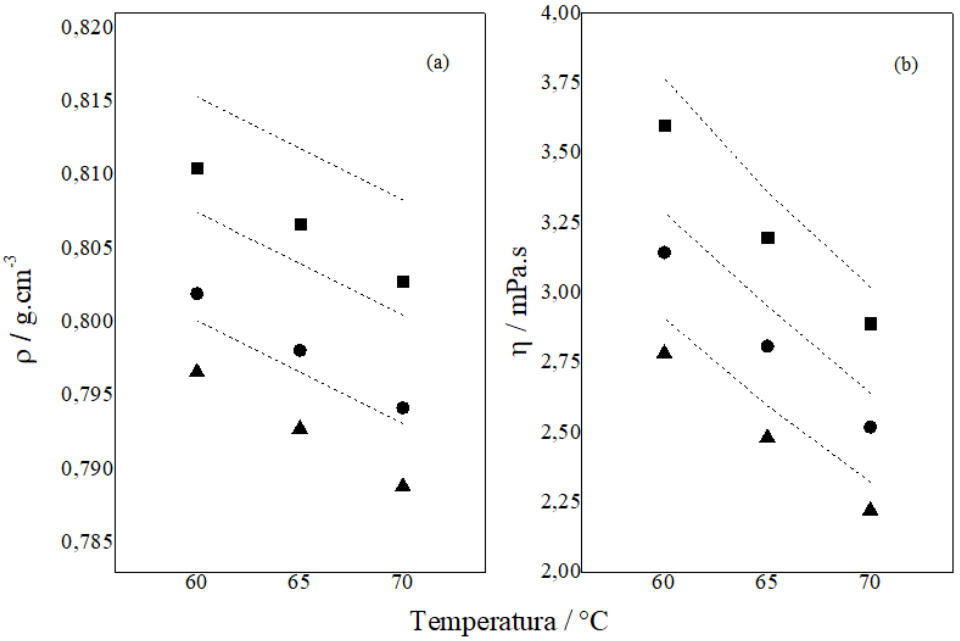


Figura 14 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (tripalmitina + ácido caprílico + n-hexanol) com $w_{tripalmitina}$: (■) 0,1912; (●) 0,1260; (▲) 0,0680, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO.

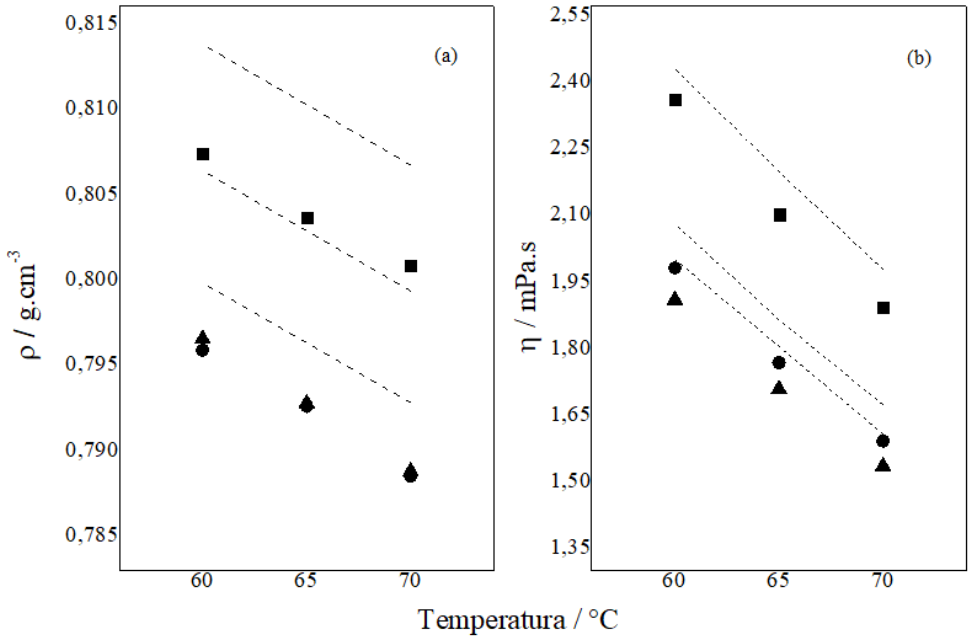


Figura 15 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (trioleína + ácido mirístico + n-hexanol) com $w_{trioleína}$: (■) 0,5123; (●) 0, 3047; (▲) 0,1899; (▼) 0,1258; (◆) 0,0664, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO.

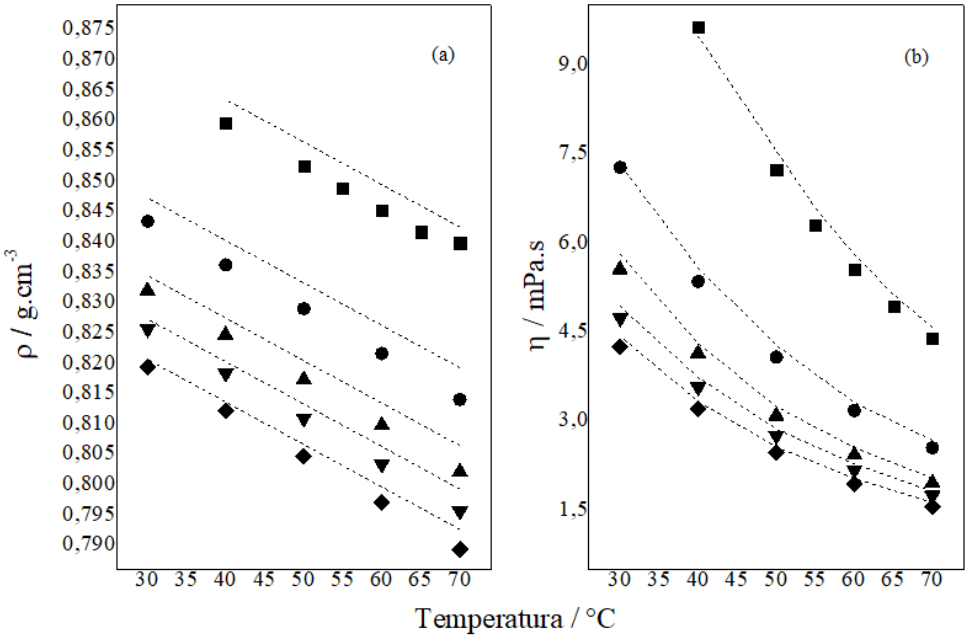


Figura 16 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (trilinoleína + ácido esteárico + n-hexanol) com $w_{trilinoleína}$: (■) 0,3039; (●) 0,1871; (▲) 0,1260; (▼) 0,0675, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO.

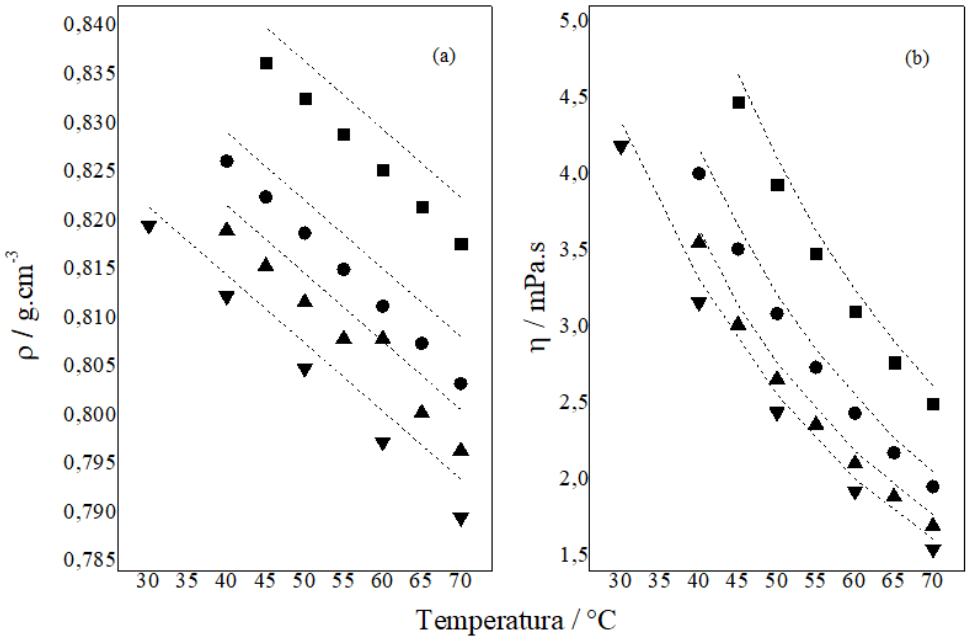


Figura 17 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (trilinolenina + ácido behênico + n-hexanol) com $w_{trilinolenina}$: (■) 0,1260; (●) 0,0684, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO.

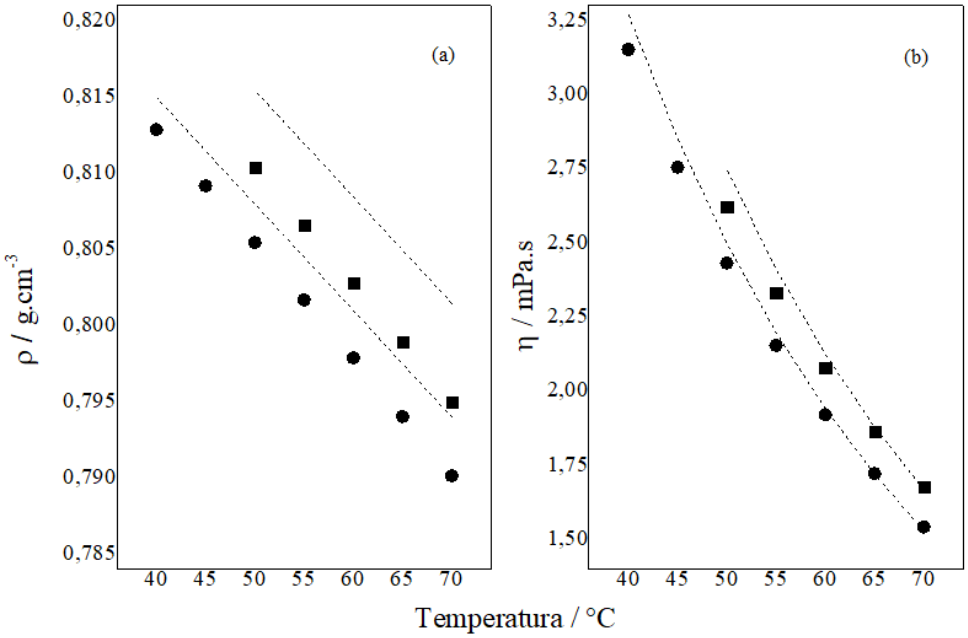


Figura 18 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (tricaprilina + ácido palmítico + 1-pentanol) com $w_{tricaprilina}$: (■) 0,2186; (●) 0,1658; (▲) 0,0963; (▼) 0,0630; (◆) 0,0330, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO.

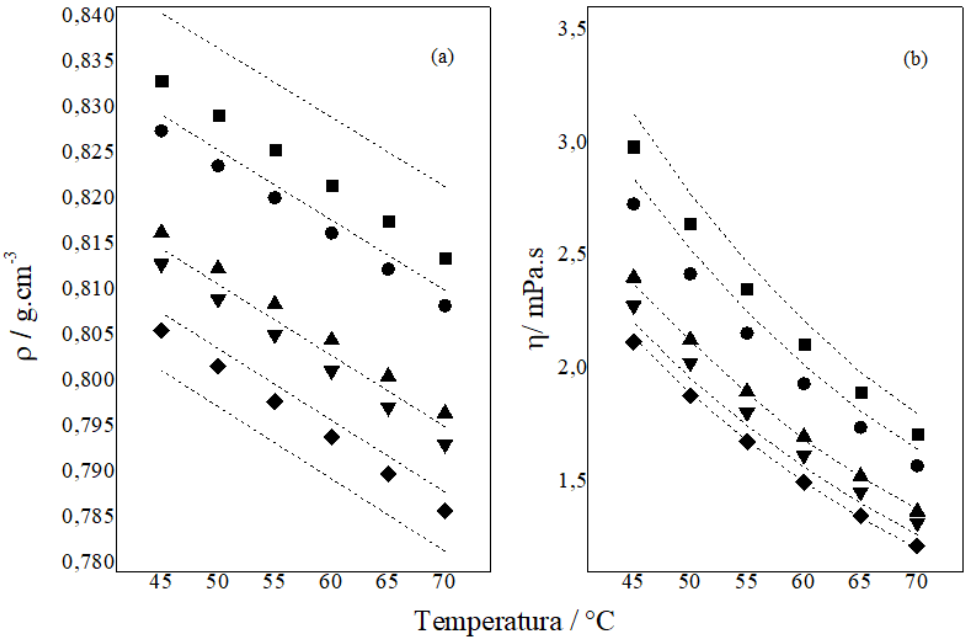


Figura 19 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (tricaprina + ácido laurico + 1-pentanol) com $w_{tricaprina}$: (■) 0,2205; (●) 0,1625; (▲) 0,0970; (▼) 0,0660; (◆) 0,0340, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO.

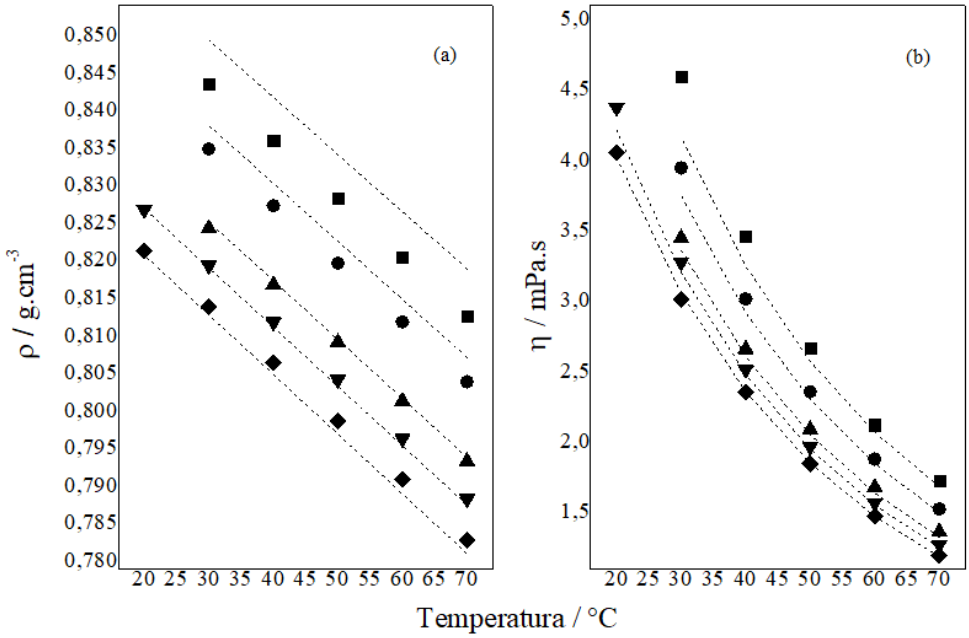


Figura 20 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (trilaurina + ácido cáprico + 1-pentanol) com $w_{trilaurina}$: (■) 0,4403; (●) 0,1621; (▲) 0,0100, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO.

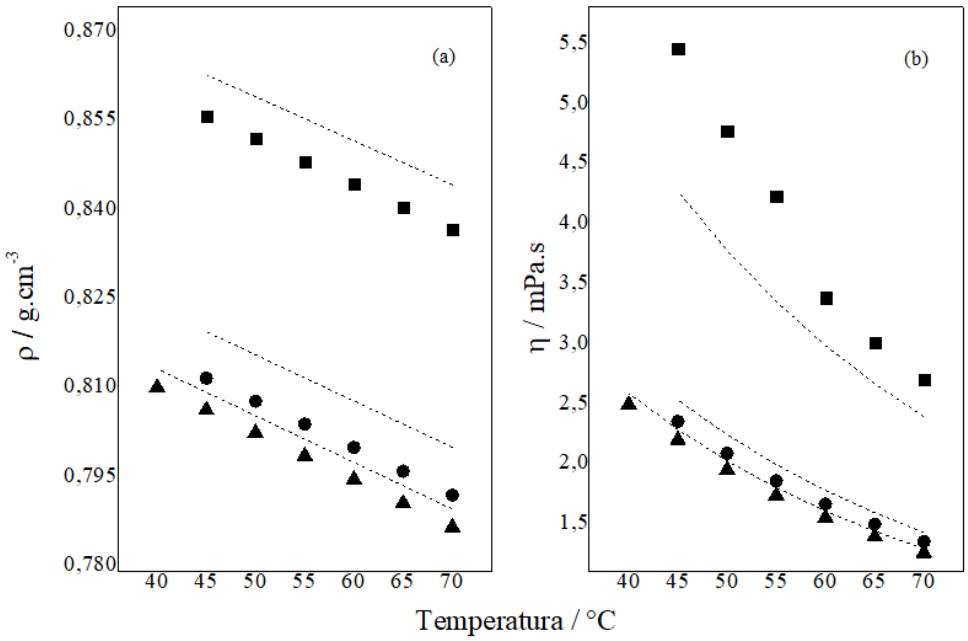


Figura 21 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (tricaprilina + ácido palmítico +1-butanol) com $w_{tricaprilina}$: (■) 0,3447; (●) 0,1600; (▲) 0,1075; (▼) 0,0654, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO.

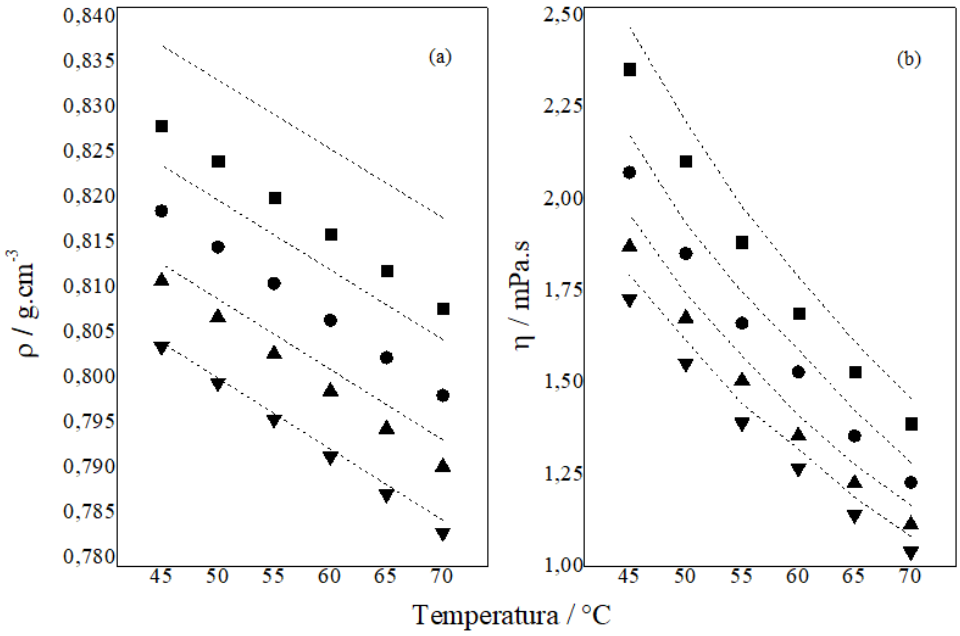


Figura 22 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (tricaprina + ácido laurico +1-butanol) com $w_{tricaprina}$: (■) 0,2241; (●) 0,1598; (▲) 0,1096; (▼) 0,0660, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO.

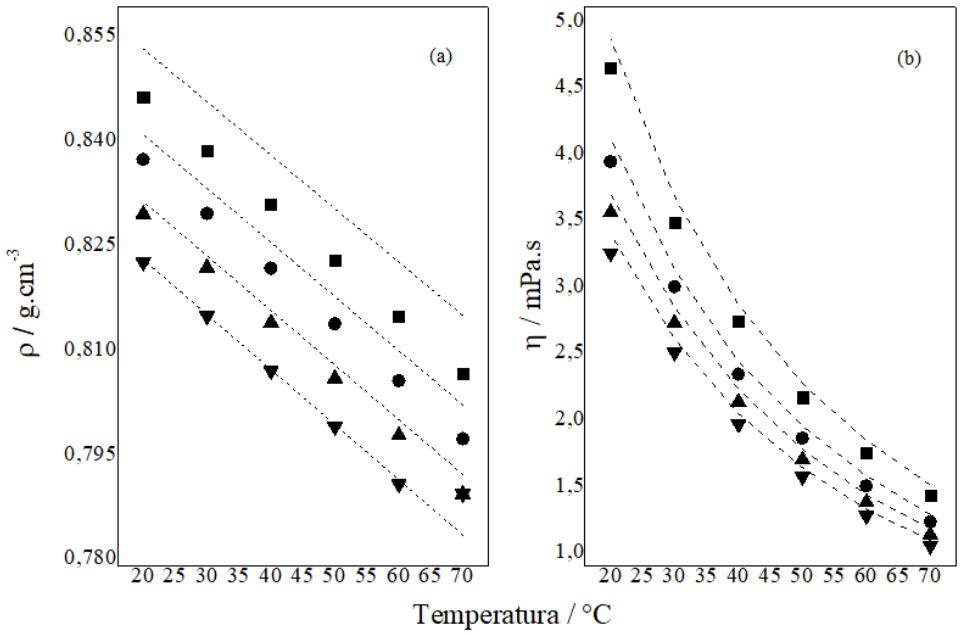


Figura 23 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (trilaurina + ácido cáprico +1-butanol) com $w_{trilaurina}$: (■) 0,0600; (●) 0,0400, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO.

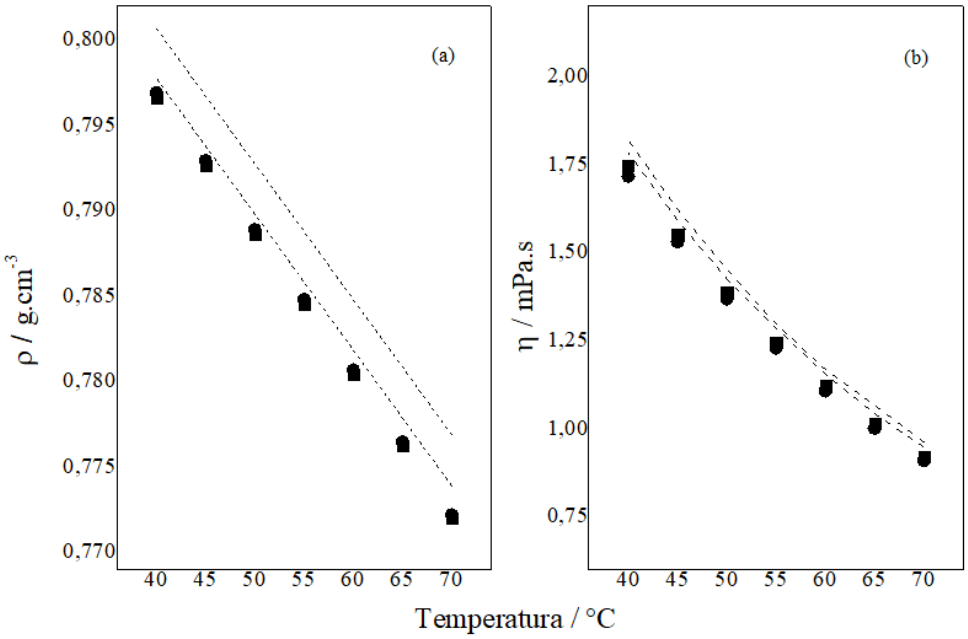


Figura 24 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (trioleína + ácido mirístico +1-butanol) com $w_{trioleína}$: (■) 0,2497; (●) 0,1591; (▲) 0,1099; (▼) 0,0658, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO.

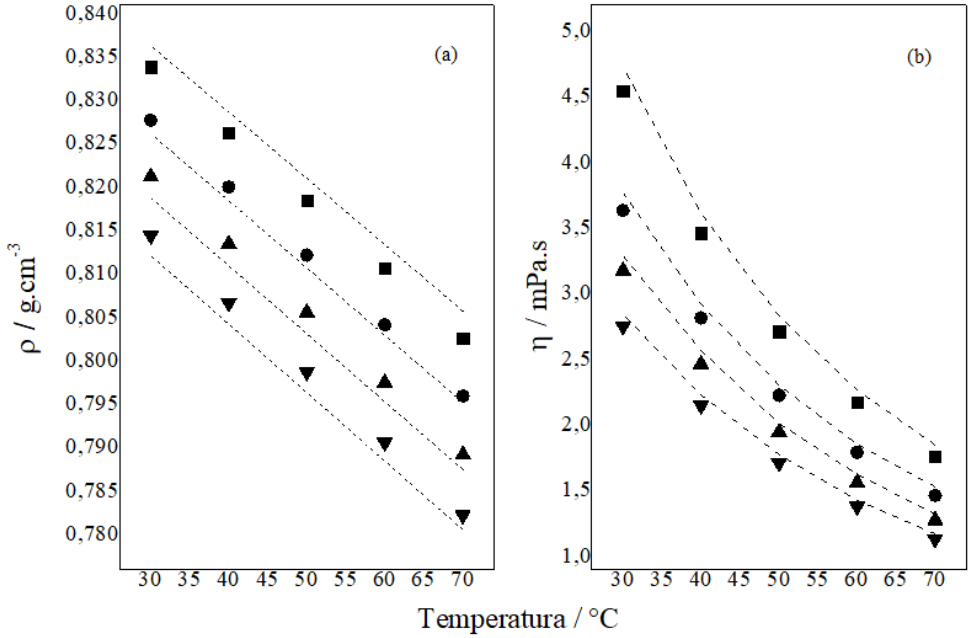


Figura 25 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (trimiristina + ácido oléico +1-butanol) com $w_{trimiristina}$ (■) = 0,1774, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO.

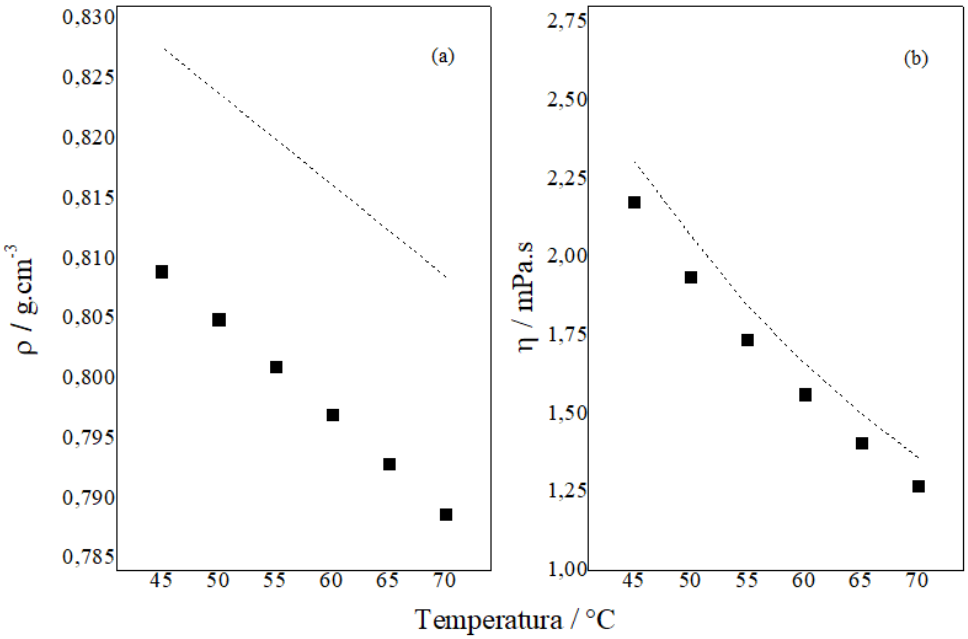


Figura 26 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (tricaprina + ácido laurico +1-propanol) com $w_{tricaprina}$: (■) 0,2240; (●) 0,1592; (▲) 0,1060; (▼) 0,0634; (◆) 0,0330, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO.

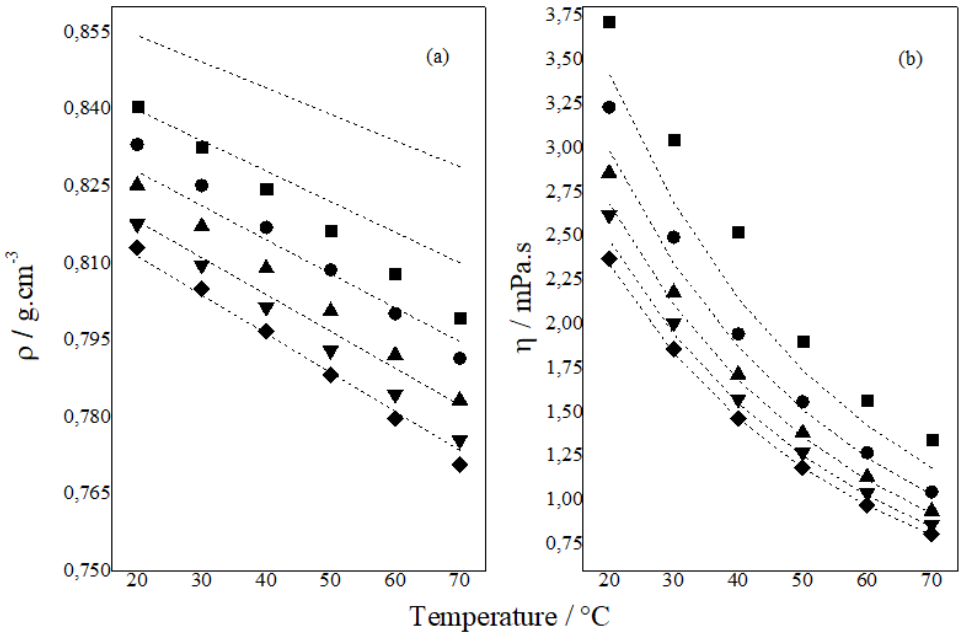


Figura 27 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (trilaurina + ácido cáprico +1-propanol) com $w_{trilaurina}$: (■) 0,2211; (●) 0,1592; (▲) 0,1088; (▼) 0,0660; (◆) 0,0330, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO.

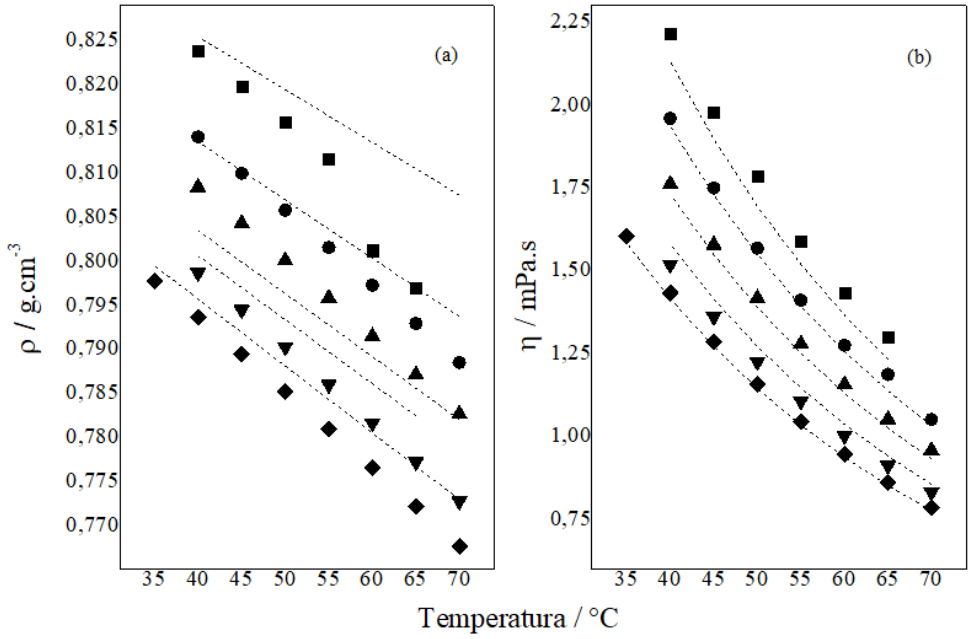


Figura 28 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (trioleína + ácido mirístico +1-propanol) com $w_{trioleína}$: (■) 0,2185; (●) 0,1553; (▲) 0,1050; (▼) 0,0643; (◆) 0,0321, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO.

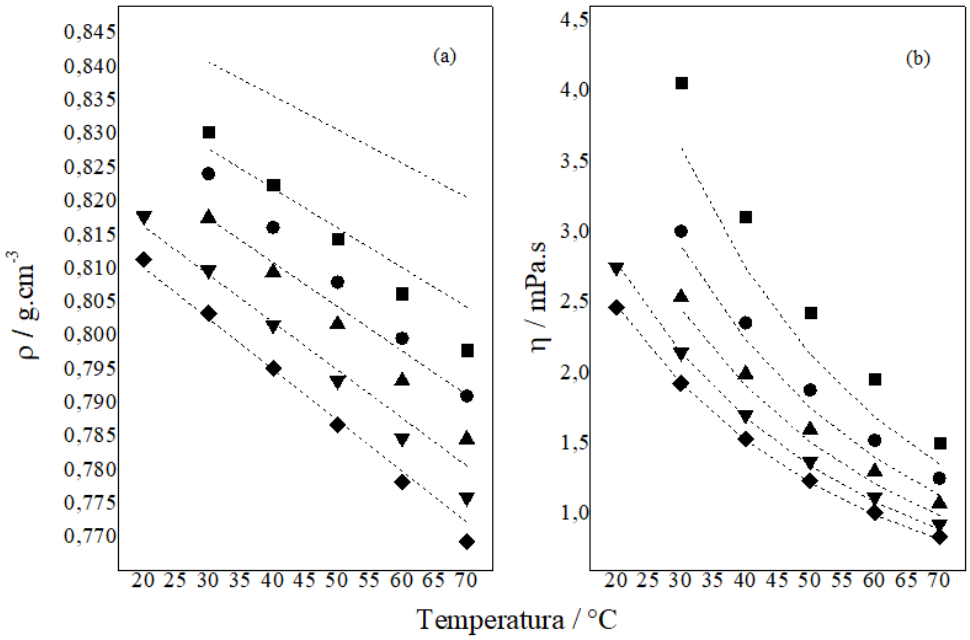


Figura 29 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (tricaprilina + ácido palmítico +1-propanol) com $w_{tricaprilina}$: (■) 0,2193; (●) 0,1583; (▲) 0,1086; (▼) 0,0649; (◆) 0,0185, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO.

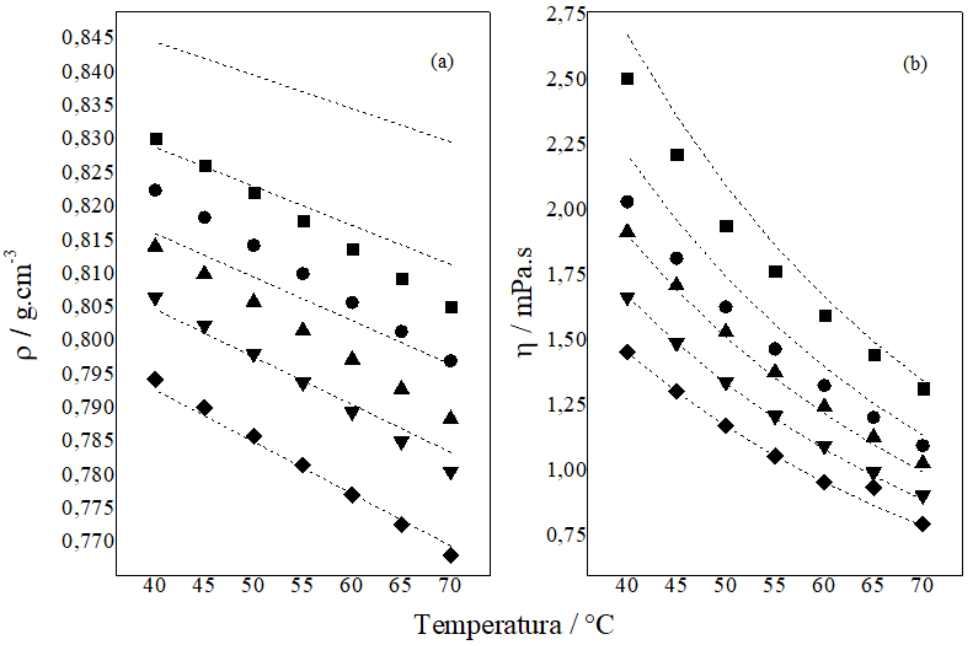


Figura 30 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (tripalmitina + ácido caprílico +1-propanol) com $w_{tripalmitina}$: (■) 0,0400; (●) 0,0200, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO.

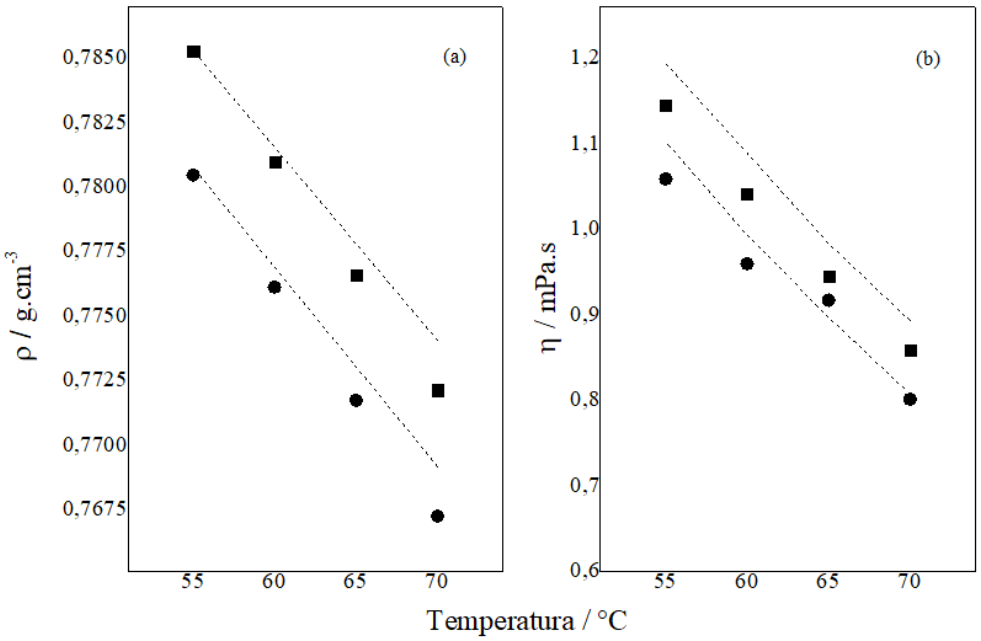


Figura 31 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (trimiristina + ácido oléico +1-propanol) com $w_{trimiristina}$: (■) 0,1238; (●) 0,0976; (▲) 0,0599, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO.

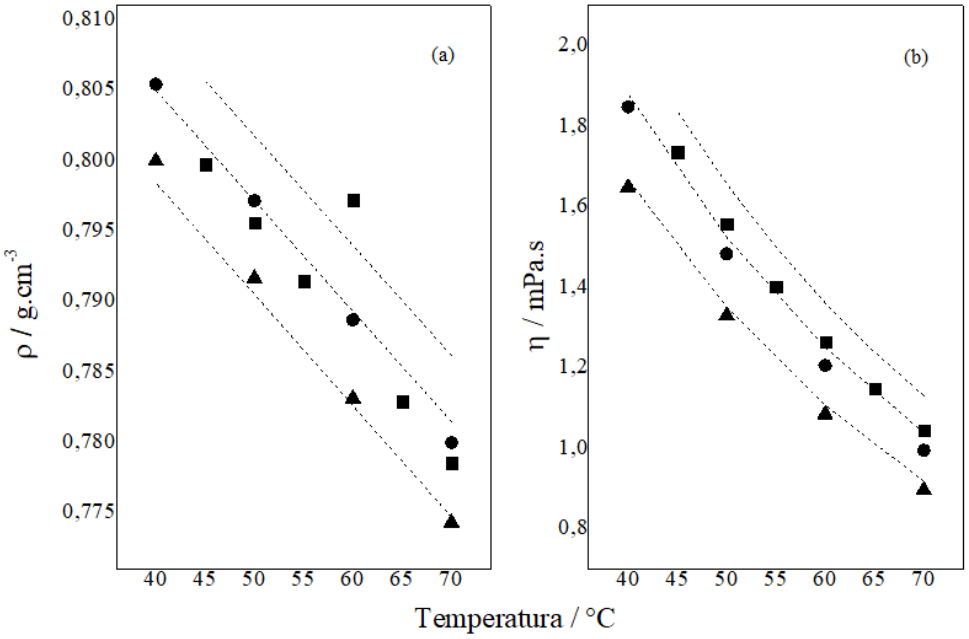


Figura 32 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (trilinoleína + ácido esteárico +1-propanol) com $w_{trilinoleína}$: (■) 0,2403; (●) 0,1597; (▲) 0,0650, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO.

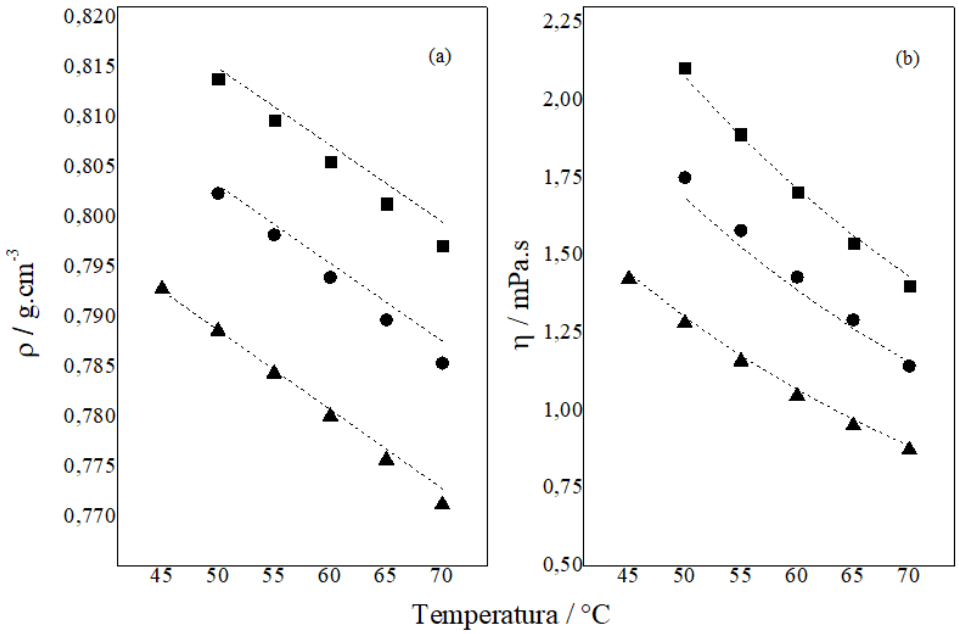


Figura 33 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (tricaprina + ácido laurico +2-propanol) com $w_{tricaprina}$: (■) 0,1704; (●) 0,0950; (▲) 0,0550; (▼) 0,0315, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO.

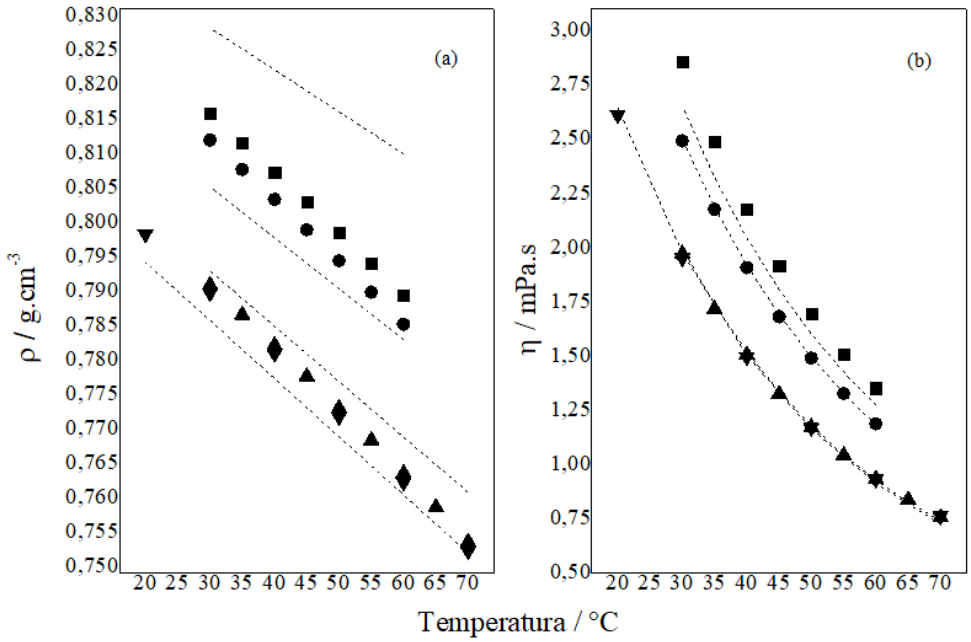


Figura 34 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (trilaurina + ácido cáprico +2-propanol) com $w_{trilaurina}$: (■) 0,1819; (●) 0,0850; (▲) 0,0610; (▼) 0,0233, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO.

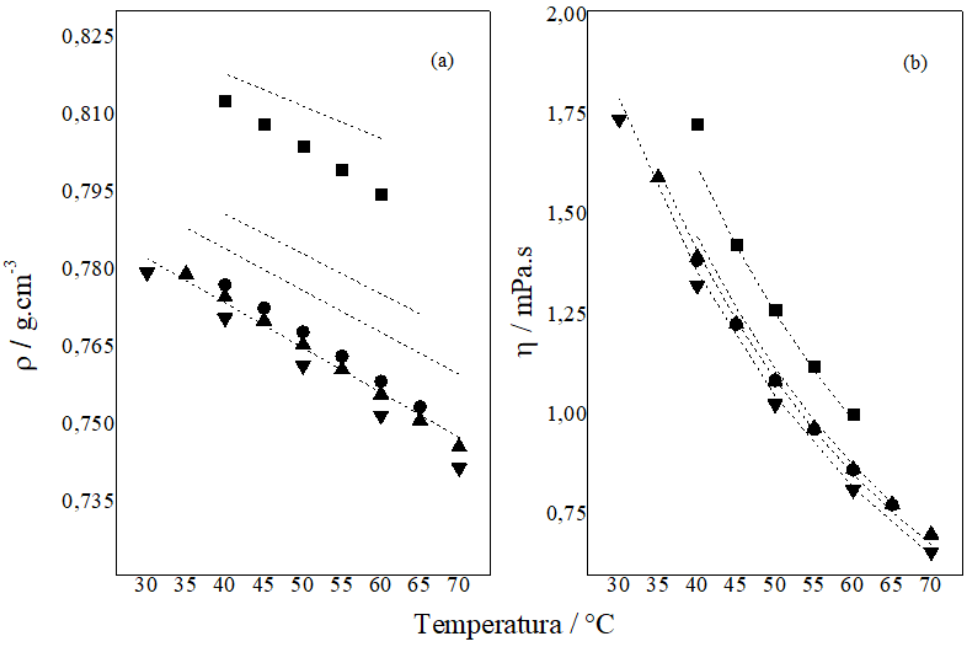


Figura 35 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (tricaprilina + ácido palmítico +2-propanol) com $w_{tricaprilina}$: (■) 0,3165; (●) 0,1621; (▲) 0,0870; (▼) 0,0414; (◆) 0,0183, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO.

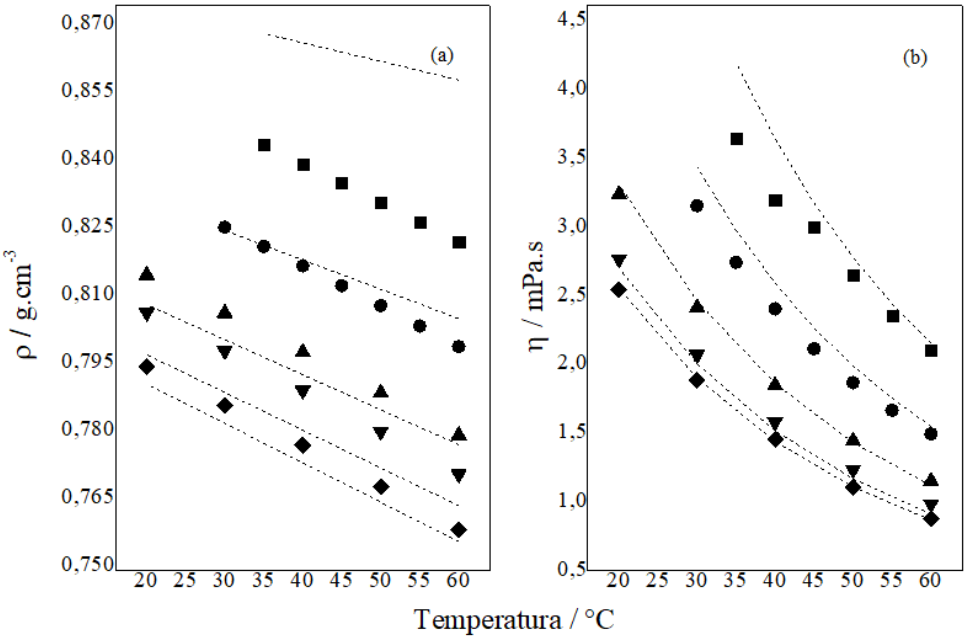


Figura 36 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (trioleína + ácido mirístico +2-propanol) com $w_{trioleína}$: (■) 0,3185; (●) 0,2182; (▲) 0,1656; (▼) 0,0970; (◆) 0,0330, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO.

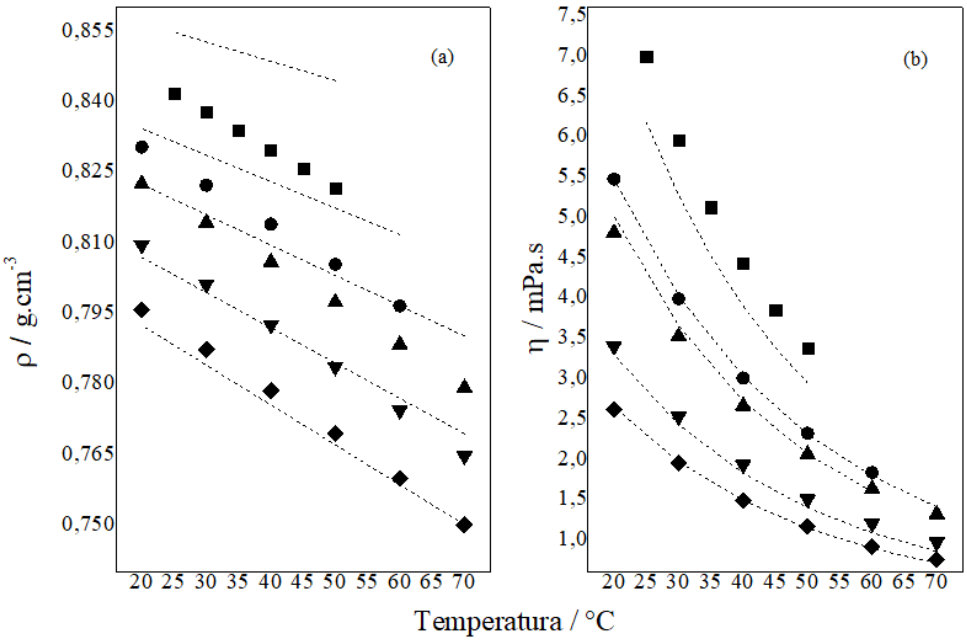


Figura 37 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (trimiristina + ácido oléico +2-propanol) com $w_{trimiristina}$: (■) 0,1342; (●) 0,0630; (▲) 0,0286, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO.

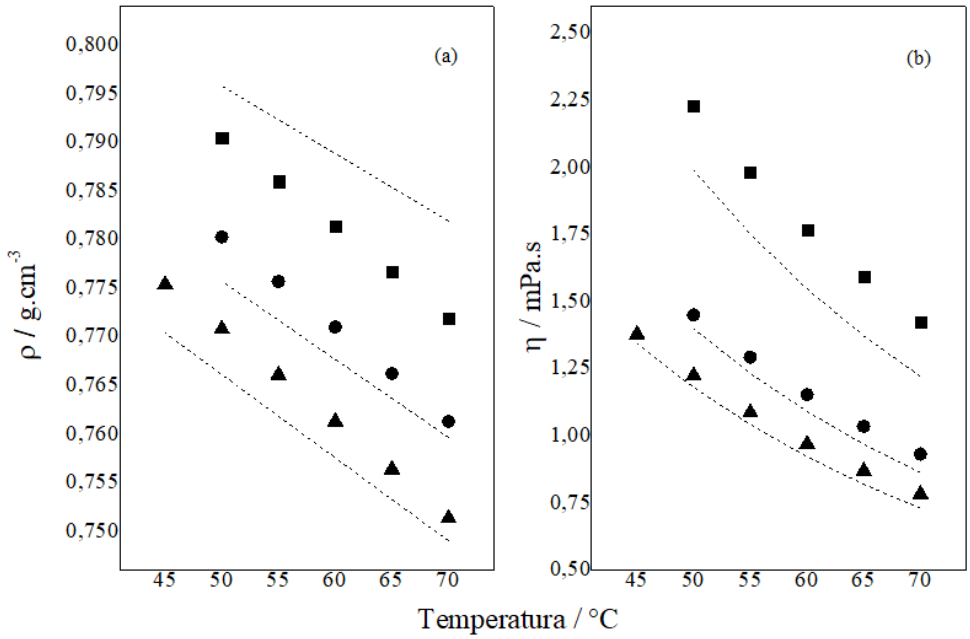


Figura 38 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (tripalmitina + ácido caprílico +2-propanol) com $w_{tripalmitina}$: (■) 0,0853; (●) 0,0660; (▲) 0,0330, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO.

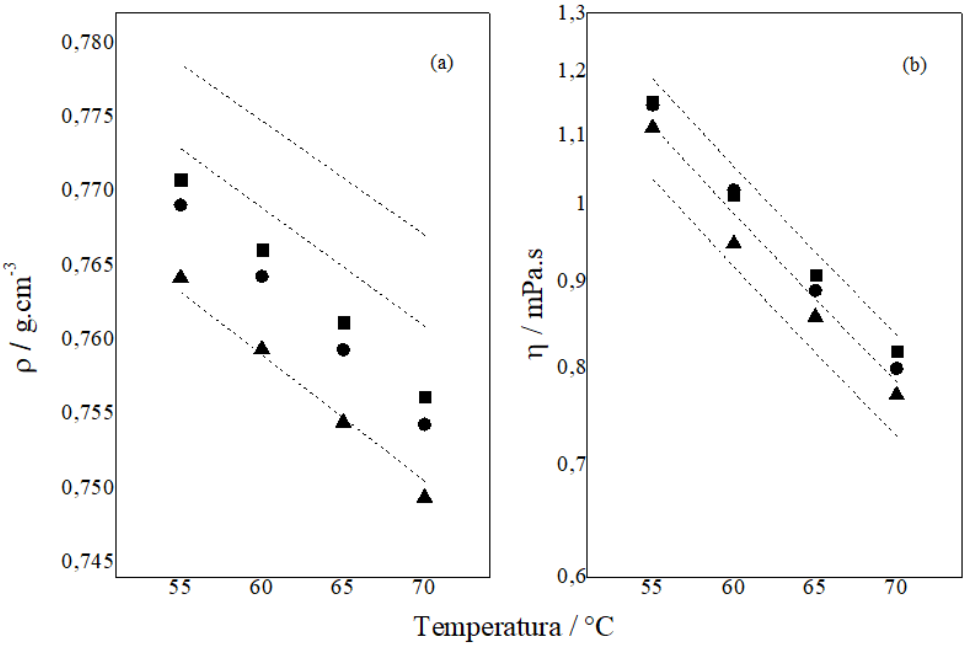


Figura 39 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (tricaprilina + ácido linolêico + etanol hidratado 5%) com $w_{tricaprilina}$: (■) 0,1657; (●) 0,0997; (▲) 0,040; (▼) 0,0249, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO.

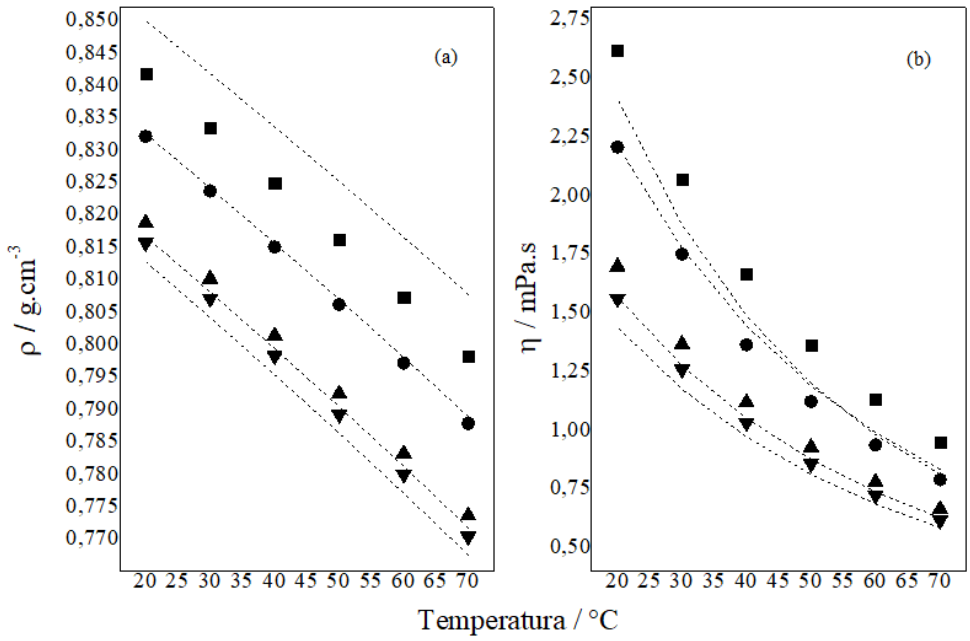


Figura 40 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (tricaprilina + ácido láurico + etanol hidratado 5 %) com $w_{tricaprilina}$ = 0,1571, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO.

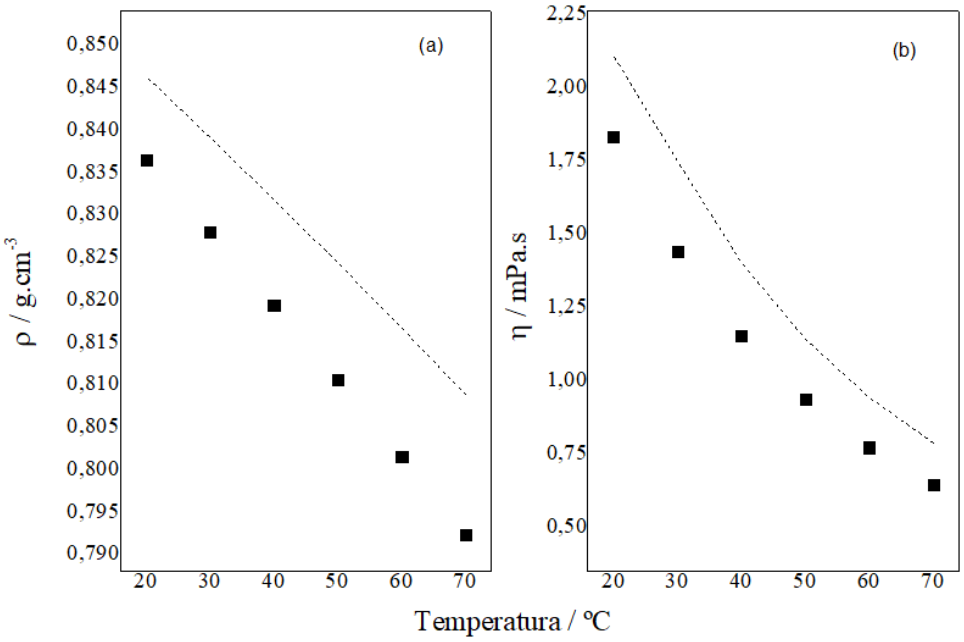


Figura 41 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (tricaprilina + ácido linolêico + etanol anidro) com $w_{tricaprilina}$: (■)0,2563; (●)0,1569; (▲)0,039, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO.

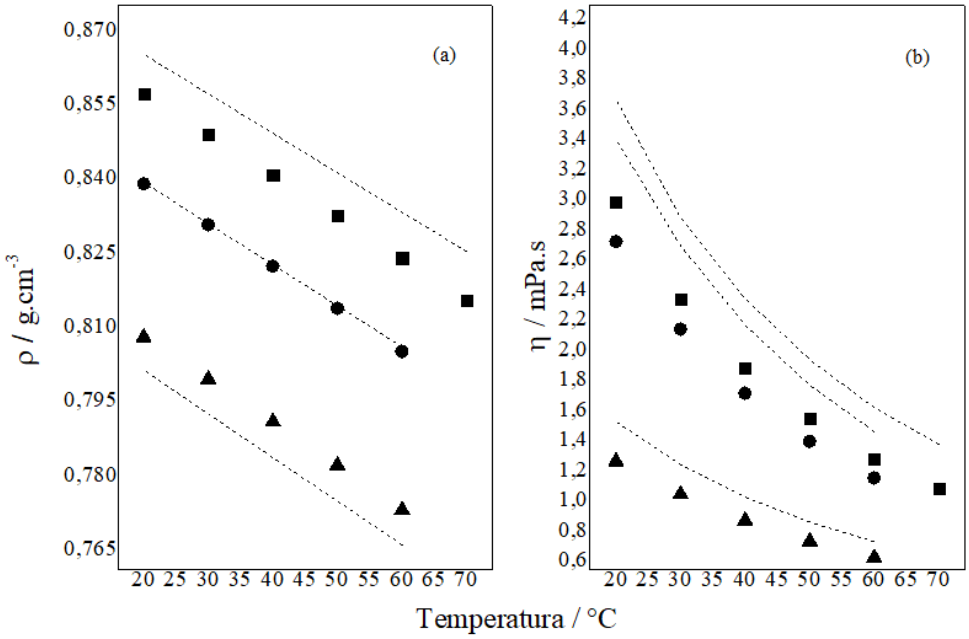
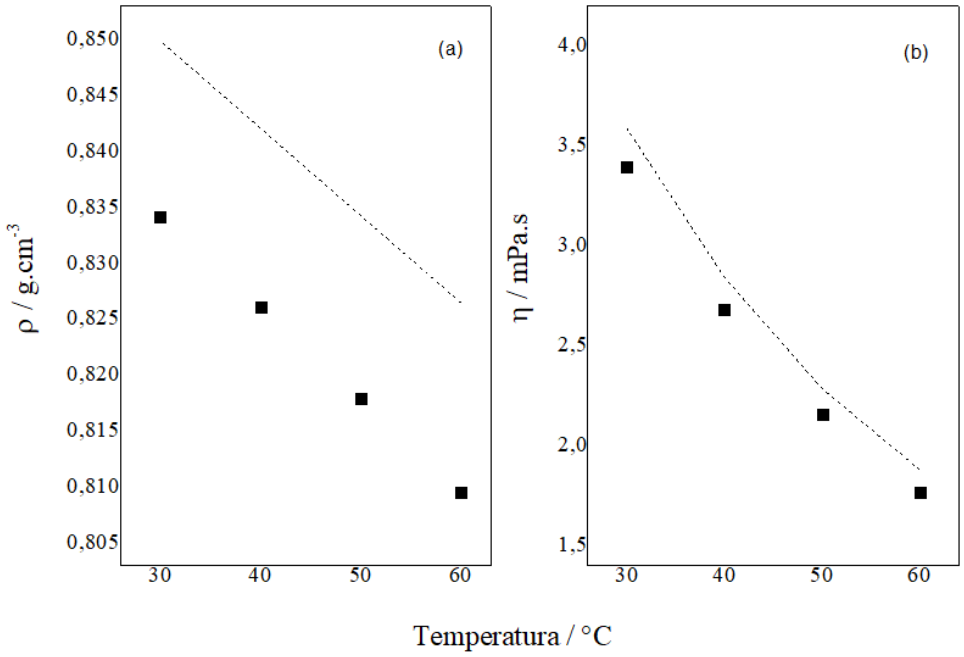


Figura 42 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (trioleína + ácido oleico + etanol anidro) com $w_{trioleína}$ = 0,3675, em função da temperatura (T/ ºC). (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO.



b) Sistemas: Ácido Graxo + Ácido Graxo + Solvente

As Figuras 43 a 46 apresentam os sistemas formados pelos ácidos caprílico e caprico adicionados de etanol anidro, etanol hidratado, 1-hexanol, e hexano, respectivamente. As Figuras 47 a 53 apresentam os sistemas formados pelos ácidos caprílico e láurico adicionados de etanol anidro, etanol hidratado, 1-propanol, 2-propanol, 1-butanol, 1-hexanol, e hexano, respectivamente. As Figuras 54 e 55 apresentam os sistemas formados pelos ácidos caprílico e oléico adicionados de etanol anidro, e etanol hidratado, respectivamente. As Figuras 56 e 57 apresentam os sistemas formados pelos ácidos caprílico e linoleico adicionados de etanol anidro, e etanol hidratado, respectivamente.

Figura 43 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (ácido caprílico (1) / ácido cáprico (2) / etanol anidro (3)), em função da temperatura. w_1/ w_2: (■) 0,0878/0,0866; (●) 0,0553 / 0,0545; (▲)0,0324 /0,0319. (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO.

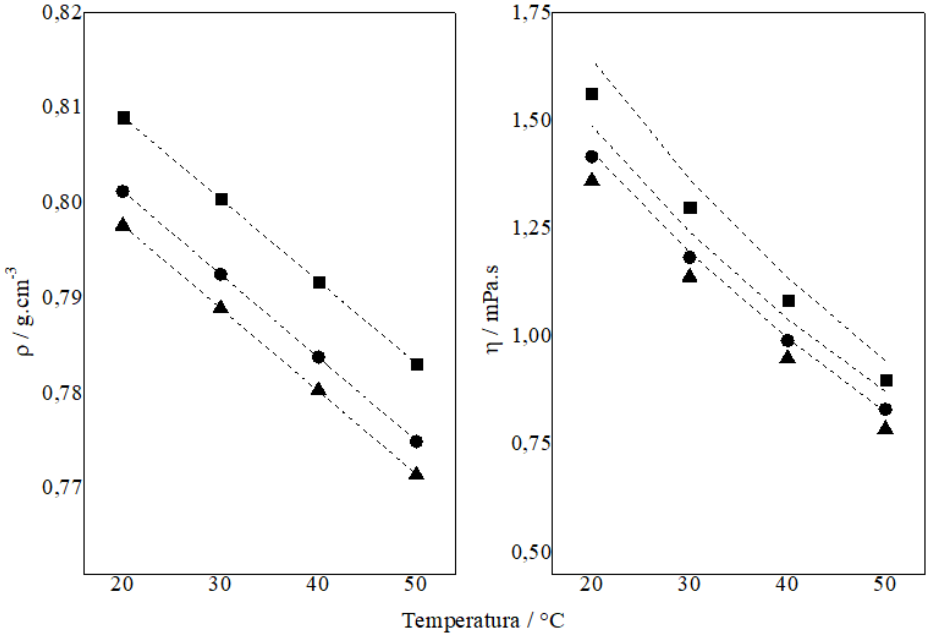


Figura 44 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (ácido caprílico (1) / ácido cáprico (2) / etanol hidratado (3)), em função da temperatura. w_1/ w_2: (■) 0,0821/0,0743; (●) 0,0530 / 0,0479; (▲)0,0306 /0,0227. (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO.

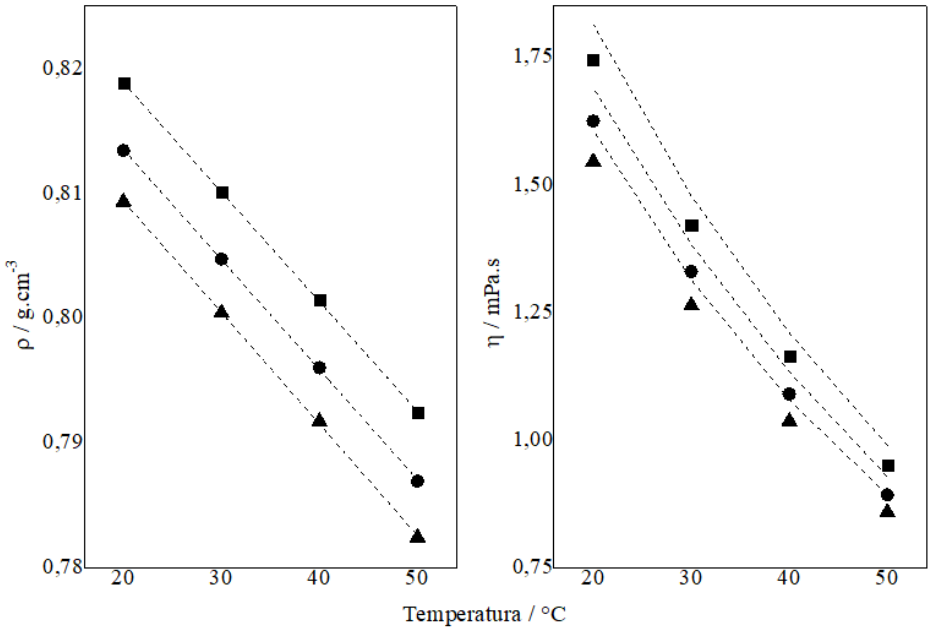


Figura 45 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (ácido caprílico (1) / ácido cáprico (2) / 1- hexanol (3)), em função da temperatura w_1/ w_2: (■) 0,1156/0,1166; (●) 0,0516 / 0,0521; (▲)0,0300 /0,0303. (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO.

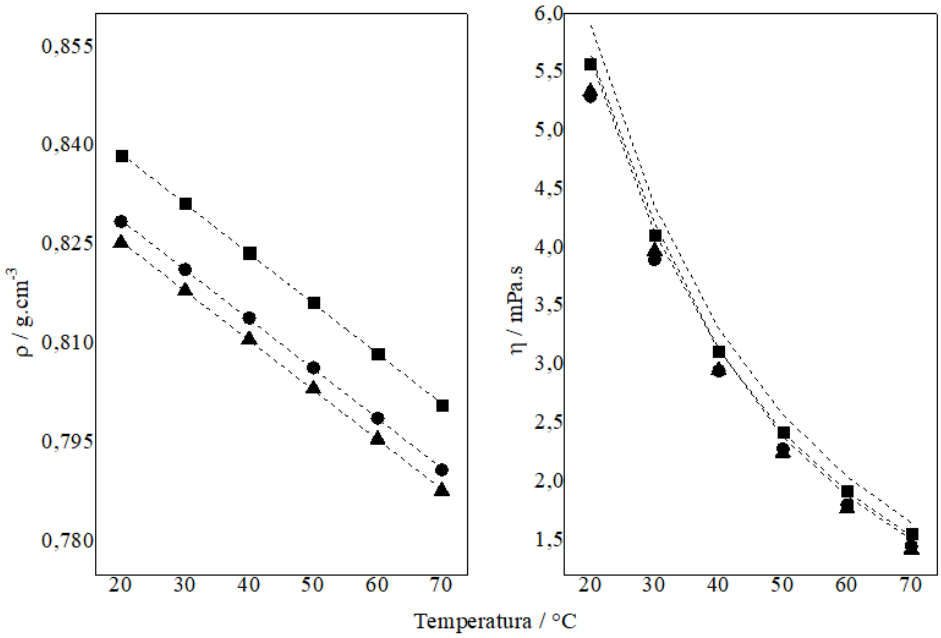


Figura 46 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (ácido caprílico (1) / ácido cáprico (2) / hexano (3)), em função da temperatura. w_1/ w_2: (■) 0,0785/0,0774; (●) 0,0464 / 0,0458; (▲)0,0298 /0,0294. (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO.

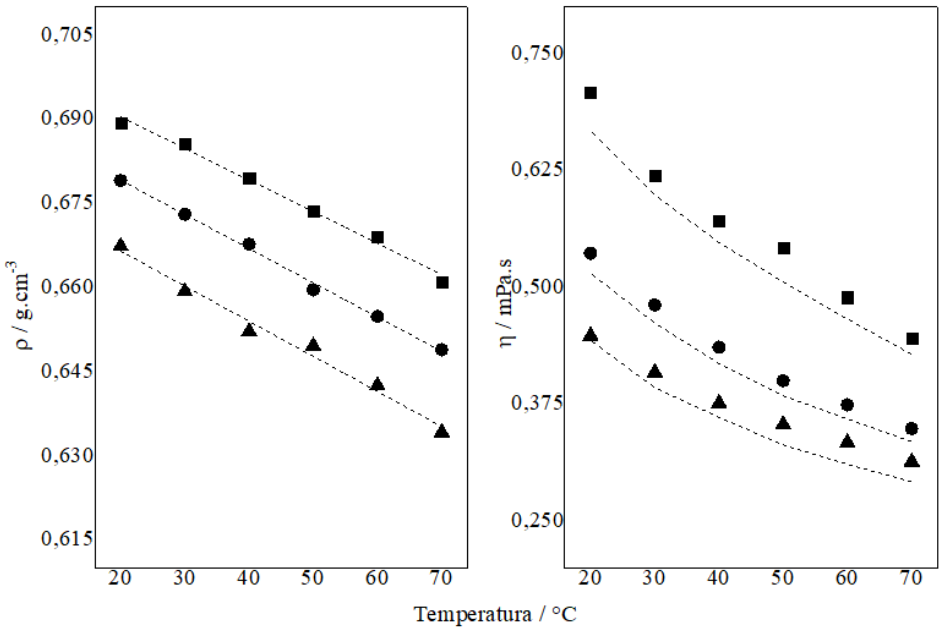


Figura 47 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (ácido caprílico (1) / ácido laurico (2) / etanol anidro (3)), em função da temperatura. w_1/ w_2: (■) 0,0932/0,0851; (●) 0,0595 / 0,0544; (▲)0,0339 /0,0310. (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO.

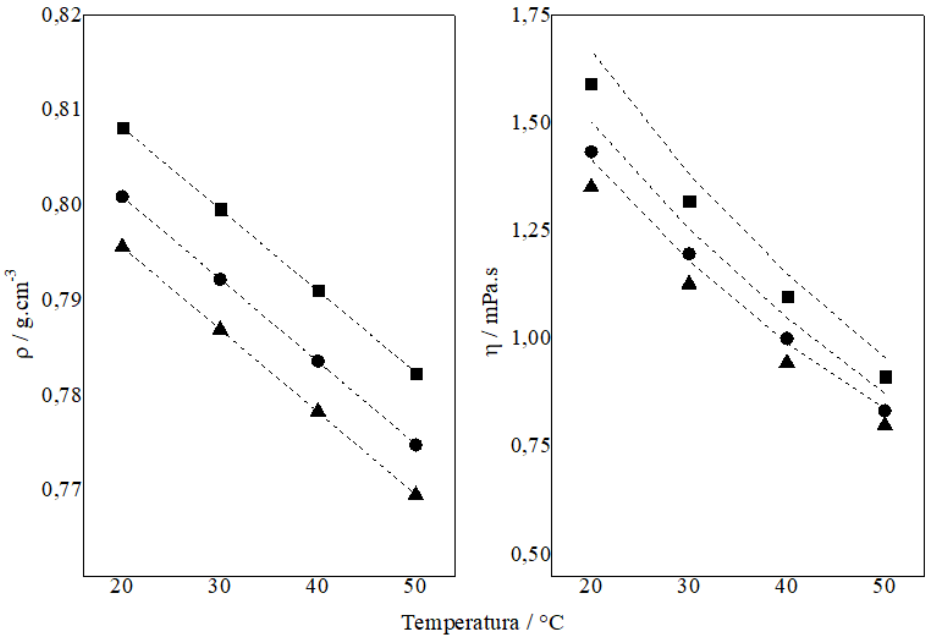


Figura 48 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (ácido caprílico (1) / ácido laurico (2) / etanol hidratado (3)), em função da temperatura w_1/ w_2: (■) 0,0853/0,0734; (●) 0,0546 / 0,0469; (▲)0,0324 /0,0279. (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO.

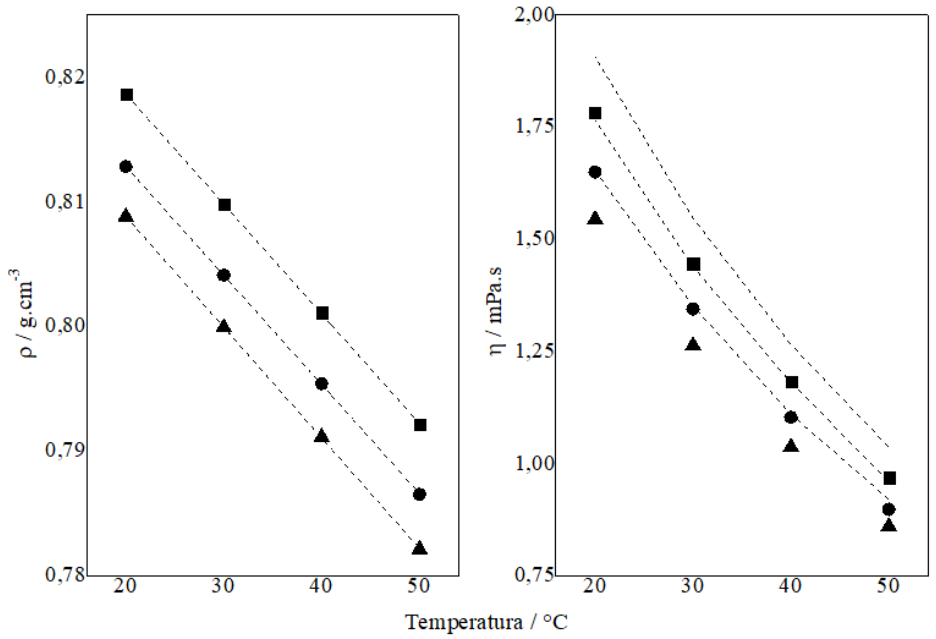


Figura 49 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (ácido caprílico (1) / ácido laurico (2) / 1- propanol (3)), em função da temperatura. w_1/ w_2: (■) 0,0843/0,0848; (●) 0,0530 / 0,0533; (▲)0,0303 /0,0305. (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO.

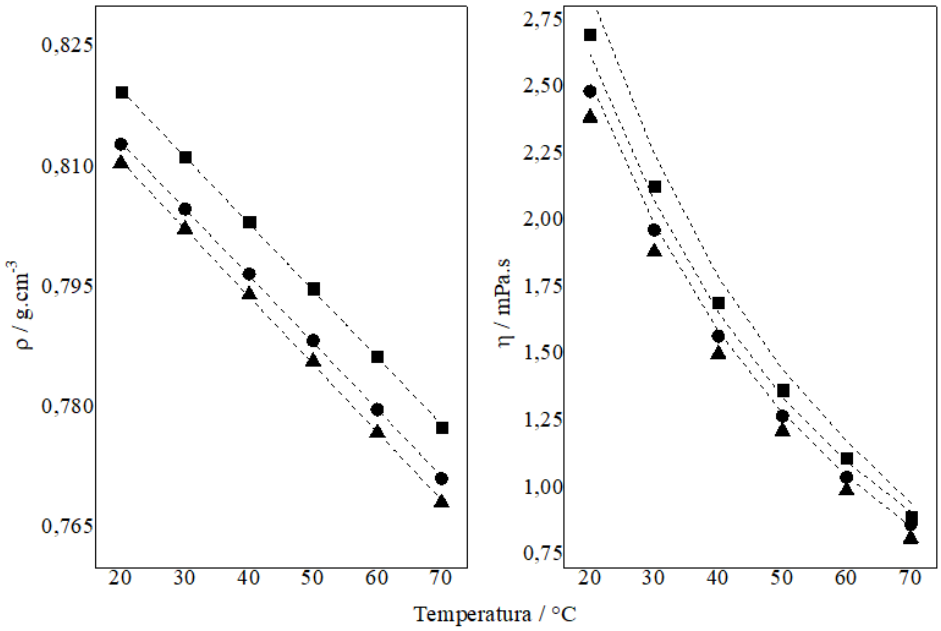


Figura 50 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (ácido caprílico (1) / ácido laurico (2) / 2- propanol (3)), em função da temperatura. w_1/ w_2: (■) 0,0843/0,0848; (●) 0,0511 / 0,0514; (▲)0,0281 /0,0283. (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO.

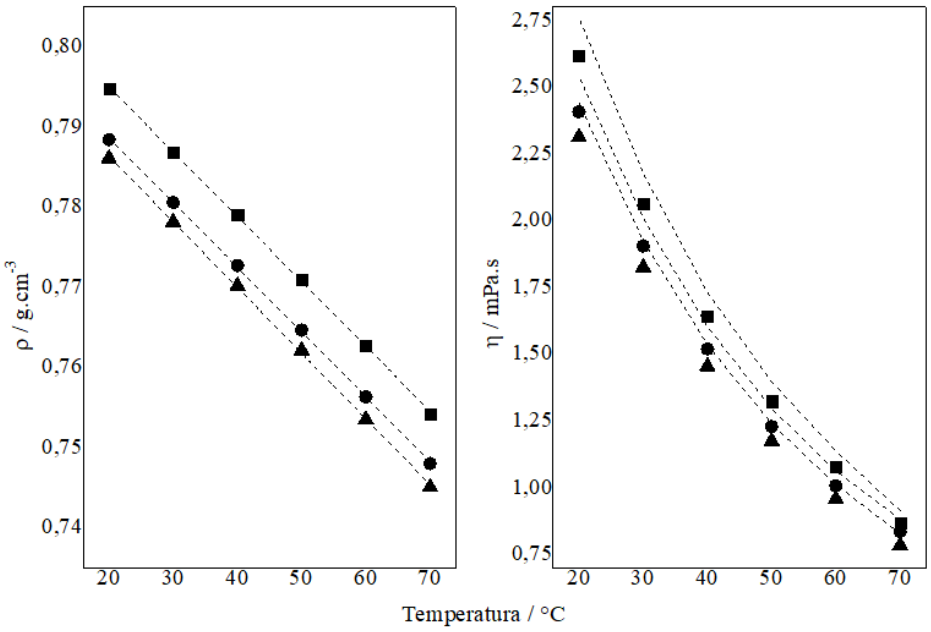


Figura 51 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (ácido caprílico (1) / ácido laurico (2) / 1- butanol (3)), em função da temperatura. w_1/ w_2: (■) 0,0879/0,0910; (●) 0,0525 / 0,0544; (▲)0,0298 /0,0308. (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO.

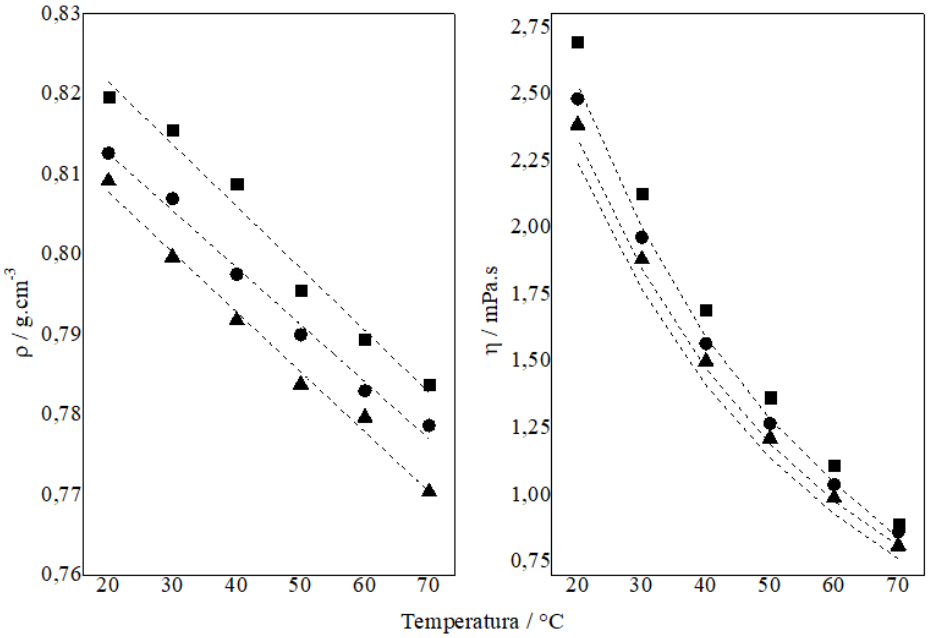


Figura 52 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (ácido caprílico (1) / ácido laurico (2) / 1- hexanol (3)), em função da temperatura. w_1/ w_2: (■) 0,1169/0,1120 (●) 0,0500 / 0,0479; (▲)0,0293 /0,0281. (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO.

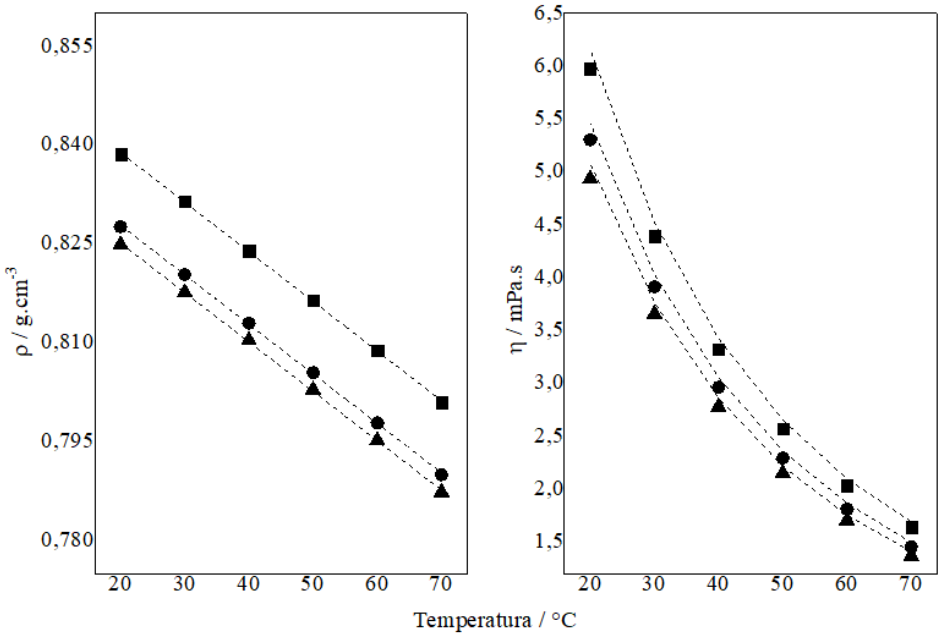


Figura 53 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (ácido caprílico (1) / ácido laurico (2) / hexano (3)), em função da temperatura. w_1/ w_2: (■) 0,0768/0,0717 (●) 0,0482 / 0,0450; (▲)0,0301 /0,0282. (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO.

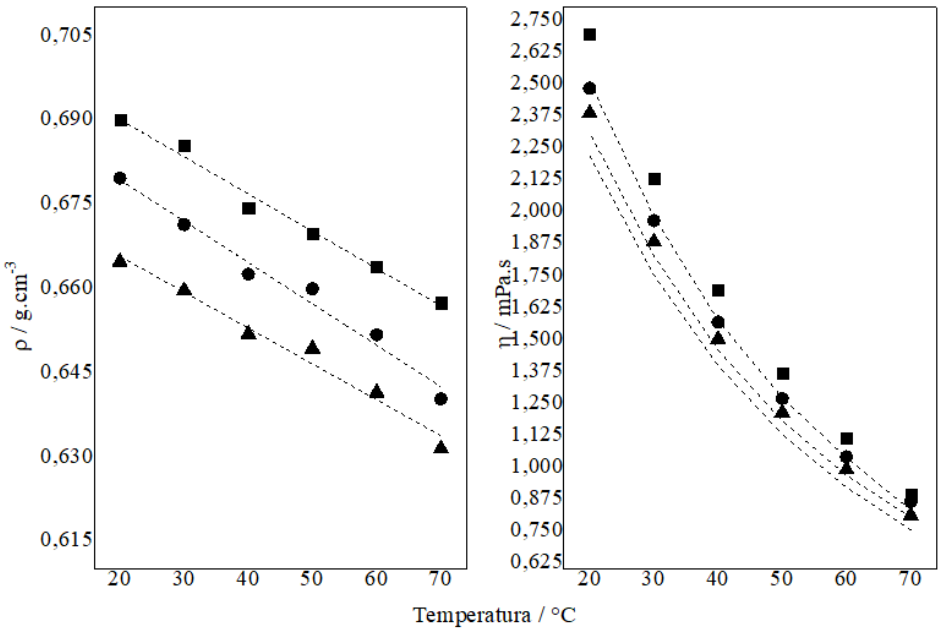


Figura 54 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (ácido caprílico (1) / ácido oléico (2) / etanol anidro (3)), em função da temperatura. w_1/ w_2: (■) 0,0806/0,0807; (●) 0,0527 / 0,0529; (▲)0,0300 /0,0301. (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO.

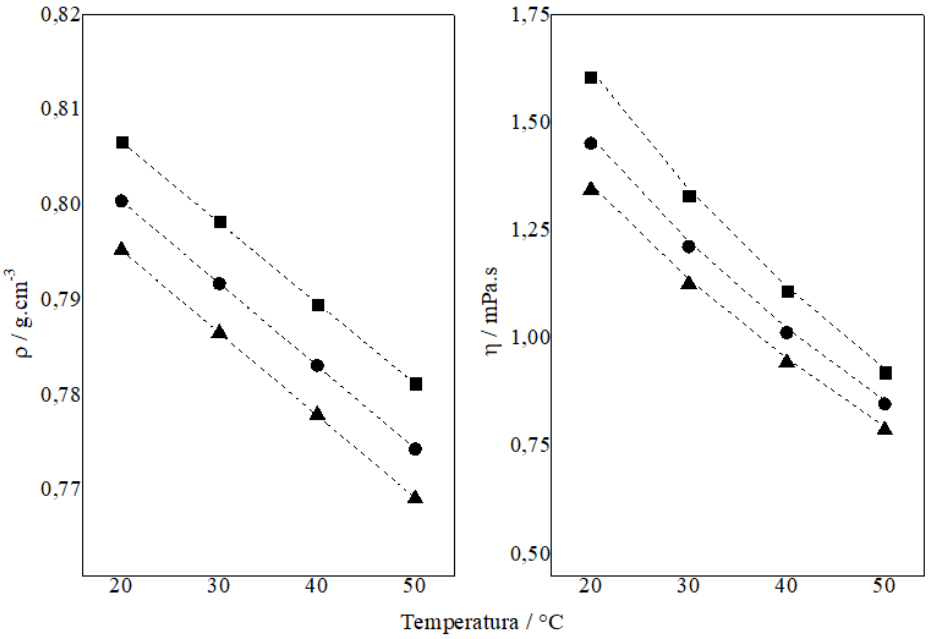


Figura 55 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (ácido caprílico (1) / ácido oléico (2) / etanol hidratado (3)), em função da temperatura. w_1/ w_2: (■) 0,0837 / 0,0828; (●) 0,0527 / 0,0521; (▲)0,0301 /0,0298. (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO.

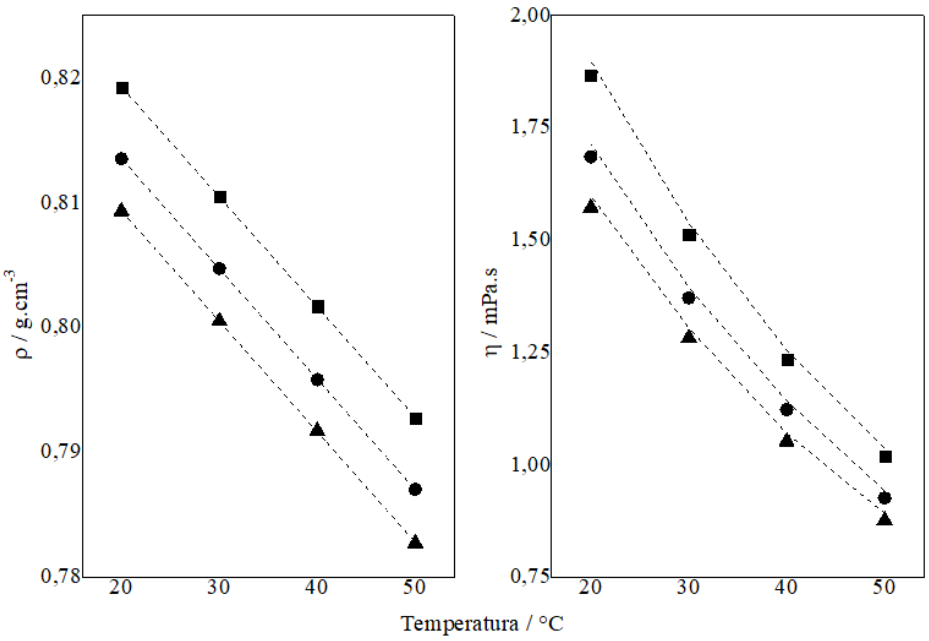


Figura 56 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (ácido caprílico (1) / ácido linoleico (2) / etanol anidro (3)), em função da temperatura. w_1/ w_2: (■) 0,0828/0,0836; (●) 0,0532 / 0,0537; (▲)0,0276 /0,0279. (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO.

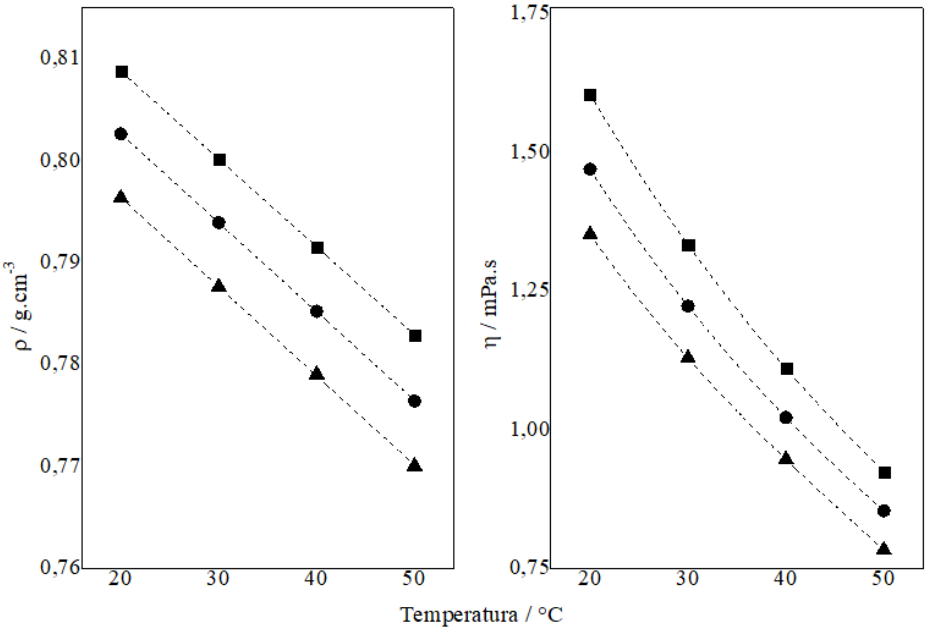
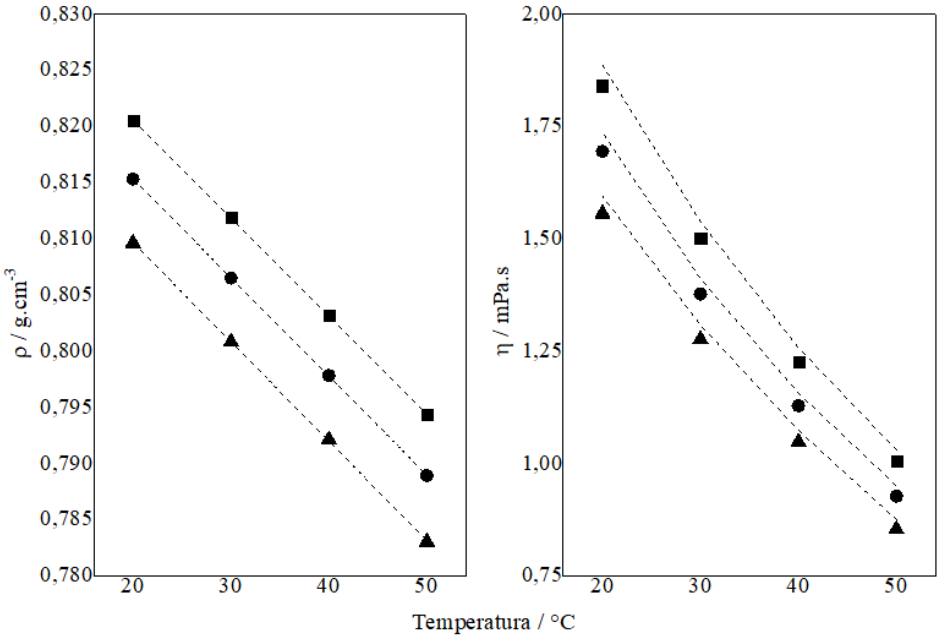


Figura 57 – Densidade (ρ / g.cm^{-3}) e viscosidade dinâmica (η / mPa.s) para o sistema (ácido caprílico (1) / ácido linoleico (2) / etanol hidratado (3)), em função da temperatura. w_1/ w_2: (■) 0,0854 / 0,0833; (●) 0,0543 / 0,0529; (▲)0,0289 /0,0282. (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO.



c) Sistemas: Éster metílico + Éster Metílico

Dos sistemas binários propostos, apresentados na Tabela 5, não puderam ser avaliados aqueles formados por: Palmitato (1) / Estearato, Araquidato ou Beheneato (2); Estearato (1) / Araquidato ou Beheneato (2); Araquidato (1) / Beheneato (2). Os demais sistemas formaram solução homogênea e a compilação de dados para misturas binárias de ésteres metílicos é apresentada no Apêndice D. As Figuras 58 e 64 apresentam os sistemas binários formados por metil caprilato adicionado de metil caprato, laurato, miristato, palmitato, estearato, oleato, e linoleato, respectivamente.

Figura 58 – Propriedades físicas para o sistema (metil caprilato (1) / metil caprato (2)), em função da temperatura. w_1/ w_2: (■) 0,7996 / 0,2004; (●) 0,4999 / 0,5001; (▲)0,2003 /0,7997. (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO.

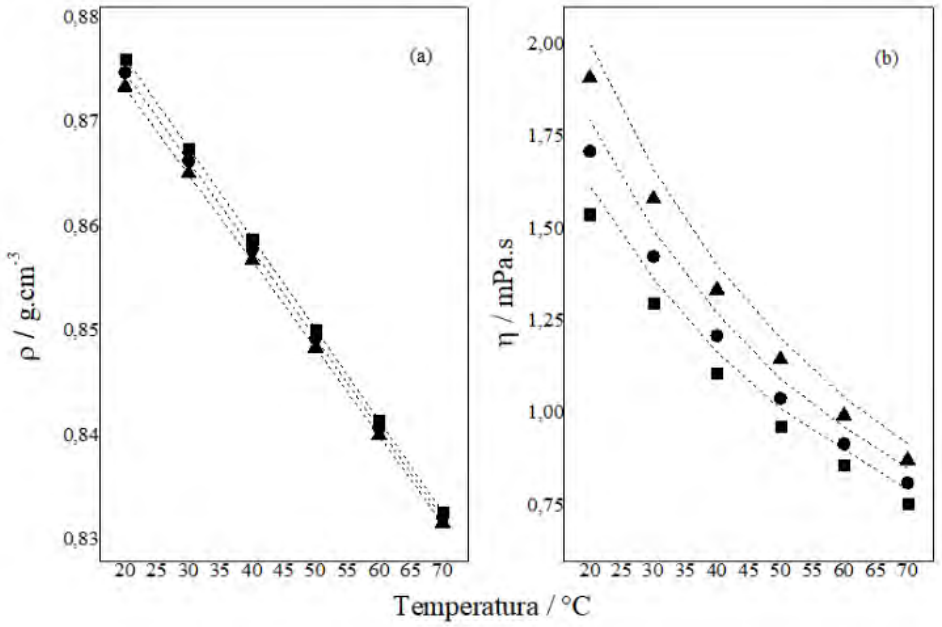


Figura 59 – Propriedades físicas para o sistema (metil caprilato (1) / metil laurato (2)), em função da temperatura. w_1/ w_2: (■) 0,7999 / 0,2001; (●) 0,4997 / 0,5003; (▲)0,1990 /0,8010. (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO.

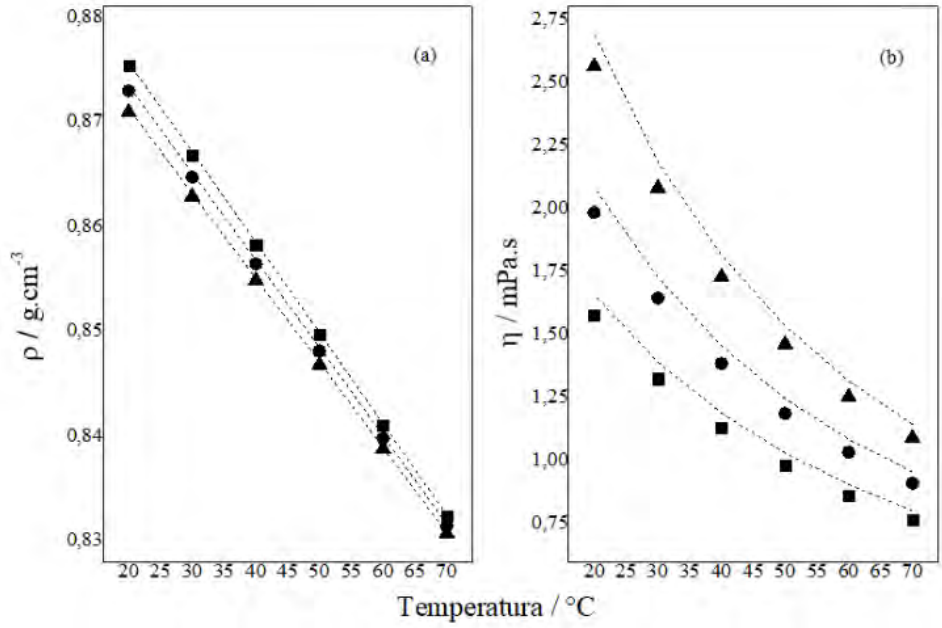


Figura 60 – Propriedades físicas para o sistema (metil caprilato (1) / metil miristato (2)), em função da temperatura. w_1/ w_2: (■) 0,7923 / 0,2077; (●) 0,4989 / 0,5011; (▲)0,2022 /0,7978. (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO.

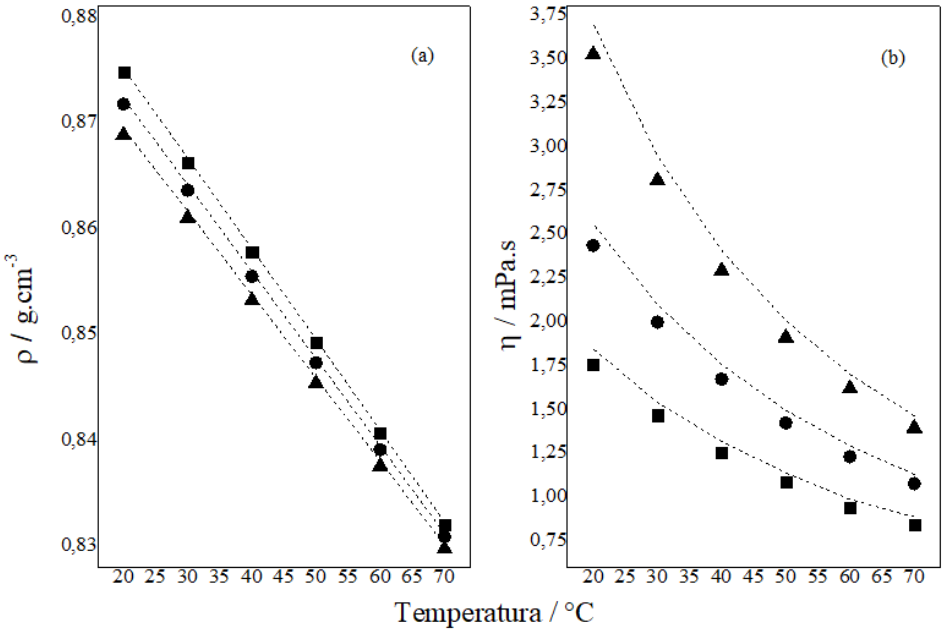


Figura 61 – Propriedades físicas para o sistema (metil caprilato (1) / metil palmitato (2)), em função da temperatura. w_1/ w_2: (■) 0,7965 / 0,2035; (●) 0,5095 / 0,4905; (▲)0,2001 /0,7999. (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO.

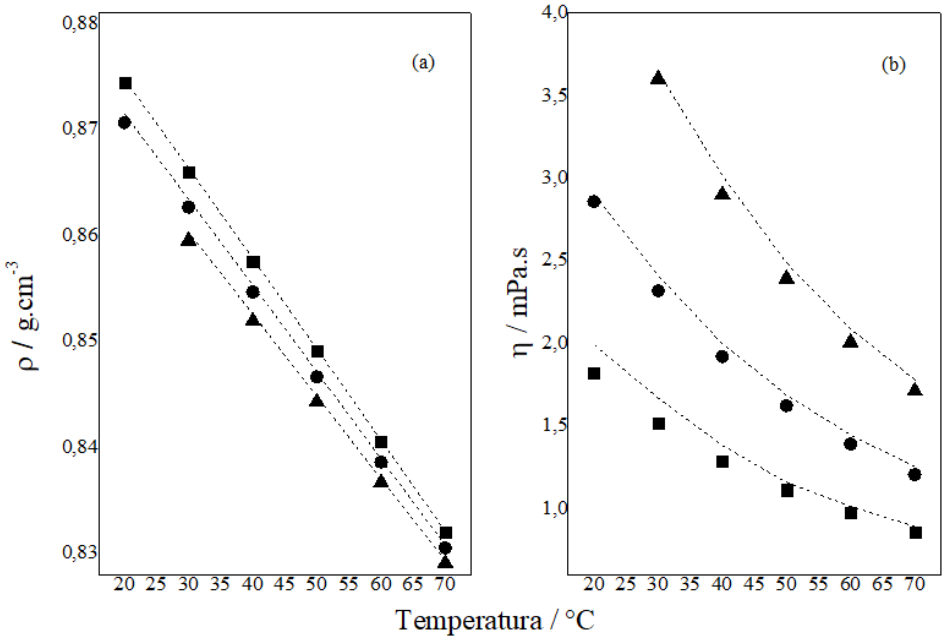


Figura 62 – Propriedades físicas para o sistema (metil caprilato (1) / metil estearato (2)), em função da temperatura. w_1/ w_2: (■) 0,8043 / 0,1957; (●) 0,5001 / 0,4999. (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO.

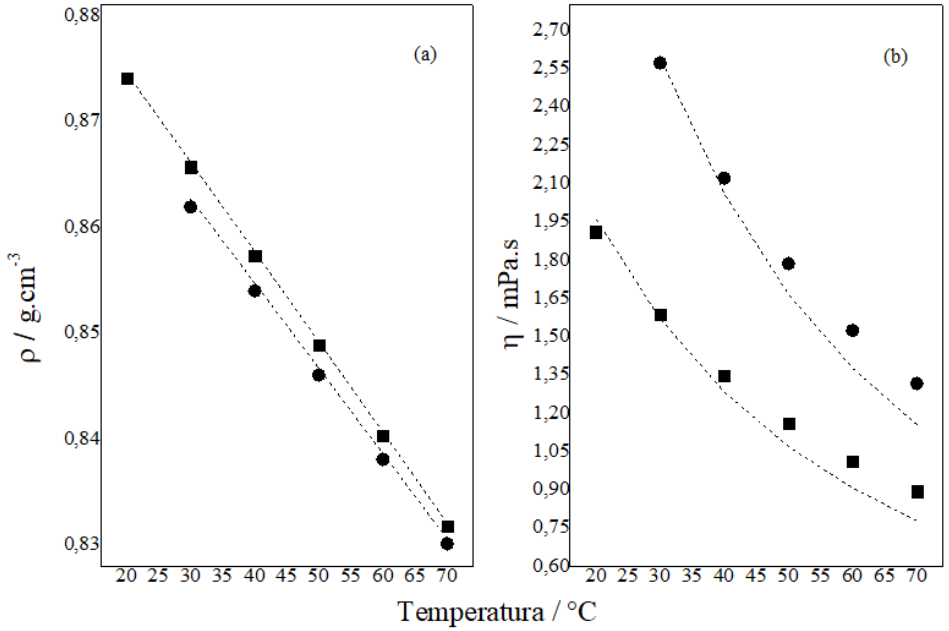


Figura 63 – Propriedades físicas para o sistema (metil caprilato (1) / metil oleato (2)), em função da temperatura. w_1/ w_2: (■) 0,7976 / 0,2024; (●) 0,5008 / 0,4992; (▲)0,2022 /0,7978. (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO.

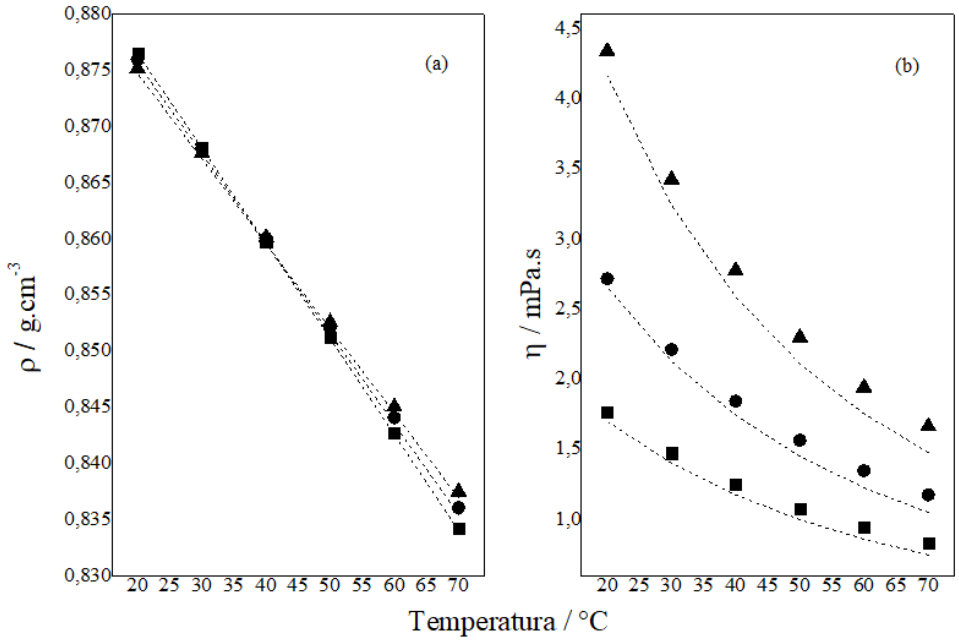
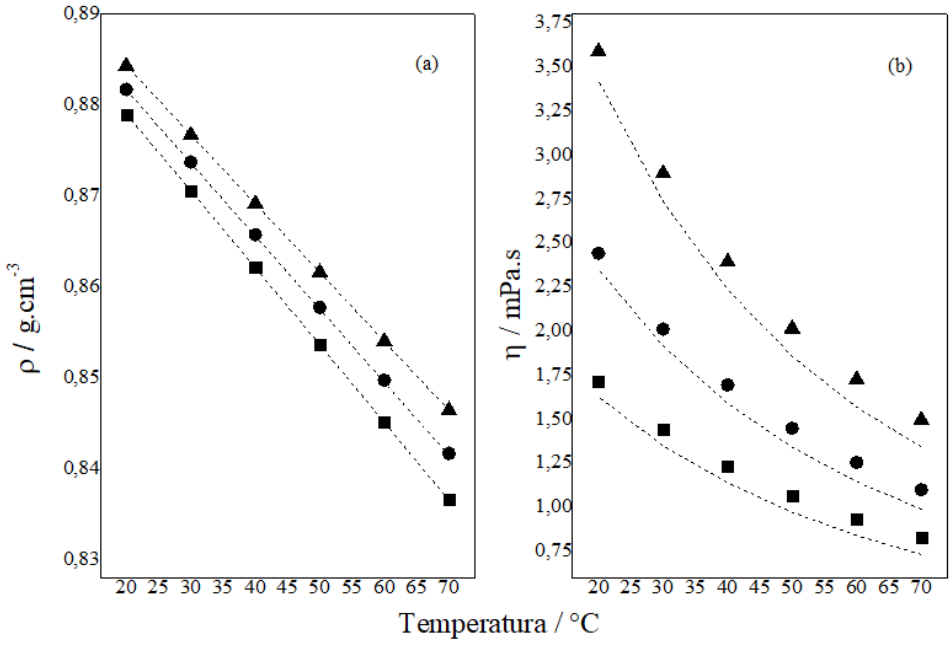


Figura 64 – Propriedades físicas para o sistema (metil caprilato (1) / metil linoleato (2)), em função da temperatura. w_1/ w_2: (■) 0,7930 / 0,2070; (●) 0,5001 / 0,4999; (▲)0,2021 / 0,7979. (----): a. Regra de Kay simples mássica; b. Modelo UNIFAC-VISCO.



Para sistemas do tipo (triacilglicerol + ácido graxo + solvente), os valores de DMR das viscosidades calculadas pelo modelo UNIFAC-VISCO ficaram na faixa de 3 – 6 %. Sistemas do tipo (ácido graxo + ácido graxo + solvente) resultaram em uma faixa de DMR entre 1 – 5 % e para sistemas binários de ésteres metílicos estes valores foram inferiores a 5%. As estimativas de densidade foram realizadas por uma regra de mistura simples ponderada em fração mássica e em fração molar. No primeiro caso, as estimativas resultaram em desvios menores do que 1% para a maioria dos sistemas. A mesma regra ponderada em fração molar apresentou desvios maiores, porém ainda considerados baixos (variando entre 1 e 5%).

Em relação aos sistemas estudados, valores mais elevados de viscosidade foram obtidos para misturas que possuíam triacilgliceróis de maior peso molecular, mas diminuíram com o aumento das insaturações. Este fato pode ser melhor visualizado nas Figuras 11 e 12 e nas Figuras 15 a 17. Nas Figuras 11 e 12 é possível observar que, para uma mesma temperatura e concentração, o sistema com tricaprina (peso molecular ≈554 g/mol) apresentou menor valor do que o sistema com trilaurina (peso molecular ≈ 639 g/mol). Nas Figuras 15 a 17 é possível comparar sistemas contento triacilgliceróis que se diferenciam por número de instauração: trioleína, trilinoleina e trilinolenina, respectivamente. Quanto maior o número de insaturações, menor os valores obtidos de

viscosidade. Este comportamento foi observado mesmo para o sistema apresentado na Figura 17 (trilinolenina+behênico), o qual possui o ácido graxo com maior ponto de fusão dentre os ácidos graxos estudados.

Quanto aos diferentes solventes alcóolicos, o aumento da cadeia carbônica resultou em sistemas com maiores valores de viscosidade. A faixa de temperatura é mais afetada pelos compostos graxos do que pelo solvente, pois para um mesmo tipo de mistura (por exemplo, tricaprina + láurico + solvente) as temperaturas de leitura foram muito próximas. Comparando os solventes 1-propanol e 2 propanol, isômeros de posição, a faixa de temperatura em que foi possível realizar medições foi menor no solvente 2-propanol, e ambos não foram eficientes em formar solução homogênea com tripalmitina, somente sendo possível em baixas concentrações do triacilglicerol (<10%).

A hidratação do solvente afetou principalmente a concentração de triacilglicerol em que foi possível obter solução homogênea, como mostra a comparação entre as Figuras 39 e 41. Para os sistemas constituídos por (tricaprilina + ácido linoleico) o uso de etanol com 5% de hidratação (Figura 39) diminuiu a concentração máxima de tricaprilina em cerca de 35% quando comparado ao etanol anidro (Figura 41).

Os solventes alcóolicos apresentaram sistemas com maior valor de viscosidade do que os sistemas que possuíam hexano. De fato, sistemas constituídos por hexano obtiveram valores de viscosidade menores que 0,95 mPa.s em sua maioria, mesmo em concentrações elevadas de triacilglicerol, como pode ser visualizado na Figura 8. Sistemas contendo o solvente 1-butanol apresentaram maior instabilidade em formar solução homogênea, resultando em formação de bolhas no capilar e densímetro, e formação de espuma em alguns casos. Sistemas contendo o solvente hexanol se mostraram mais estáveis. Já o solvente hexano, apresentou resultado intermediário, sendo eficiente com misturas cujos componentes possuíam elevado ponto de fusão, porém para misturas com compostos como ácido caprílico formou emulsão.

As principais dificuldades encontradas para o desenvolvimento desta etapa do projeto se relacionaram ao elevado custo da matéria prima e à instabilidade de algumas misturas em ao formar soluções homogêneas. Por exemplo, misturas contendo o ácido graxo behênico não formaram solução homogênea, com exceção daquelas que continham solventes com 6 carbonos (hexanol e hexano). Outra dificuldade foi a faixa de temperatura elevada para algumas soluções, pois o emprego de temperatura acabou resultando em maior perda de amostra, seja por perda de solvente ou incrustação de amostra nas paredes de béquer e seringa.

5.1.2 Avaliação da Capacidade Preditiva dos Parâmetros UNIFAC-VISCO

Para avaliar o desempenho dos novos parâmetros obtidos neste trabalho, o modelo UNIFAC-VISCO foi utilizado para predizer as viscosidades de sistemas graxos presentes na literatura, apresentados nas Tabelas 11 a 14. Os desvios médios relativos obtidos considerando as três abordagens propostas são apresentados na Tabela 19.

Tabela 19. Desvios médios relativos (DMR / %) para as viscosidades dos sistemas preditos.

Código	1ª Abordagem	2ª Abordagem	3ª Abordagem
A	5,51475	7,1742	13,7209
B	8,26599	9,76337	10,9903
C	11,6579	12,1619	12,2712
D	10,1608	10,4236	10,6638
E	6,63178	7,23901	9,87538
F	10,9937	10,5109	12,5889
G	4,8139	7,72561	13,3008
H	10,7601	10,7219	12,2109
I	6,92131	7,56758	8,06397
J	6,37865	7,78424	9,04361
K	6,63254	8,81071	9,26889
L	10,7042	9,95148	9,99948
M	8,57402	8,06402	10,8545
N	8,06533	8,59616	11,1426
O	14,6991	11,1669	5,52239
P	5,44711	7,91963	9,88274
Q	7,18354	8,01298	13,7822
R	7,85269	10,0264	10,9592
S	6,96908	8,52263	7,66054
T	10,7112	10,0126	11,0124

Tabela 19 (continuação). Desvios médios relativos (DMR / %) para as viscosidades dos sistemas preditos.

Código	1ª Abordagem	2ª Abordagem	3ª Abordagem
U	8,77028	11,5611	4,37294
V	14,006	11,2035	7,99718
W	8,67442	7,75724	9,37487
Y	9,09409	9,89637	13,7586
Z	8,73327	11,6588	13,7997
AA	6,01176	9,22476	7,10145
BB	11,1502	11,1599	13,9114
CC	12,0395	10,1425	13,5498
DD	11,1771	8,75503	10,2958
EE	14,9906	12,1726	6,95669
FF	8,18454	9,12381	10,3225
GG	7,99784	7,57391	11,0152
HH	10,4871	11,0235	8,47179
II	7,59259	6,93069	10,375
JJ	9,46203	13,097	7,36366
KK	13,3725	12,4936	12,1978
LL	12,0323	12,9572	13,097
MM	11,7263	12,1799	9,92773
NN	13,714	9,20395	12,2096
OO	10,0558	9,64204	11,902
DMR Global (%)	**9,46**	**9,75**	**10,52**

A predição utilizando os novos parâmetros UNIFAC-VISCO, obtidos na primeira abordagem, resultou em um valor de DMR de 9,46 %; para a segunda abordagem esse valor foi de 9,75% e para a abordagem considerando a divisão proposta por Hirata et al. (2013) o valor de DMR obtido foi de 10,52 %. É importante ressaltar que dentre os sistemas utilizados para validar os parâmetros, foram considerados compostos que não estavam presentes em nenhuma das misturas utilizadas na modelagem, como por exemplo, tributirina e triacetina. Este fato confirma a capacidade preditiva do UNIFAC-VISCO e mostra a principal vantagem deste modelo, ou seja, mesmo que um composto não faça parte de nenhuma das misturas utilizadas na correlação, é possível predizer sua viscosidade se este possuir os mesmos grupos funcionais envolvidos no procedimento de modelagem.

5.1.3 Cálculos de viscosidade e densidade utilizando outros modelos da literatura

Como já mencionado, também foram testados outros modelos para o cálculo de viscosidade, como as Regras de Kay e GC-UNIMOD. Adicionalmente, para densidade foram feitas estimativas utilizando a Regra de Kay Simples e o modelo GC-VOL.

Os dados de viscosidade foram ajustados aos modelos baseados em regra de mistura simples conhecidos por Regra de Kay e Regra de Kay Modificada ponderados tanto em fração molar quanto mássica. Para sistemas constituídos por triacilglicerol, é possível observar que para a maioria dos sistemas pelo menos uma das quatro variações do modelo resultou em DMR menor que 10%. Porém, não houve constância nos desvios obtidos, ou seja, a mesma variação do modelo apresentou desvios baixos para um sistema e elevados para outros, em especial a Regra de Kay Simples ponderada em fração mássica.

Em sistemas compostos por (ácido graxo + ácido graxo + solvente), a Regra de Kay (tanto na sua forma simples quanto na modificada) não apresentou bom desempenho na estimativa da viscosidade com desvios variando entre 0,6 a 204% em casos extremos, sendo o desvio em média em torno de 25-30%. Já as estimativas de densidade para os mesmos sistemas foram satisfatórias, com desvios menores do que 1%. No caso dos ésteres, os valores de DMR na estimativa de densidade utilizando a Regra de Kay Simples não ultrapassou 0,5%. O cálculo de viscosidade utilizando os modelos baseados em regra de mistura resultou em desvios em torno de 5 a 20 %.

É importante observar que apesar dos valores de desvio serem elevados em alguns casos, os modelos estudados acompanham a tendência dos dados de viscosidade. Considerando a simplicidade do modelo e de suas variações aliado à complexidade das misturas estudadas, os resultados obtidos podem ser considerados satisfatórios e reiteram a importância de modelos mais robustos como os baseados na contribuição de grupos (GC-UNIMOD e UNIFAC-VISCO).

O modelo GC-VOL é utilizado para o cálculo de compostos puros. Para esta finalidade o modelo apresentou desvios menores do que 1 %, porém quanto estendido para misturas este apresentou desvios muito superiores aos obtidos pela Regra de Kay. As regras de mistura se ajustaram de forma a descrever esta propriedade com baixos desvios. De fato, para estender o modelo GC-VOL e verificar sua aplicação às misturas deste projeto, a regra de mistura foi incorporada ao modelo, porém provavelmente seria necessária a incorporação de parâmetros que melhor ponderassem a equação. Foi

observado que os desvios aumentaram à medida que aumentava a contribuição dos compostos de maior peso molecular. Foi ainda testado o modelo GC-UNIMOD para predição das viscosidades e comparação de sua performance com a do modelo UNIFAC-VISCO. A Tabela 20 apresenta alguns dos desvios médios relativos obtidos.

A partir dos dados da Tabela 20 é possível inferir que o modelo UNIFAC-VISCO apresentou menor desvio quando comparado aos demais modelos. Apesar do modelo GC-UNIMOD também ser um modelo de contribuição de grupos, os parâmetros utilizados para a predição são parâmetros genéricos do modelo, ao passo que os parâmetros UNIFAC-VISCO foram ajustados para os sistemas graxos em estudo. Como discutido anteriormente, a Regra de Kay (tanto na sua forma simples quanto na modificada) não apresentou bom desempenho na estimativa da viscosidade, principalmente a forma simples que pelo seu comportamento linear não se ajusta bem aos dados de viscosidade.

Tabela 20 - Desvios médios relativos (DMR %) para as viscosidades calculadas pela Regra de Kay, GC-UNIMOD e UNIFAC-VISCO.

SISTEMA	w_1	DMR (%) para ρ			DMR (%) para ν							
		Regra de Kay*		GC-VOL	Regra de Kay*				GC	UNIFAC - VISCO		
		A	B		A	B	C	D	UNIMOD	Abordagem 1	Abordagem 2	Abordagem 3
Tricaprilina + Palmitico + Hexano	0,3408	0,34	0,90	40,0	104,7	413	50,3	45,78	12,55	3,95	4,50	4,84
	0,2486	0,66	1,00	40,0	46,78	299	57,9	2,49	16,40	4,06	4,61	4,92
Tricaprina + Laurico + Hexano	0,3814	3,13	1,11	14,6	38,12	267,67	62,24	17,73	25,41	3,98	4,36	4,71
	0,2498	0,27	1,25	14,5	10,46	226,09	62,49	15,28	31,10	4,10	4,55	4,81
	0,1039	2,44	5,63	14,4	9,87	143,96	51,42	30,26	28,74	4,10	4,74	5,04
	0,0560	1,78	4,26	14,3	14,75	98,99	44,18	30,90	14,9	3,76	4,59	4,79
Trilaurina + Cáprico + Hexano	0,1696	2,47	4,48	29,9	83,42	560,30	43,23	17,13	50,76	3,73	4,65	4,80
	0,0982	0,05	4,24	29,8	34,56	364,53	43,41	12,44	39,83	4,07	4,64	4,94
	0,0605	0,50	3,25	29,7	15,82	242,48	40,77	22,12	39,21	4,02	4,40	4,75
Trimiristina + Oleico + Hexano	0,2150	1,54	7,83	29,6	22,18	355,82	72,79	19,55	26,93	3,96	4,46	4,80
	0,0267	1,13	2,51	29,5	17,63	118,24	44,78	35,92	14,69	4,18	4,38	4,74
Trilinoleina + Estearico + Hexano	0,3084	1,41	9,77	40,3	57,11	75,37	89,76	64,50	36,82	3,94	4,42	4,62
	0,1000	2,45	6,54	40,4	20,43	207,33	60,46	39,17	39,58	3,96	4,58	4,89
Trilinolenina + Behenico + Hexano	0,1240	0,03	5,30	29,4	14,21	295	49,84	17,93	22,45	4,05	4,57	4,78
Tricaprilina + Palmitico + Hexanol	0,5125	2,14	3,39	40,2	8,40	53,96	14,01	29,10	27,65	3,99	4,67	4,97
	0,2967	1,39	2,67	40,1	12,30	63,80	3,80	31,20	29,31	3,90	4,55	4,86
Tricaprina + Laurico + Hexanol	0,5203	1,79	3,43	18,0	12,30	30,36	25,41	13,60	21,21	3,93	4,64	4,88
	0,3162	1,55	2,43	26,7	2,55	49,45	8,74	24,74	22,83	4,19	4,64	4,80
	0,1372	0,95	0,97	6,52	3,08	28,91	1,20	14,01	24,32	3,89	4,43	4,77
	0,0998	0,70	0,73	24,9	3,45	23,14	0,91	11,51	24,71	3,98	4,59	4,87
	0,0822	0,46	0,72	29,1	3,66	20,22	1,41	10,34	24,60	4,06	4,51	4,83

Tabela 20 (continuação) - Desvios médios relativos (DMR %) para as viscosidades calculadas pela Regra de Kay, GC-UNIMOD e UNIFAC-VISCO.

SISTEMA	w_1	DMR (%) para ρ			DMR (%) para ν							
		Regra de Kay*		GC-VOL	Regra de Kay*				GC	UNIFAC - VISCO		
		A	B		A	B	C	D	UNIMOD	Abordagem 1	Abordagem 2	Abordagem 3
Trilaurina + Cáprico + Hexanol	0,2785	0,99	1,29	19,04	30,04	16,60	37,57	16,80	25,96	3,97	4,54	4,87
	0,1871	0,69	0,89	18,92	29,89	4,35	35,02	20,93	26,83	4,25	4,60	4,86
	0,1252	0,44	0,45	8,37	30,83	10,87	33,64	25,98	29,02	4,13	4,52	4,84
Trimiristina + Oleico + Hexanol	0,1885	0,64	1,61	8,24	33,78	28,93	44,88	19,69	26,74	4,07	4,64	4,96
	0,1247	0,74	0,80	8,12	32,39	15,49	40,15	22,83	31,48	4,07	4,51	4,77
	0,0647	0,49	0,33	8,00	30,66	2,27	34,93	25,58	30,59	4,08	4,49	4,80
Tripalmitina + Caprilico + Hexanol	0,1912	0,78	1,11	7,89	3,43	107,40	18,41	18,77	28,89	3,96	4,44	4,69
	0,1259	1,33	0,03	10,75	3,56	90,30	7,26	19,20	28,25	3,74	4,24	4,44
	0,0680	0,45	0,26	15,49	0,67	48,70	6,13	7,67	28,10	4,24	4,37	4,64
Trioleina + Miristico + Hexanol	0,5123	0,45	3,88	21,41	17,47	96,73	47,06	29,11	27,23	3,96	4,28	4,62
	0,3047	0,53	2,57	28,50	8,09	129,01	31,56	28,13	19,40	4,06	4,54	4,89
	0,1899	0,40	1,65	6,76	2,86	111,52	19,30	21,39	40,60	4,25	4,49	4,66
	0,1258	0,31	1,09	12,60	1,87	86,32	12,33	15,51	10,74	4,04	4,59	4,85
	0,0664	0,26	0,49	18,38	1,36	52,02	5,89	9,09	13,81	3,95	4,52	4,83
Trilinoleina + Estearico + Hexanol	0,3039	0,50	3,01	25,28	8,97	82,36	29,17	21,21	26,19	4,01	4,71	4,95
	0,1871	0,46	1,83	33,99	4,77	71,06	18,56	15,72	25,62	4,03	4,59	4,81
	0,1260	0,35	1,23	20,42	1,45	59,50	10,10	14,44	29,11	3,98	4,57	4,93
	0,0675	0,34	0,52	19,90	1,63	37,61	4,97	8,64	24,59	4,00	4,52	4,76
Trilinolenina + Behenico + Hexanol	0,1260	0,71	1,00	16,15	1,99	51,05	9,89	10,81	24,35	4,01	4,24	4,59
	0,0684	0,36	0,58	12,69	1,91	31,60	5,16	6,31	29,70	4,05	4,24	4,47

Tabela 20 (continuação) - Desvios médios relativos (DMR %) para as viscosidades calculadas pela Regra de Kay, GC-UNIMOD e UNIFAC-VISCO.

SISTEMA	w_1	DMR (%) para ρ			DMR (%) para ν							
		Regra de Kay*		GC-VOL	Regra de Kay*				GC	UNIFAC - VISCO		
		A	B		A	B	C	D	UNIMOD	Abordagem 1	Abordagem 2	Abordagem 3
Tricaprilina + Palmitico + 1-Pentanol	0,2186	0,91	3,00	8,52	9,85	76,04	13,77	26,23	8,2	4,00	4,57	4,80
	0,1658	0,19	2,91	19,29	5,66	62,93	12,54	18,42	4,9	4,19	4,45	4,72
	0,0963	0,21	2,11	19,16	2,34	41,72	8,6	9,96	2,23	4,03	4,60	4,91
	0,0630	0,67	1,94	12,51	0,88	27,42	7,28	4,89	0,79	4,35	4,63	4,88
	0,0329	0,56	1,24	18,41	0,76	16,22	3,3	3,25	0,78	3,95	4,59	4,80
Tricaprina + Laurico + 1-Pentanol	0,2205	0,72	2,87	25,35	5,47	44,6	18,12	13,95	3,54	4,04	4,60	4,87
	0,1625	0,37	2,42	34,11	3,17	40,42	13,07	12,26	1,23	3,87	4,33	4,58
	0,0970	0,06	1,69	45,67	2,36	27,84	8,51	7,3	0,45	4,13	4,28	4,62
	0,0658	0,08	1,28	20,92	1,7	19,51	5,85	4,88	0,82	3,96	4,51	4,76
	0,0340	0,18	0,82	20,79	0,6	11,99	2,04	3,67	1,06	3,93	4,45	4,70
Trilaurina + Caprico + 1-Pentanol	0,4403	0,86	1,37	20,67	17,08	79,26	39,91	19,6	13,6	3,78	4,52	4,67
	0,1621	0,98	1,07	20,56	5,87	88,83	6,5	26,05	10,89	3,63	4,24	4,39
Tricaprina + Laurico + 1 – Propanol	0,2239	2,62	2,81	20,45	13	70,51	29,56	14,7	10,69	4,00	4,48	4,75
	0,1592	1,53	2,49	9,00	5,48	70,2	18,82	16,42	3,11	4,17	4,47	4,82
	0,1060	0,84	1,92	8,87	3,44	54,5	12,81	11,54	1,54	3,92	4,61	4,77
	0,0634	0,43	1,26	8,75	2,88	35,23	8,67	6,12	1,62	4,07	4,55	4,87
	0,0330	0,17	0,86	8,63	0,67	20,88	3,81	4,1	0,48	4,09	4,47	4,78
Trilaurina + Caprico + 1-Propanol	0,2211	2,71	2,46	21,72	2,13	147,38	23,36	34,65	2,41	3,72	4,40	4,53
	0,1592	1,88	2,07	31,70	3,56	117,68	19,05	22,71	0,97	4,39	4,10	4,50
	0,1088	1,00	1,77	31,57	3,16	89,54	14,12	14,77	0,45	3,88	4,01	4,45
	0,0660	0,88	0,85	31,45	2,63	67,67	4,61	14,05	4,64	3,92	5,00	5,12
	0,0329	0,38	0,47	31,33	2,3	37,77	1,48	7,9	3,33	4,54	4,07	4,45

Tabela 20 (continuação) - Desvios médios relativos (DMR %) para as viscosidades calculadas pela Regra de Kay, GC-UNIMOD e UNIFAC-VISCO.

SISTEMA	w_1	DMR (%) para ρ			DMR (%) para ν							
		Regra de Kay*		GC-VOL	Regra de Kay*				GC	UNIFAC - VISCO		
		A	B		A	B	C	D	UNIMOD	Abordagem 1	Abordagem 2	Abordagem 3
Tricaprilina + Palmitico + 1-Propanol	0,2193	2,37	3,37	26,39	3,06	117,78	27,02	29,43	1,2	4,08	4,82	5,00
	0,1583	1,27	3,06	37,02	4,95	109,57	18,79	25,03	2,79	3,80	4,30	4,69
	0,1086	0,61	2,46	36,91	2,38	76,01	18,51	10,5	3,89	4,06	4,68	5,11
	0,0649	0,17	1,83	12,49	0,99	53,67	11,18	6,96	1,83	3,73	4,26	4,44
	0,0185	0,11	0,58	29,42	1,27	16,52	4,41	2,4	1,6	3,76	4,02	4,40
Tricaprina + Laurico + 2 – Propanol	0,1704	2,04	3,30	22,05	7,97	73,25	25,51	15,32	7,57	3,91	4,72	4,89
	0,0947	0,59	3,70	21,93	11,77	42,62	21,93	0,92	11,31	3,99	4,10	4,54
	0,0550	0,54	1,41	34,10	1,1	40,65	7,59	7,85	1,24	4,52	4,09	4,30
	0,0315	0,36	1,45	9,64	4,85	18,36	8,76	1,85	4,65	4,04	4,80	5,16
Trilaurina + Cáprico + 2-Propanol	0,1819	0,98	4,07	9,52	21,85	197,63	2,97	59,55	25,79	4,51	4,50	4,90
	0,0848	2,05	0,58	43,40	11,9	106,86	1,28	27,86	13,97	3,72	4,68	4,80
	0,0610	1,46	0,45	30,77	5,97	74,27	2,09	16,75	7,45	3,66	4,21	4,59
	0,0233	0,52	0,22	42,58	4	31,95	1,7	8	4,58	3,95	4,07	4,35
Tricaprilina + Palmitico + 2-Propanol	0,3165	3,62	5,12	12,79	4,64	122,08	37,04	37,14	4,91	4,21	4,70	5,08
	0,1622	0,35	4,75	40,05	9,85	87,59	32,7	6,53	13	4,35	4,95	5,10
	0,0807	0,58	3,18	39,97	7,34	59,27	20,74	2,08	9,41	4,31	5,03	5,21
	0,0414	1,07	2,44	14,28	3,46	37,1	11,1	1,78	4,71	3,90	4,10	4,50
	0,0183	0,46	1,08	29,88	1,65	18,05	5,23	0,85	2,26	4,49	4,79	5,15

Tabela 20 (continuação) - Desvios médios relativos (DMR %) para as viscosidades calculadas pela Regra de Kay, GC-UNIMOD e UNIFAC-VISCO.

SISTEMA	w_1	DMR (%) para ρ			DMR (%) para ν							
		Regra de Kay*		GC-VOL	Regra de Kay*				GC	UNIFAC - VISCO		
		A	B		A	B	C	D	UNIMOD	Abordagem 1	Abordagem 2	Abordagem 3
Metil Caprilato / Caprato	0,7996	0,01	0,02	20,48	13,52	14,33	14,39	15,11	26,82	3,79	4,49	4,81
	0,4999	0,00	0,01	20,75	11,52	12,74	12,81	14,01	26,12	3,78	4,57	4,94
	0,2003	0,01	0,00	21,60	11,40	12,15	12,18	13,00	25,55	4,01	4,50	4,82
Metil Caprilato / Linoleato	0,7930	0,01	0,13	21,45	4,66	8,89	8,27	16,58	25,20	3,98	4,67	4,90
	0,5002	0,02	0,25	20,32	8,21	8,55	6,80	21,42	25,03	4,10	4,53	4,83
	0,2021	0,00	0,18	20,88	2,79	9,01	7,31	18,98	24,90	4,05	4,57	4,88
Metil Caprilato / Oleato	0,7976	0,01	0,04	21,76	10,74	5,73	6,93	16,63	24,91	3,88	4,49	4,74
	0,5008	0,06	0,08	18,64	14,59	6,41	6,43	23,53	29,02	4,05	4,63	4,94
	0,2022	0,06	0,08	21,53	4,34	7,98	7,56	21,19	30,54	3,90	4,49	4,69
Metil Caprilato / Laurato	0,7999	0,03	0,05	18,67	6,05	9,53	9,95	12,68	41,68	3,84	4,60	4,88
	0,4997	0,04	0,09	18,53	4,82	9,28	9,73	14,36	16,04	3,96	4,53	4,81
	0,1990	0,02	0,06	18,39	8,11	10,84	11,01	14,24	12,53	4,18	4,44	4,80
Metil Caprilato / Palmitato	0,7965	0,03	0,10	18,26	6,69	7,77	10,58	18,52	11,86	4,27	4,34	4,62
	0,5095	0,06	0,19	18,13	6,63	10,49	13,36	26,52	11,40	3,94	4,50	4,74
	0,2001	0,07	0,17	18,02	8,87	12,90	14,60	25,28	22,85	4,05	4,45	4,71

A: Regra de Kay Simples em fração mássica; B: Regra de Kay Simples em fração molar; C: Regra de Kay Modificada em fração mássica; D: Regra de Kay Modificada em fração molar.

5.2 Tensão Superficial

As Tabelas 21 a 24 apresentam os resultados obtidos para os experimentos de tensão superficial. A Tabela 21 apresenta os dados medidos dos solventes puros utilizados. A equação de Sugden (39) foi utilizada para predizer a tensão superficial dos mesmos e foi possível observar que o modelo aplicado se ajustou de forma satisfatória, apresentando desvios médio relativo variando entre 1,14 a 6,85%. Os dados de tensão superficial obtidos para solventes puros estão de acordo com dados presentes em Bagheri et al. (2013) para 1-hexanol, 1-butanol e 1-propanol. A seguir é apresentada a equação de Sugden.

$$\sigma^{\frac{1}{4}} = \frac{[P]\rho}{M} \tag{39}$$

Na equação 39, σ é a tensão superficial do composto puro (mN/m); ρ é a densidade do composto (g/cm³); $[P]$ é o parâmetro "Parachor" do componente puro cujo cálculo considera a fórmula estrutural do composto; e M é a massa molar (g/mol).

Tabela 21 – Tensão Superficial experimental ($\sigma_{experimental}$) para os solventes utilizados neste trabalho.

Solvente	Massa Molar ($g.mol^{-1}$)	Densidade ($g.cm^{-3}$)	Parachor	$\sigma_{experimental}$ ($mN.m^{-1}$)	Modelo de Sudgen	DMR (%)
Etanol	46,07	0,7900	126,4	21,82	22,07	1,14
1- Propanol	60,09	0,8040	165,4	23,34	23,99	2,77
2- Propanol	60,09	0,7840	165,4	20,80	21,69	4,24
1- Butanol	74,12	0,8090	204,4	24,08	24,77	2,86
1- Pentanol	88,15	0,8140	243,4	24,93	25,52	2,36
1- Hexanol	102,17	0,8180	282,4	24,46	26,13	6,85
n-Hexano	86,18	0,6590	268,2	18,20	17,69	2,78

Na Tabela 22 são apresentados os dados para sistemas formados por ácidos graxos e hexano. As Tabelas 23 e 24 apresentam, respectivamente, os valores de tensão superficial para sistemas binários de ésteres metílicos e os parâmetros de interação do modelo de Chunxi *et al*. (2000) para os mesmos. Os desvios apresentados nas Tabelas 22 e 23 também se referem ao desvio padrão da medida.

Tabela 22 - Tensão Superficial para sistemas (ácido graxo (1) + ácido graxo (2) + n - hexano).

SISTEMA		x_1	x_2	Tensão Superficial	Desvio Padrão
Ácido Graxo (1)	Ácido Graxo (2)			($mN.m^{-1}$)	
Caprilico	Cáprico	0,0500	0,0510	18,50	0,01
Caprilico	Laurico	0,0491	0,0470	18,22	0,02
Caprilico	Miristico	0,0380	0,0392	18,69	0,01
Caprilico	Palmitico	0,0315	0,0360	18,18	0,01
Caprilico	Esteárico	0,0309	0,0343	18,61	0,01
Caprilico	Oleico	0,0381	0,0327	18,72	0,01
Caprilico	Linoleico	0,0402	0,0419	18,60	0,01
Caprilico	Araquidico	0,0434	0,0503	18,90	0,03
Caprilico	Behênico	0,0412	0,0400	19,15	0,01
Cáprico	Laurico	0,0511	0,0495	17,89	0,06
Cáprico	Miristico	0,0395	0,0420	18,28	0,04
Cáprico	Palmitico	0,0366	0,0351	18,17	0,03
Cáprico	Esteárico	0,0300	0,0374	18,40	0,02
Cáprico	Oleico	0,0560	0,0508	17,63	0,01
Cáprico	Linoleico	0,0304	0,0303	17,28	0,02
Cáprico	Araquidico	0,0490	0,0452	17,85	0,01
Cáprico	Behênico	0,0590	0,0402	18,15	0,02
Oleico	Laurico	0,0553	0,0425	19,06	0,01
Oleico	Miristico	0,0505	0,0302	19,30	0,01
Oleico	Palmitico	0,0582	0,0496	19,35	0,01
Oleico	Esteárico	0,0522	0,0430	19,82	0,05
Oleico	Linoleico	0,0381	0,0449	19,50	0,01
Oleico	Araquidico	0,0529	0,0350	19,48	0,01
Oleico	Behênico	0,0530	0,0300	20,01	0,04
Linoleico	Laurico	0,0581	0,0407	17,47	0,01
Linoleico	Miristico	0,0500	0,0496	18,55	0,01
Linoleico	Palmitico	0,0502	0,0432	18,39	0,01
Linoleico	Esteárico	0,0483	0,0410	18,50	0,02
Linoleico	Araquidico	0,0581	0,0332	18,61	0,02
Linoleico	Behênico	0,0530	0,0301	18,70	0,01

Tabela 23 – Tensão Superficial para sistemas contendo misturas binárias de ésteres metílicos

SISTEMA		x_1	x_2	Tensão Superficial ($mN.m^{-1}$)	Desvio Padrão
Éster Metílico (1)	Éster Metílico (2)				
Caprilato	Caprato	0,5001	0,4999	24,03	0,02
Caprilato	Laurato	0,4998	0,5002	23,05	0,04
Caprilato	Miristato	0,4987	0,5013	23,42	0,01
Caprilato	Palmitato	0,5024	0,4976	23,27	0,03
Caprilato	Estearato	0,6516	0,3484	23,60	0,04
Caprilato	Oleato	0,5001	0,4999	23,46	0,01
Caprilato	Linoleato	0,4985	0,5015	23,24	0,09
Caprilato	Araquidato	0,6540	0,3460	23,72	0,10
Caprilato	Beheneato	0,8001	0,1999	23,94	0,08
Caprato	Laurato	0,4937	0,5063	23,33	0,03
Caprato	Miristato	0,4926	0,5074	22,70	0,01
Caprato	Palmitato	0,5012	0,4988	22,75	0,02
Caprato	Estearato	0,6596	0,3404	22,00	0,01
Caprato	Oleato	0,4970	0,5030	22,82	0,01
Caprato	Linoleato	0,4996	0,5004	22,50	0,02
Caprato	Araquidato	0,7674	0,2326	22,41	0,06
Caprato	Beheneato	0,8071	0,1929	22,64	0,11
Laurato	Miristato	0,5008	0,4992	22,79	0,02
Laurato	Palmitato	0,6538	0,3462	22,84	0,04
Laurato	Estearato	0,7929	0,2071	22,10	0,01
Laurato	Oleato	0,4985	0,5015	22,51	0,02
Laurato	Linoleato	0,5002	0,4998	22,39	0,04
Laurato	Araquidato	0,8009	0,1991	22,26	0,09
Laurato	Beheneato	0,7998	0,2002	22,35	0,02
Miristato	Palmitato	0,6516	0,3484	22,50	0,01
Miristato	Estearato	0,8080	0,1920	22,31	0,01
Miristato	Oleato	0,4965	0,5035	22,40	0,01
Miristato	Linoleato	0,5001	0,4999	22,29	0,02
Miristato	Araquidato	0,8094	0,1906	22,42	0,04
Miristato	Beheneato	0,8054	0,1946	22,49	0,01
Palmitato	Oleato	0,4006	0,5994	22,36	0,02
Palmitato	Linoleato	0,4465	0,5535	22,40	0,09
Estearato	Oleato	0,2013	0,7987	22,03	0,05
Estearato	Linoleato	0,2163	0,7837	22,19	0,01
Oleato	Linoleato	0,5037	0,4963	22,38	0,01
Oleato	Araquidato	0,8131	0,1869	22,50	0,04
Oleato	Beheneato	0,8031	0,1969	22,35	0,09
Linoleato	Araquidato	0,7912	0,2088	22,47	0,01
Linoleato	Beheneato	0,8005	0,1995	22,60	0,15

Tabela 24 – Parâmetros de interação do modelo de Chunxi et al. (2001) para sistemas binários de ésteres metílicos.

Éster Metílico		$\frac{(U_{12}-U_{11})}{R}$	$\frac{\partial(U_{12}-U_{11})}{10^{-5}R\ \partial A}$
(1)	(2)		
Caprilato	Caprato	2539	144
Caprilato	Laurato	3180	252
Caprilato	Miristato	4765	356
Caprilato	Palmitato	4889	319
Caprilato	Estearato	4242	193
Caprilato	Oleato	2389	160
Caprilato	Linoleato	4253	320
Caprato	Laurato	275	21
Caprato	Miristato	3704	308
Caprato	Palmitato	1623	114
Caprato	Estearato	3832	216
Caprato	Oleato	239	18
Caprato	Linoleato	2380	197
Laurato	Miristato	709	65
Laurato	Palmitato	2310	133
Laurato	Estearato	1325	53
Laurato	Oleato	1528	134
Laurato	Linoleato	4612	435
Miristato	Palmitato	1963	119
Miristato	Estearato	2193	79
Miristato	Oleato	283	25
Miristato	Linoleato	2860	272
Palmitato	Oleato	4230	400
Palmitato	Linoleato	503	47
Estearato	Oleato	1437	198
Estearato	Linoleato	1661	242
Oleato	Linoleato	4843	418

A Tabela 25 apresenta os dados de tensão superficial experimental e calculados pelo modelo estudado para os sistemas cuja composição é similar à do biodiesel de coco, palma e soja.

Tabela 25 – Tensão Superficial para sistemas multicomponentes de ésteres metílicos similares à composição de biodiesel de coco, palma e soja.

Éster Metílico	Fração Mássica no sistema-modelo similar à biodiesel[a]		
	Coco	Palma	Soja
Metil Caprilato	0,078	0,001	-
Metil Caprato	0,070	0,001	-
Metil Laurato	0,466	0,009	-
Metil Miristato	0,182	0,013	0,002
Metil Palmitato	0,092	0,441	0,102
Metil Estearato	0,028	0,051	0,046
Metil Oleato	0,068	0,384	0,222
Metil Linoleato	0,017	0,095	0,546
Tensão Superficial Experimental (mN/m)	28,05	30,86	31,02
Tensão Superficial Calculada (mN/m)	29,45	33,01	32,73
DMR[b] (%)	4,99	6,97	5,51

Os dados de sistemas contendo ésteres metílicos apresentados na Tabela 24 foram ajustados à Equação 29 para obtenção dos parâmetros de interação. Os parâmetros obtidos foram utilizados na etapa de predição da tensão superficial dos sistemas multicomponentes de ésteres metílicos (Tabela 25). O modelo apresentou desvios médios relativos próximos a 5%. Chunxi *et al*. (2001) obtiveram desvio máximo de 5,4% para sistemas ternários.

A Tabela 26 apresenta dados de tensão superficial de sistemas que possuíam triacilgliceróis e ácidos graxos em sua composição. As Tabelas 27 a 33 apresentam os resultados para sistemas contendo ácidos graxos e etanol anidro, etanol hidratado, 1-propanol, 2-propanol, 1-butanol, 1-pentanol, 1-hexanol, respectivamente. Em todos os casos, a medida experimental de tensão superficial foi realizada em triplicata e o desvio padrão destes valores foi calculado e está apresentado nas tabelas.

Tabela 26 – Tensão Superficial para sistemas (triacilglicerol (1) / ácido graxo (2) / solvente).

SISTEMA			x_1	x_2	x_3	Tensão Superficial ($mN.m^{-1}$)	Desvio Padrão
Triacilglicerol (1)	Ácido Graxo (2)	Solvente (3)					
Trilaurina	Cáprico	Hexano	0,0605	0,0360	0,9035	19,15	0,03
Trilinoleina	Esteárico	Hexano	0,1001	0,0246	0,8753	18,15	0,06
Tricaprilina	Palmítico	Hexano	0,2486	0,0819	0,6695	18,38	0,04
Tripalmitina	Caprílico	Hexano	0,1228	0,0781	0,7991	18,12	0,14
Triestearina	Linoléico	n – Hexanol	0,1258	0,0349	0,8392	24,73	0,01
Trilinoleina	Esteárico	n – Hexanol	0,0675	0,0191	0,9134	21,60	0,03
Tricaprina	Láurico	n – Hexanol	0,0822	0,0208	0,8970	22,62	0,13
Trioleina	Mirístico	n – Hexanol	0,0664	0,0178	0,9158	22,21	0,14
Tricaprilina	Palmítico	n – Hexanol	0,0650	0,0173	0,9177	21,90	0,08
Trilinolenina	Behênico	n – Hexanol	0,0684	0,0190	0,9127	22,78	0,21
Trilaurina	Cáprico	n – Hexanol	0,0686	0,0184	0,9130	21,94	0,73
Trimiristina	Oleico	n – Hexanol	0,0647	0,0173	0,9180	22,40	0,01
Tripalmitina	Caprílico	n – Hexanol	0,0680	0,0182	0,9138	21,92	0,01
Tricaprina	Laurico	1 - Pentanol	0,0340	0,0238	0,9422	21,54	0,03
Trilaurina	Cáprico	1 - Pentanol	0,0964	0,0341	0,8695	21,89	0,32
Tricaprilina	Palmítico	1 - Pentanol	0,0329	0,0232	0,9439	19,09	0,10
Trilaurina	Cáprico	1 – Butanol	0,0181	0,0137	0,9682	21,74	0,07
Trioleina	Mirístico	1 – Butanol	0,0658	0,0386	0,8956	22,54	0,22
Tricaprina	Laurico	1 – Butanol	0,0660	0,0379	0,8960	21,60	0,01
Tricaprilina	Palmítico	1 – Butanol	0,0654	0,0372	0,8974	22,07	0,07
Trimiristina	Oleico	1 – Butanol	0,2290	0,1296	0,6414	22,03	0,01
Tricaprilina	Palmítico	1 - propanol	0,0185	0,0134	0,9681	21,81	0,03
Trilaurina	Cáprico	1 - propanol	0,0329	0,0192	0,9479	21,85	0,07
Trioleina	Mirístico	1 - propanol	0,0321	0,0224	0,9455	22,03	0,08
Trilinoleina	Esteárico	1 - propanol	0,0600	0,0157	0,9243	22,18	0,13
Trimiristina	Oleico	1 - propanol	0,0599	0,0356	0,9045	22,15	0,09
Tricaprina	Laurico	1 - propanol	0,0330	0,0199	0,9471	22,29	0,21
Tripalmitina	Caprílico	1 - propanol	0,0205	0,0122	0,9673	21,23	0,13
Trilaurina	Cáprico	2 - Propanol	0,0233	0,0152	0,9615	21,01	0,04
Tripalmitina	Caprílico	2 - Propanol	0,0330	0,0237	0,9432	19,12	0,01
Tricaprilina	Palmítico	2 - Propanol	0,0183	0,0131	0,9686	20,86	0,01
Tricaprina	Laurico	2 - Propanol	0,0315	0,0280	0,9405	21,52	0,27
Tricaprilina	Linoléico	Etanol Anidro	0,0386	0,0465	0,9149	22,42	0,01
Tricaprilina	Laurico	Etanol Anidro	0,1618	0,1587	0,6795	22,39	0,01
Trioleina	Oleico	Etanol Anidro	0,3674	0,2275	0,4051	22,30	0,01
Tricaprilina	Linoléico	Etanol 5%	0,0249	0,0252	0,9499	22,99	0,02
Tricaprilina	Laurico	Etanol 5%	0,1571	0,1425	0,7003	22,92	0,11

Tabela 27 - Tensão Superficial para sistemas (ácido graxo (1) / ácido graxo (2) / etanol anidro).

SISTEMA		x_1	x_2	Tensão Superficial ($mN.m^{-1}$)	Desvio Padrão
Ácido Graxo (1)	Ácido Graxo (2)				
Caprilico	Cáprico	0,0352	0,0347	20,79	0,04
Caprilico	Laurico	0,0362	0,0331	20,94	0,01
Caprilico	Oleico	0,0320	0,0320	20,65	0,02
Caprilico	Linoleico	0,0292	0,0295	20,77	0,01
Oleico	Linoleico	0,0322	0,0318	20,68	0,01
Cáprico	Laurico	0,0327	0,0304	20,89	0,29
Cáprico	Oleico	0,0302	0,0301	20,82	0,01
Cáprico	Linoleico	0,0361	0,0326	20,90	0,04
Laurico	Oleico	0,0306	0,0320	20,83	0,06
Laurico	Linoleico	0,0289	0,0317	21,37	0,13

Tabela 28 - Tensão Superficial para sistemas (ácido graxo(1) / ácido graxo (2) / etanol hidratado 5%).

SISTEMA		x_1	x_2	Tensão Superficial ($mN.m^{-1}$)	Desvio Padrão
Ácido Graxo (1)	Ácido Graxo (2)				
Caprilico	Cáprico	0,0322	0,0292	21,78	0,01
Caprilico	Laurico	0,0328	0,0283	21,71	0,02
Caprilico	Oleico	0,0320	0,0316	21,85	0,03
Caprilico	Linoleico	0,0306	0,0299	21,74	0,01
Oleico	Linoleico	0,0333	0,0330	21,65	0,01
Cáprico	Laurico	0,0376	0,0326	21,25	0,20
Cáprico	Oleico	0,0313	0,0316	21,80	0,01
Cáprico	Linoleico	0,0306	0,0308	21,70	0,04
Laurico	Oleico	0,0324	0,0309	20,74	0,04
Laurico	Linoleico	0,0296	0,0326	21,92	0,02

Tabela 29 - Tensão Superficial para sistemas (ácido graxo(1) / ácido graxo (2) / 1 - propanol).

SISTEMA		x_1	x_2	Tensão Superficial ($mN.m^{-1}$)	Desvio Padrão
Ácido Graxo (1)	Ácido Graxo (2)				
Caprilico	Cáprico	0,0314	0,0292	20,07	0,02
Caprilico	Laurico	0,0323	0,0325	20,63	0,03
Caprilico	Oleico	0,0324	0,0316	20,62	0,01
Caprilico	Linoleico	0,0318	0,0316	20,34	0,02
Oleico	Linoleico	0,0303	0,0313	20,79	0,06
Cáprico	Laurico	0,0346	0,0317	20,80	0,01
Cáprico	Oleico	0,0344	0,0300	20,77	0,01
Cáprico	Linoleico	0,0289	0,0376	20,69	0,09
Laurico	Oleico	0,0420	0,0389	20,75	0,02
Laurico	Linoleico	0,0304	0,0312	21,20	0,01

Tabela 30 - Tensão Superficial para sistemas (ácido graxo(1) / ácido graxo (2) / 2 - propanol).

SISTEMA		x_1	x_2	Tensão Superficial ($mN.m^{-1}$)	Desvio Padrão
Ácido Graxo (1)	Ácido Graxo (2)				
Caprilico	Cáprico	0,0317	0,0280	19,63	0,05
Caprilico	Laurico	0,0314	0,0295	20,07	0,05
Caprilico	Oleico	0,0455	0,0382	19,64	0,01
Caprilico	Linoleico	0,0312	0,0329	20,44	0,08
Oleico	Linoleico	0,0311	0,0321	20,02	0,10
Cáprico	Laurico	0,0320	0,0336	20,15	0,03
Cáprico	Oleico	0,0361	0,0345	20,52	0,12
Cáprico	Linoleico	0,0356	0,0295	20,44	0,09
Laurico	Oleico	0,0346	0,0304	20,61	0,01
Laurico	Linoleico	0,0345	0,0361	21,03	0,01

Tabela 31 - Tensão Superficial para sistemas (ácido graxo(1) / ácido graxo (2) / 1 - butanol).

SISTEMA		x_1	x_2	Tensão Superficial ($mN.m^{-1}$)	Desvio Padrão
Ácido Graxo (1)	Ácido Graxo (2)				
Caprilico	Cáprico	0,0324	0,0335	20,13	0,06
Caprilico	Laurico	0,0328	0,0285	20,01	0,02
Caprilico	Oleico	0,0319	0,0313	20,02	0,04
Caprilico	Linoleico	0,0361	0,0316	20,34	0,07
Oleico	Linoleico	0,0306	0,0381	19,96	0,01
Cáprico	Laurico	0,0370	0,0304	20,24	0,09
Cáprico	Oleico	0,0416	0,0341	20,61	0,01
Cáprico	Linoleico	0,0280	0,0300	20,50	0,01
Laurico	Oleico	0,0321	0,0311	20,69	0,09
Laurico	Linoleico	0,0375	0,0361	21,11	0,01

Tabela 32 - Tensão Superficial para sistemas (ácido graxo(1) / ácido graxo (2) / 1 - pentanol).

SISTEMA		x_1	x_2	Tensão Superficial ($mN.m^{-1}$)	Desvio Padrão
Ácido Graxo (1)	Ácido Graxo (2)				
Caprilico	Cáprico	0,0329	0,0374	20,22	0,05
Caprilico	Laurico	0,0329	0,0306	20,24	0,03
Caprilico	Oleico	0,0410	0,0334	20,39	0,01
Caprilico	Linoleico	0,0357	0,0325	20,57	0,02
Oleico	Linoleico	0,0298	0,0299	20,35	0,03
Cáprico	Laurico	0,0323	0,0315	20,41	0,01
Cáprico	Oleico	0,0386	0,0300	20,70	0,07
Cáprico	Linoleico	0,0341	0,0384	20,60	0,01
Laurico	Oleico	0,0304	0,0324	20,72	0,04
Laurico	Linoleico	0,0307	0,0364	21,17	0,01

Tabela 33 - Tensão Superficial para sistemas (ácido graxo(1) / ácido graxo (2) / n - hexanol).

SISTEMA		x_1	x_2	Tensão Superficial ($mN.m^{-1}$)	Desvio Padrão
Ácido Graxo (1)	Ácido Graxo (2)				
Caprilico	Cáprico	0,0516	0,0521	21,76	0,05
Caprilico	Laurico	0,0500	0,0479	21,40	0,01
Caprilico	Miristico	0,0379	0,0339	22,01	0,01
Caprilico	Palmitico	0,0316	0,0360	21,39	0,12
Caprilico	Esteárico	0,0370	0,0312	21,87	0,04
Caprilico	Oleico	0,0381	0,0327	22,02	0,01
Caprilico	Linoleico	0,0380	0,0379	21,90	0,09
Caprilico	Araquidico	0,0344	0,0483	22,16	0,01
Caprilico	Behênico	0,0361	0,0380	22,53	0,01
Linoleico	Laurico	0,0308	0,0399	20,55	0,01
Linoleico	Miristico	0,0501	0,0530	21,83	0,02
Linoleico	Palmitico	0,0302	0,0372	21,64	0,04
Linoleico	Esteárico	0,0333	0,0361	21,80	0,01
Linoleico	Araquidico	0,0359	0,0393	21,93	0,10
Linoleico	Behênico	0,0496	0,0316	22,00	0,01
Cáprico	Laurico	0,0401	0,0445	21,20	0,01
Cáprico	Miristico	0,0331	0,0327	21,42	0,03
Cáprico	Palmitico	0,0298	0,0305	21,45	0,01
Cáprico	Esteárico	0,0310	0,0322	21,60	0,01
Cáprico	Oleico	0,0303	0,0314	20,77	0,08
Cáprico	Linoleico	0,0299	0,0303	20,37	0,05
Cáprico	Araquidico	0,0359	0,0300	21,00	0,10
Cáprico	Behênico	0,0390	0,0319	21,39	0,07
Oleico	Laurico	0,0377	0,0289	22,42	0,01
Oleico	Miristico	0,0307	0,0390	22,68	0,01
Oleico	Palmitico	0,0442	0,0451	22,73	0,01
Oleico	Esteárico	0,0309	0,0300	23,20	0,02
Oleico	Linoleico	0,0302	0,0325	22,91	0,01
Oleico	Araquidico	0,0314	0,0300	22,92	0,01
Oleico	Behênico	0,0323	0,0286	23,45	0,06

Como já mencionado anteriormente, as principais dificuldades para a execução desta etapa do projeto se relacionaram à limitação de volume do equipamento o qual exigia uma quantidade mínima de amostra de 10 mL para a leitura de tensão superficial.

5.3 Coeficiente de Atividade e Volume Molar de Excesso

5.3.1 Dados Experimentais

As Tabelas 34 e 35 apresentam dados de densidade e viscosidade de sistemas contendo ésteres metílicos e/ou ácidos graxos, adicionados de acilglicerol parcial. As Tabelas 36 e 37 apresentam os valores calculados para volume molar em excesso e para o coeficiente de atividade na diluição infinita, respectivamente.

Tabela 34 – Densidade para ésteres metílicos e ácidos graxos puros, e sistemas adicionados de acilgliceróis parciais.

T	**Ésteres Metílicos**						**Ácidos Graxos**		
(K)	Oleato	Octanoato	Laurato	Decanoato	Linoleato	Miristato	Linoleico	Oleico	Octanoico
293	0,8749	0,87684	0,86922	0,87241	0,88623	0,867	0,90409	0,8914	0,91006
303	0,86766	0,86813	0,86136	0,86422	0,87895	0,85936	0,89715	0,88449	0,90197
313	0,86044	0,85939	0,8535	0,85599	0,87167	0,85175	0,89023	0,8776	0,89391
323	0,85321	0,8506	0,84563	0,84775	0,8644	0,84414	0,88333	0,87074	0,88585
333	0,84599	0,84177	0,83775	0,83949	0,85712	0,83655	0,87645	0,86389	0,8778
343	0,83876	0,83292	0,82989	0,83122	0,84984	0,82896	0,8696	0,85706	0,86978

T	**Ésteres Metílicos + Monoleina**		
(K)	Oleato	Linoleato	Decanoato
293	0,87518	0,88611	0,87241
303	0,86798	0,87881	0,8642
313	0,86074	0,87151	0,85601
323	0,85351	0,86423	0,84776
333	0,84629	0,85694	0,83949
343	0,83906	0,84968	0,83120

T	**Ésteres Metílicos + Dioleina**						**Ácidos Graxos + Dioleina**		
(K)	Oleato	Octanoato	Laurato	Decanoato	Linoleato	Miristato	Linoleico	Oleico	Octanoico
293	0,87511	0,87704	0,86913	0,87243	0,88651	0,867	0,90404	0,89413	0,9102
303	0,86788	0,86834	0,86127	0,86423	0,87921	0,85938	0,89712	0,88722	0,90213
313	0,86065	0,85959	0,85341	0,85602	0,87192	0,85177	0,8902	0,88034	0,89407
323	0,85342	0,8508	0,84554	0,84778	0,86463	0,84417	0,88332	0,87347	0,88601
333	0,84619	0,84197	0,83767	0,83951	0,85737	0,83657	0,87643	0,86662	0,87796
343	0,83897	0,83308	0,82976	0,83121	0,8501	0,82896	0,86956	0,85978	0,8699

T (K)	**Linoleato + Linoleico + Dioleina**	**Oleato + Oleico + Dioleina**	**Octanoato + Octanoico + Dioleina**
293	0,90014	0,88853	0,8957
303	0,89316	0,88156	0,88746
313	0,88617	0,87459	0,8792
323	0,87921	0,86764	0,87091
333	0,87225	0,8607	0,86259
343	0,8653	0,85375	0,85426

Tabela 35 – Viscosidade dinâmica para ésteres metílicos e ácidos graxos puros, e sistemas adicionados de dioleína.

T	**Ésteres Metílicos**						**Ácidos Graxos**		
(K)	Oleato	Octanoato	Laurato	Decanoato	Linoleato	Miristato	Linoleico	Oleico	Octanoico
293	6,8926	1,3822	3,0667	2,164	4,9618	4,4011	23,9475	35,9664	5,9611
303	5,2879	1,1678	2,4616	1,78	3,9345	3,427	17,1961	24,5178	4,5657
313	4,1873	1,0071	2,0172	1,4905	3,2018	2,7411	12,8355	17,5424	3,6061
323	3,3998	0,8787	1,6911	1,271	2,6626	2,237	9,8602	12,9149	2,9188
333	2,8226	0,7758	1,4365	1,101	2,2529	1,8769	7,4567	9,8813	2,4105
343	2,3517	0,6926	1,2425	0,96	1,9353	1,6066	6,0947	7,6956	2,0236

T	**Ésteres Metílicos + Monoleina**		
(K)	Oleato	Linoleato	Decanoato
293	6,7168	4,9686	2,1480
303	5,1306	3,9301	1,7647
313	4,0401	3,1973	1,4814
323	3,2538	2,6548	1,2650
333	2,6322	2,2447	1,0958
343	2,2198	1,9246	0,9620

T	**Ésteres Metílicos + Dioleina**						**Ácidos Graxos + Dioleina**		
(K)	Oleato	Octanoato	Laurato	Decanoato	Linoleato	Miristato	Linoleico	Oleico	Octanoico
293	6,7646	1,4103	3,107	2,1484	5,0206	4,3921	23,8019	31,9811	6,0568
303	5,1482	1,1916	2,4859	1,7659	3,977	3,3988	17,0979	22,1893	4,6138
313	3,9663	1,0252	2,0321	1,4819	3,2337	2,7575	12,7781	16,0392	3,6357
323	3,2178	0,8942	1,704	1,2654	2,6832	2,2703	9,8218	12,0229	2,9425
333	2,6685	0,7897	1,4466	1,0964	2,2689	1,9001	7,7319	9,3251	2,4472
343	2,2499	0,7048	1,2588	0,9622	1,9483	1,6301	6,2093	7,2706	2,0512

T	**Linoleato + Linoleico + Dioleina**	**Oleato + Oleico + Dioleina**	**Octanoato + Octanoico + Dioleina**
(K)			
293	14,7328	18,8847	3,0623
303	10,8247	13,3695	2,4622
313	8,2564	9,9026	2,0284
323	6,4357	7,6211	1,7032
333	5,1344	5,9591	1,4542
343	4,2122	4,7408	1,2561

Tabela 36 – Volume molar em excesso para sistemas binários e ternários adicionados de dioleína.

	V^E (cm³/mol)					
T (K)	Oleato / Dioleina	Octanoato / Dioleina	Laurato / Dioleina	Decanoato / Dioleina	Linoleato / Dioleina	Miristato / Dioleina
293	-0,0465	-0,0117	0,0268	0,0035	-0,0600	0,0098
303	-0,0518	-0,0158	0,0279	0,0054	-0,0556	0,0033
313	-0,0493	-0,0119	0,0269	-0,0004	-0,0534	0,0033
323	-0,0507	-0,0118	0,0289	-0,0004	-0,0494	-0,0013
333	-0,0480	-0,0117	0,0264	0,0036	-0,0563	0,0009
343	-0,0536	0,0055	0,0375	0,0130	-0,0591	0,0079

Tabela 36 (Continuação) – Volume molar em excesso para sistemas binários e ternários adicionados de dioleína.

V^E (cm³/mol)

T (K)	Oleico / Dioleina	Linoleico / Dioleina	Octanoico / Dioleina	Linoleato Linoleico Dioleina	Oleato Oleico Dioleina	Octanoato Octanoico Dioleina
293	-0,9524	0,0252	-0,0196	-1,3987	-2,1431	-0,2736
303	-0,9687	0,0160	-0,0242	-1,4580	-2,2198	-0,3149
313	-0,9842	0,0183	-0,0246	-1,5148	-2,2943	-0,3521
323	-0,9987	0,0087	-0,0257	-1,5781	-2,3720	-0,3907
333	-1,0174	0,0135	-0,0256	-1,6414	-2,4531	-0,4263
343	-1,0300	0,0222	-0,0192	-1,7042	-2,5326	-0,4593

Tabela 37 – Valores calculados pelo modelo UNIFAC ELL de ln ($\gamma\infty$) para sistemas binários e ternários adicionados de dioleína.

Sistema	Temperatura (K)					
	293	303	313	323	333	343
Oleato / Dioleina	2,5879	2,5756	2,5647	2,5550	2,5462	2,5384
Octanoato / Dioleina	2,5765	2,5640	2,5530	2,5431	2,5343	2,5263
Laurato / Dioleina	2,6173	2,6054	2,5948	2,5853	2,5768	2,5692
Decanoato / Dioleina	2,6070	2,5949	2,5842	2,5747	2,5661	2,5584
Linoleato / Dioleina	2,5862	2,5739	2,5630	2,5532	2,5444	2,5365
Miristato / Dioleina	2,6149	2,6030	2,5923	2,5829	2,5744	2,5667
Oleico / Dioleina	2,7307	2,7201	2,7106	2,7022	2,6947	2,6879
Linoleico / Dioleina	2,7517	2,7413	2,7320	2,7238	2,7164	2,7098
Octanoico / Dioleina	3,1538	3,1468	3,1407	3,1352	3,1303	3,1259
Linoleato / Linoleico / Dioleina	2,5598	2,5471	2,5359	2,5258	2,5168	2,5087
Oleato / Oleico / Dioleina	2,5645	2,5519	2,5407	2,5307	2,5217	2,5137
Octanoato / Octanoico / Dioleina	2,6200	2,6081	2,5975	2,5881	2,5796	2,5720

Segundo Magalhães (2007), o volume molar em excesso é influenciado por alterações na estrutura decorrente do processo de mistura, pelas interações físicas, efeitos das acomodações intersticiais e interações químicas, sendo que os efeitos estruturais e de interações físicas levam a contribuições positivas, enquanto que os efeitos químicos levam a contribuições para um valor negativo.

Os valores de densidade e viscosidade dos ésteres metílicos puros e dos ácidos graxos apresentados na Tabela 44 estão de acordo com dados presentes na literatura para os mesmos compostos. Dados semelhantes são encontrados em Liew et al. (1991 e 1992), Cedeño et al. (1999), Valeri & Meirelles (1997), Ceriani et al. (2007) e Pratas et al. (2010).

5.3.2 Equação Desenvolvida

A equação 40 apresenta a Relação Fundamental das Propriedades em Excesso, na qual temos que:

$$d\left(\frac{nG^E}{RT}\right) = \frac{nV^E}{RT}\ dP - \frac{nH^E}{RT^2}dT + \sum_i lnY_i dni \tag{40}$$

Considerando constante a composição (n_i), é possível utilizar a forma restrita apresentada na Equação 41:

$$d\left(\frac{nG^E}{RT}\right) = \frac{nV^E}{RT}\ dP \tag{41}$$

Por definição,

$$\frac{G_i^E}{RT} = lnY_i \tag{42}$$

Ao integrarmos a equação 41 e considerando a definição apresentada na equação 42, obtêm-se que:

$$\frac{nG^E}{RT} = \int \frac{nV^E}{RT}\ dP = lnY_i \tag{43}$$

$$lnY_i = \frac{1}{R}\int \frac{nV^E}{RT} dP \tag{44}$$

Sendo,

$$PV = nRT \qquad \rightarrow \qquad T = \frac{PV}{nR} \tag{45}$$

Assim,

$$ln\Upsilon_i = \frac{1}{R} \int \frac{n\, RnV^E}{P\, V} dP \tag{46}$$

Das considerações iniciais, a composição (n) é constante:

$$ln\Upsilon_i = \frac{n^2 R}{R} \int \frac{V^E}{V} \frac{1}{P} dP \tag{47}$$

Como resultado temos que:

$$ln\Upsilon_i = n_i^2 \,.\frac{V^E}{V}.\, lnP \tag{48}$$

Da definição de densidade,

$$\rho = \frac{m}{V} \tag{49}$$

Substituindo na Equação 46,

$$ln\Upsilon_i = n_i^2 \,.\frac{V^E}{m_i/\rho_i}.\, lnP \tag{50}$$

Ou seja,

$$ln\Upsilon_i = ni.\frac{n_i}{m_i} \,.\frac{V^E}{\rho_i}.\, lnP \tag{51}$$

Se,

$$MM_i = \frac{m_i}{n_i} \tag{52}$$

Então,

$$ln\Upsilon_i = \frac{ni}{MMi} \,.\frac{V^E}{\rho_i}.\, lnP \tag{53}$$

O coeficiente de atividade será substituído por uma equação do tipo Margules com duas constantes:

$$ln\Upsilon = x_1.x_2.[A + B(x_1 - x_2)] \tag{54}$$

Associando as Equações 53 e 54,

$$x_1.x_2.[A + B(x_1 - x_2)] = \sum \frac{ni}{MMi} . \frac{V^E}{\rho_i} . lnP \tag{55}$$

Utilizando novamente a Equação 45, podemos reescrever a Equação 56 como:

$$x_1.x_2.[A + B(x_1 - x_2)] = \sum \frac{ni}{MMi} . \frac{V^E}{\rho_i} . ln\left(\frac{nRT}{V}\right) \tag{56}$$

Em diluição infinita garantimos que o composto 2 está em concentração limite tendendo a zero, desta forma podemos reescrever a Equação 56 como mostrado a seguir:

$$x_1.x_2.[A + B(x_1)] = \sum \frac{ni}{MMi} . \frac{V^E}{\rho_i} . ln\left(\frac{nRT}{V}\right) \tag{57}$$

O volume em excesso foi substituído pelo polinômio apresentado na Equação 35. Já o argumento do logaritmo foi trabalhado substituindo o volume da mistura pela definição apresentada na Equação 49 e convertendo massa em mol pelo uso da massa molar. O resultado destas alterações é apresentado na Equação 58.

$$x_1.x_2.[A + B(x_1)] = \sum \frac{ni}{MMi} . \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i.MM_i.\left(\frac{1}{\rho} - \frac{1}{\rho_i}\right)}{\rho} . ln\left(\frac{\rho RT}{\sum xi.MMi}\right) \tag{58}$$

Isolando a concentração do composto residual

$$x_2 = \frac{\sum \frac{ni}{MMi} . \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i.MM_i.\left(\frac{1}{\rho} - \frac{1}{\rho_i}\right)}{\rho} . ln\left(\frac{\rho RT}{\sum xi.MMi}\right)}{x_1.[A + B(x_1)]} \tag{59}$$

Considerando que x_1 tende a 1, ao passo que x_2 tende a zero, podemos escrever a Equação 60:

$$x_{residual} = \frac{\frac{m}{MM1} \cdot \frac{\left(\frac{1}{\rho} - \frac{1}{\rho_1}\right)}{\rho} \cdot ln\left(\frac{\rho RT}{MM1}\right)}{[A]} \tag{60}$$

A Tabela 38 apresenta valores obtidos para os parâmetros A e B para ésteres metílicos que continham acilgliceróis parciais em diluição infinita.

Tabela 38 – Valores dos parâmetros A e B a T = 25ºC, para sistemas contendo dioleina em diluição infinita estudados neste projeto.

Composto	A	B
Metil Oleato	0,0213	-0,0525
Metil Octanoato	0,0129	-0,0394
Metil Laurato	-0,0173	0,0463
Metil Decanoato	-0,0152	0,0428
Metil Linoleato	0,0182	-0,0448
Metil Miristato	-0,0190	0,0487
Ácido Oleico	0,0289	-0,0629
Ácido Octanoico	0,0208	-0,0521
Ácido Linoleico	-0,0262	0,0568

Os valores A e B são característicos dos compostos residuais a serem avaliados. Vale ressaltar que a equação foi desenvolvida considerando sistemas binários e necessita ser estendido a soluções multicomponentes.

6 CONCLUSÕES

As propriedades físicas são influenciadas por diversas variáveis. Neste projeto alguns destes fatores foram estudados, como temperatura, composição das misturas, concentração dos componentes e tipo de solvente. A partir dos resultados pode-se corroborar que tanto a densidade quanto a viscosidade são influenciadas pelos parâmetros citados, porém como a densidade apresenta um comportamento linear, as variações são mais sutis do que na viscosidade cuja tendência de comportamento é não linear.

Nos sistemas formados por (triacilgliceróis + ácidos graxos + solventes), tanto a densidade quanto a viscosidade são inversamente proporcionais à temperatura, aumentam com o aumento de peso molecular do triacilglicerol, porém diminuem com o aumento de insaturações destes. A faixa de temperatura na qual as misturas formam solução homogênea foi mais afetada pelos compostos graxos do que pelo solvente, porém a isomeria de posição do 2-propanol em relação ao 1-propanol reduziu a faixa em que foi possível realizar medições. Já a hidratação do solvente etanol reduziu a concentração de triacilglicerol em que foi possível obter solução homogênea.

Os solventes alcóolicos formaram soluções com maior valor de viscosidade do que os sistemas que possuíam hexano. O solvente hexanol apresentou o melhor desempenho entre as misturas estudadas, e o solvente 1-butanol apresentou desempenho insatisfatório. Já o solvente hexano, apresentou resultado intermediário com algumas particularidades, como formação de emulsão com alguns compostos graxos.

A regra de mistura simples ponderada em fração mássica foi eficiente na estimativa das densidades, porém os modelos para viscosidade, baseados no mesmo princípio, não apresentaram constância, em especial a Regra de Kay Simples ponderada em fração mássica. Considerando a simplicidade destes modelos e a complexidade das misturas estudadas, os resultados obtidos podem ser considerados satisfatórios uma vez que a tendência de comportamento dos dados é acompanhada.

Para os sistemas do tipo (ácido graxo + ácido graxo + solvente), o aumento da cadeia carbônica do solvente resultou em sistemas com maiores valores das propriedades, 1-propanol levou a maiores valores destas do que o 2-propanol, assim como a hidratação do solvente. A presença da hidroxila leva a sistemas com maiores valores de viscosidade do que os sistemas que possuíam hidrocarbonetos. As Regras de mistura não apresentaram bom desempenho na estimativa da viscosidade, com desvios entre 0,6 a 204% em casos extremos, sendo o desvio em média em torno de 25-30%. Já as estimativas

de densidade para os mesmos sistemas foram satisfatórias, com desvios menores do que 1% para a maioria dos sistemas.

O mesmo comportamento foi observado nos sistemas formados por ésteres metílicos. Na estimativa de densidade o desvio não ultrapassou 0,5%, porém não apresentaram bom desempenho na estimativa da viscosidade, pois não houve constância nos desvios obtidos, ficando em torno de 5 a 20 %. Para ésteres metílicos foram estudados, além de sistemas binários, sistemas-modelo de composição similar à de alguns biodieseis e os valores de propriedades obtidos estão em concordância com a literatura.

Os dados experimentais foram utilizados para ajuste de parâmetros do modelo UNIFAC-VISCO, os quais foram utilizados com resultados satisfatórios para predição de viscosidade de sistemas presentes na literatura. A predição de viscosidade resultou em DMR menor do que 8%. Além do modelo UNIFAC-VISCO, foram testados para fins de comparação o modelo GC-UNIMOD para viscosidade e GC-VOL para densidade. O modelo GC-VOL adaptado às misturas apresentou resultado inferior quando comparado às regras de mistura. Para viscosidade, o modelo UNIFAC-VISCO apresentou valores menores de DMR quando comparado ao modelo GC-UNIMOD.

Os parâmetros resultantes do ajuste ao modelo UNIFAC-VISCO possibilitaram uma modelagem consistente aos sistemas estudados e, desta forma, foi possível aprimorar a predição de viscosidades para sistemas constituídos por compostos graxos. Além disso, a avaliação de propriedades residuais complementa o estudo destes sistemas e pode ser utilizada como ferramenta para otimizar o processamento de óleos, gorduras e biodiesel.

7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como trabalhos futuros sugere-se:

- Compilação de um banco de dados de propriedades físico – química de sistemas de interesse para a indústria de biodiesel. Uma vez que o combustível pode ser produzido a partir de diversas fontes e dado o crescente interesse em fontes energéticas alternativas, a formação de uma base de dados relevantes e atualizada seria de grande utilidade.

- Extensão da equação para cálculo de compostos residuais para sistemas multicomponentes.

- Aplicação e aprimoramento do modelo para avaliação de compostos residuais utilizando sistemas reais para testar sua efetividade.

- Estudo e aplicação de novos modelos para tensão superficial e interfacial de sistemas graxos.

8 MEMÓRIA DA PÓS-GRADUAÇÃO

ARTIGOS COMPLETOS PUBLICADOS EM PERIÓDICOS

FLORIDO, P.M.; LOBO, D.P.S.; PINTO, C.N.; RODRIGUES, C.E.C.; GONÇALVES, C.B. Physical properties of systems of interest to the edible oil industry: Viscosities and densities of model systems formed by (triacylglycerol + fatty acid + solvent). ***Journal of Chemical Thermodynamics***, v.113, p. 198-212, 2017.

FLORIDO, P.M.; ANDRADE, I.M.G.; CAPELLINI, M.C.; CARVALHO, F.H.; ARACAVA, K.K.; KOSHIMA, C.C.; RODRIGUES, C.E.C.; GONÇALVES, C.B. Viscosities and densities of systems involved in the deterpenation of essential oils by liquid-liquid extraction: New UNIFAC-VISCO parameters. ***Journal of Chemical Thermodynamics***, v. 72, p. 152-160, 2014.

TRABALHOS APRESENTADOS EM EVENTOS

FLORIDO, P. M.; VISIOLI, P.C.F.; PINTO, C. N.; GONÇALVES, C.B. Physical properties of blends formed by fatty acids and short chain alcohols. Apresentação de **Pôster / Painel** no XI Congreso Iberoamericano de Ingeniería de Alimentos / CIBIA, 2017, Valparaiso, Chile. 2017.

PINTO, C.N.; FRUGOLI, G.Z.; **FLORIDO, P.M**.; ATZINGEN, G.V.V.; GONÇALVES, C.B. Determination of densities of fatty alcohols standard mixtures. Apresentação de **Pôster / Painel** no XI Congreso Iberoamericano de Ingeniería de Alimentos / CIBIA, 2017, Valparaiso, Chile. 2017.

FLORIDO, P.M.; GONÇALVES, C.B. Avaliação de métodos preditivos para os cálculos de viscosidade e densidade de sistemas de interesse para a indústria de biodiesel. Apresentação de **Pôster / Painel** no II Encontro da Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos da FZEA/USP, Pirassununga. 2017.

FLORIDO, P. M.; GONÇALVES, C.B.; LOBO, D. P. S.; RODRIGUES, C. E. C.; CERIANI, R. Calculation of viscosities of blends formed by triacylglycerols, fatty acids and short chain alcohols. Apresentação de **Pôster / Painel** na International Conference on Food Chemistry Technology (FCT 2015). São Francisco, EUA. 2015.

FLORIDO,P.M.;LOBO,D.P.S.;GONÇALVES,C.B. Propriedades Físicas de Misturas Formadas por Triacilgliceróis, Ácidos Graxos, Etanol e Água. Apresentação na forma oral no I Encontro da Pós Graduação em Engenharia de Alimentos da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, Pirassununga. 2015.

FLORIDO, P. M.; LOBO, D. P. S.; FARIA, G.A.; ARACAVA, K. K. ; RODRIGUES, C. E. C.; CERIANI, R.; GONÇALVES, C.B. Viscosidades de misturas formadas por

triacilgliceróis, ácidos graxos e álcoois. Apresentação de **Pôster / Painel** no XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química (COBEQ2014), Florianópolis. 2014.

FLORIDO, P. M.; MORAES, I.C.F.; FERRARI, R.; SOBRAL, P.J.A.; GONÇALVES, C.B. Propriedades físicas de biodiesel de pinhão manso: Avaliação de métodos preditivos para cálculos de viscosidade e densidade. Apresentação de **Pôster / Painel** no XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química (COBEQ2014), Florianópolis. 2014.

RESUMOS PUBLICADOS EM ANAIS DE EVENTOS

FLORIDO, P. M.; VISIOLI, P.C.F.; PINTO, C. N.; GONÇALVES, C.B. Physical properties of blends formed by fatty acids and short chain alcohols. In: XI Congreso Iberoamericano de Ingeniería de Alimentos / CIBIA, 2017, Valparaiso, Chile. Anais do XI Congreso Iberoamericano de Ingeniería de Alimentos / CIBIA, 2017.

PINTO, C.N.; FRUGOLI, G.Z.; **FLORIDO, P.M.**; ATZINGEN, G.V.V.; GONÇALVES, C.B. Determination of densities of fatty alcohols standard mixtures. In: XI Congreso Iberoamericano de Ingeniería de Alimentos / CIBIA, 2017, Valparaiso, Chile. Anais do XI Congreso Iberoamericano de Ingeniería de Alimentos / CIBIA, 2017.

PINTO, C. N.; FRUGOLI, G. Z. ; **FLORIDO, P. M.**; ATZINGEN, G. V. V.; GONÇALVES, CINTIA B. Determinação de viscosidades de misturas modelo de álcoois graxos. In: IX Congresso Brasileiro de Termodinâmica e V Escola de Termodinâmica, 2017, Porto Alegre. Anais do IX Congresso Brasileiro de Termodinâmica e V Escola de Termodinâmica, 2017.

VISIOLI, P. C. F.; **FLORIDO, P. M.**; GONÇALVES, C.B. Determinação experimental de tensão superficial de misturas de interesse para a produção de biodiesel. In: 24º Simpósio Internacional de Iniciação Científica e Tecnológica da USP, 2016, Pirassununga/SP. Publicações do 24º SIICUSP, 2016.

FLORIDO, P. M.; GONÇALVES, C.B.; LOBO, D. P. S.; RODRIGUES, C. E. C.; CERIANI, R. Calculation of viscosities of blends formed by triacylglycerols, fatty acids and short chain alcohols. In: International Conference on Food Chemistry Technology, 2015, San Francisco. Anais do International Conference on Food Chemistry Technology, 2015.

GONÇALVES, C.B.; PINTO, C. N.; ATZINGEN, G. V. V.; **FLORIDO**, P. M.; RODRIGUES, C. E. C. Computational performance of two convergence methods applied to the estimation of viscosities for essential oils industry. In: International Conference on Food Chemistry Technology, 2015, San Francisco. Anais do International Conference on Food Chemistry Technology, 2015.

LOBO, D. P. S.; FERREIRA, K. G.; **FLORIDO, P. M**.; GONÇALVES, C.B. Determinação experimental de viscosidades de misturas compostas por triacilgliceróis, ácidos graxos e solventes. In: 23º SIICUSP, 2015, Pirassununga. Anais do 23º SIICUSP, 2015.

TRABALHOS COMPLETOS PUBLICADOS EM ANAIS DE CONGRESSOS

FLORIDO, P. M.; PINTO, C. N.; GONÇALVES, C.B. Propriedades físicas de sistemas-modelo formados por misturas binárias de ésteres graxos. In: IX Congresso Brasileiro de Termodinâmica Aplicada e V Escola de Termodinâmica, 2017, Porto Alegre/RS. Anais do IX Congresso Brasileiro de Termodinâmica Aplicada e V Escola de Termodinâmica, 2017.

FLORIDO, P. M.; LOBO, D. P. S.; FARIA, G.A.; ARACAVA, K. K. ; RODRIGUES, C. E. C.; CERIANI, R.; GONÇALVES, C.B. Viscosidades de misturas formadas por triacilgliceróis, ácidos graxos e álcoois. In: XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química (COBEQ2014), 2014, Florianópolis. Anais do XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química, 2014.

FLORIDO, P. M.; MORAES, I.C.F.; FERRARI, R.; SOBRAL, P.J.A.; GONÇALVES, C.B. Propriedades físicas de biodiesel de pinhão manso: Avaliação de métodos preditivos para cálculos de viscosidade e densidade. In: XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química (COBEQ 2014), 2014, Florianópolis. Anais do XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química, 2014.

PARTICIPAÇÃO EM BANCAS E AVALIAÇÕES

GONÇALVES, C.B.; **FLORIDO, P. M**.; ARACAVA, K. K. Banca de defesa de Estágio Supervisionado de Graduação da aluna Deborah Postal Simões Lobo. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) na área de Fórmulas Infantis. Universidade de São Paulo, 2017.

Avaliadora do 24º Simpósio Internacional de Iniciação Científica e Tecnológica da USP - SIICUSP, em 2016, no Campus USP de Pirassununga. 2016.

Avaliadora na Mostra de Destaques do 23º Simpósio Internacional de Iniciação Científica e Tecnológica da USP - SIICUSP, no dia 26/10/2015, em São Paulo. 2015.

PROGRAMA DE APERFEIÇOAMENTO DE ENSINO – PAE

Estagiária PAE na disciplina Controle de Processos (ZEA 0862) oferecida no curso de graduação em Engenharia de Alimentos da (FZEA/USP). Docente Responsável: Profa. Dra. Christianne Elisabete da Costa Rodrigues. 1º Semestre de 2016.

PROJETOS RELACIONADOS AO PROCESSO FAPESP 2014/09757-0

Bolsa de Iniciação Científica - Processo FAPESP 2015/23372-6: Tensão superficial de sistemas graxos de interesse para a indústria de óleos vegetais comestíveis e biodiesel: Determinação experimental e modelagem. Período de vigência: 01/02/2016 a 31/01/2017.

Bolsista: Paola de Cássia Franco Visioli (IC - Graduação). Orientadora: Cintia Bernardo Gonçalves.

Bolsa de Iniciação Científica – Bolsa Santander: Predição e Determinação Experimental de Propriedades Físicas de Sistemas Compostos por Triacilgliceróis, Ácidos Graxos e Solventes Alcoólicos. Período de vigência: Agosto/2014 a Janeiro/2015. Bolsista: Deborah Postal Simões Lobo (IC - Graduação). Orientadora: Cintia Bernardo Gonçalves.

9 REFERÊNCIAS

AKSOY, F; YABANOVA, I; BAYRAKÇEKEN, H; AKSOY, L. Estimating the dynamic viscosity of vegetable oils using artificial neural networks. Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects, v. 36, n. 8, p. 858–865, 2014.

ALESSI, P.; FERMEGLLA, M.; KIKIC, L. Significance of dilute regions. Fluid Phase Equilibria, v. 70, p. 239-250, 1991.

ALI, A.; MOHAMMAD T.; FIRDOSA N. Experimental and predicted viscosities of binary mixtures of benzene and chloroalkanes at different temperatures using Isdale's group contribution method. Indian Journal of Pure & Applied Physics, v. 46, p. 545–551, 2008.

ALLEN, C. A. W.; WATTS, K. C.; ACKMAN, R. G.; PEGG, M. J. Predicting the Viscosity of Biodiesel Fuels from their Fatty Acid Ester Composition. Fuel, v. 78, p. 1319-1326, 1999a.

ALLEN, C. A. W.; WATTS, K. C.; ACKMAN, R. G. Predicting the surface tension of biodiesel fuels from their fatty acid composition. JAOCS, v. 76, p.317-323, 1999b.

ALPTEKIN, E.; CANAKCI, M. Determination of the density and the viscosities of biodiesel– diesel fuel blends. Renewable Energy, v. 33, p. 2623– 2630, 2008.

ANDRADE, E.N.C. The viscosity of liquids. Nature, v 125, p.309-310, 1930.

ANP. Resolução ANP nº 45, de 25 de agosto de 2014. Regulamento Técnico aplicado ao biodiesel. Disponível em: http://nxt.anp.gov.br/NXT/gateway.dll?f=templates&fn=default.htm&vid=anp:10.1048/enu. 2014.

AYRANCI, E.; AKGUL, G. Apparent molar volumes and viscosities of lauric, palmitic, and stearic acids in 2-Butanol at (20, 30, 40, and 60) °C. Journal of Chemical and Engineering Data, v. 48, n.1, p. 56–60, 2003.

AZIAN, M. N.;KAMAL, A.A.M; PANAU, F; TEN., W.K. Viscosity estimation of triacylglycerols and of some vegetable oils, based on their triacylglycerol composition. Journal of the American Oil Chemists' Society, v. 78, n. 10, p. 1001–1005, 2001.

BAGHERI, A.; ABOLHASANI, A.; MOGHADASI, A.R; NAZARI-MOGHADDAM, A.A.; ALAVI, S.A. Study of surface tension and surface properties of binary systems of

DMSO with long chain alcohols at various temperatures. J. Chem. Thermodynamics, v. 63, p. 108–115, 2013.

BAJIĆ, D. M.; ŽIVKOVIĆ, E.M.; ŠERBANOVIĆ, S.P.; KIJEVČANIN, M.L. Experimental measurements and modelling of volumetric properties, refractive index and viscosity of selected binary systems with butyl lactate at 288.15-323.15 K and atmospheric pressure. New UNIFAC-VISCO interaction parameters. Thermochimica Acta, v. 562, p. 42–55, 2013.

BANDRES, I.; LAHUERTA, C.; VILLARES, A.; MARTIN, S.; LAFUENTE, C. Kinematic viscosities for ether plus alkane mixtures: Experimental results and UNIFAC-VISCO parameters. Int. J. Thermophys., v. 29, p. 457-467, 2008.

BAROUTIAN, S.; AROUA, M. K.; RAMAN, A. A. A.; SULAIMAN, N. M. N. Densities of ethyl esters produced from different vegetable oils. J. Chem. Eng. Data, v. 53, p. 2222 – 2225, 2008.

BATISTA, E.; MONNERAT, S.; KATO, K.; STRAGEVICH, L.; MEIRELLES, A. J. A. Liquid-Liquid Equilibrium for Systems of Canola oil, Oleic acid, and Short Chain Alcohols. J. Chem. Eng. Data, v. 44, p. 1360–1364, 1999.

BELTING, P.C.; RAREY, J.; GMEHLING, J.; CERIANI, C.; CHIAVONE-FILHO, O; MEIRELLES, A.J.A. Activity coefficient at infinite dilution measurements for organic solutes (polar and non-polar) in fatty compounds: Saturated fatty acids. J. Chem. Thermodynamics, v. 55, p. 42–49, 2012.

BELTING, P.C.; RAREY, J.; GMEHLING, J.; CERIANI, C.; CHIAVONE-FILHO, O; MEIRELLES, A.J.A. Activity coefficient at infinite dilution measurements for organic solutes (polar and non-polar) in fatty compounds – Part II: C18 fatty acids. J. Chem. Thermodynamics, v. 60, p. 142–149, 2013.

BENJUMEA, P.; AGUDELO, J; AGUDELO, A. Basic properties of palm oil biodiesel-diesel blends. Fuel, v. 87, p. 2069–2075, 2008.

BONDI, A. Physical properties of molecular crystals, liquids and glasses. Nova Iorque: Jonh Wiley, p. 502, 1968.

BOUSSAHA, M.; KAMEL KHIMECHE, K.; ABDELLAH DAHMANI, A. Activity Coefficients at Infinite Dilution for Hydrocarbons in Fatty Alcohols Determined by Gas-Liquid Chromatography. J. Chem. Eng. Data, v. 56, p. 850–858, 2011.

CAO, W.; KNUDSE, K.; FREDENSLUND, A.; RASMUSSEN, P. Group-Contribution Viscosity Predictions of Liquid Mixtures Using UNIFAC-VLE Parameters. Ind. Eng. Chem. Res., v. 32, p. 2088-2092, 1993.

Capellini, M.C. Extração de óleo de farelo de arroz utilizando solvente alcóolicos: avaliação de alterações na fração proteica e na composição do óleo. 2013. 134 f.

Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2013.

CASAS, H.; SEGADE, L.; FRANJO, C.; JIMENEZ, E. Excess molar enthalpies of propyl propanoate + hexane + benzene at 298 . 15 K and 308 . 15 K. J. Chem. Eng. Data, v.45, p. 445–449, 2000.

CEDEÑO G.; OSCAR, F.; GONZÁLEZ, M.M.P.; GANCEDO J.C.B.; SUÁREZ, R.A. Estudio de La Densidad Y de La Viscosidad de Algunos Ácidos Grasos Puros." Grasas y Aceites ,v.50, n. 5, p. 359–68, 1999.

CEDEÑO, F. O.; PRIETO, M. M.; HUIDOBRO, J. A. Viscosities of Binary and Tenary Mixtures of Hexadecanoic, Octadecanoic, and cis-9-Octadecenoic Acids. J. Chem. Eng. Data, v. 45, p. 219-224, 2000.

CERIANI, R; GONÇALVES, C. B.; RABELO, J.; CARUSO, M. W.; CUNHA, A. C. C.; CAVALERI, F. W; BATISTA, E. A. C.; MEIRELLES, A. J. A. Group Contribution Model for Predicting Viscosity of Fatty Compounds. J. Chem. Eng. Data, v. 52, p. 965-972, 2007.

CERIANI, R.; PAIVA, F. R.; GONÇALVES, C. B.; BATISTA, E. A. C.; MEIRELLES, A. J. A. Densities and Viscosities of Vegetable Oils of Nutritional Value. J. Chem. Eng. Data, v. 53, p. 1846-1853, 2008.

CERIANI, R.; GONÇALVES, C. B.; COUTINHO, J. A. P. Prediction of Viscosities of Fatty Compounds and Biodiesel by Group Contribution. Energy Fuels, v. 25, p. 3712–3717, 2011.

CHAVANNE G. Procédé de transformation d'huiles végétales en vue de leur utilisation comme carburants (Procedure for the transformation of vegetable oils for their uses as fuels). Belgian Patent 422,877, 31 August 1937. Chem Abstr 1938;32:43132.

CHEVALIER, J. L.; PETRINO, P. J.; GASTON-BONHOMME, Y. Estimation Method for the Kinematic Viscosity of A Liquid-Phase Mixtures. Chem. Eng. Sci., v. 43, p. 1303−1309, 1988.

CHHETRI, A.B.; WATTS, K.C. Surface tensions of petro-diesel, canola, jatropha and soapnut biodiesel fuels at elevated temperatures and pressures. Fuel, v. 104, p. 704 – 710, 2013.

CHUMPITAZ, L. D. A. ; COUTINHO, L. F.; MEIRELLES, A.J.A. Surface tension of fatty acids and triglycerides. JAOCS, v. 76, p. 379–382, 1999.

CHUNXI, L.; WENCHUAN, W.; ZIHAO, W. A surface tension model for liquid mixtures based on the Wilson equation. Fluid Phase Equilib., v. 175, p. 185–196, 2000.

CMOLÍK, J.; POKORNY, J. Physical refining of edible oils. Eur. J. Lipid Sci. Technol., v.102, p. 472–486, 2000.

CUEVAS, M.S.; RODRIGUES, C.E.C.; GOMES, G.B.; MEIRELLES, A.J.A. Vegetable Oils Deacidification by Solvent Extraction: Liquid-Liquid Equilibrium Data for Systems Containing Sunflower Seed Oil at 298.2 K. J. Chem. Eng. Data, v. 55, p. 3859–3862, 2010.

DABDOUB, M.J.; BRONZEL, J.L.; RAMPIN, M.A. Biodiesel: visão crítica do status atual e perspectiva na academia e na indústria. Quim. Nova, v. 32, p. 776-792, 2009.

DERVICHIAN, D.G. The surface properties of fatty acids and allied substances. In: Holman, R.T. ; Lundberg, W.O.; Malkin, T. Progress in the Chemistry of Fats and Other Lipids. Londres: Editora Pergamon Press Ltd., 1ª Ed., Vol. 2, p. 193-242, 1954.

DOLL, K.M.; SHARMA, B.K.; SUAREZ, P.A.Z.; ERHAN, S.Z. Comparing biofuels obtained from pyrolysis, of soybean oil or soapstock, with tradicional soybean biodiesel: density, kinematic viscosity, and surface tensions. Energy and Fuels, v.22, p.2061-2066, 2008.

DZIDA, M.; PRUSAKIEWICZ, P. The effect of temperature and pressure on the physicochemical properties of petroleum diesel oil and biodiesel fuel. Fuel, v. 87, p. 1941–48, 2008.

EDUJEE, G.H.; BOYES, A.P. Viscosity of some binary liquid mixtures of oleic acid and triolein with selected solvents. J. Chem. Eng. Data, v. 25, p. 249-252, 1980.

EITEMAN, M. A.; GOODRUM, J. W. Density and Viscosity of Low-Molecular Weight Triglycerides and Their Mixtures. J. Am. Oil Chem. Soc., v. 71, p. 1261-1265, 1994.

EJIM, C.E.; FLECK, B.A.; AMIRFAZLI, A. Analytical study for atomization of biodiesels and their blends in a typical injector: Surface tension and viscosity effects. Fuel, v. 86, p. 1534–1544, 2007.

ELBRO, H. S.; FREDENSLUND, A.; RASMUSSEN, P. Group Contribution Method for the Prediction of Liquid Densities as a Function of Temperature for Solvents, Oligomers, and Polymers. Ind. Eng. Chem. Res., v. 30, p. 2576-2582, 1991.

ESTEBAN, B.; RIBA, J. R.; BAQUERO, G.; RIUS, A.; PUIG, R. Temperature dependence of density and viscosity of vegetable oils. Biomass and bioenergy, v.42, p. 164-171, 2012.

ESTEBAN, B.; RIBA, J.; BAQUERO, G.; PUIG, R.; RIUS, A. Characterization of the surface tension of vegetable oils to be used as fuel in diesel engines. Fuel, v.102, p. 231–238, 2012b.

FANG, S. Kinematic Viscosity for Neutral Organophosphorus in Dilutions by UNIFAC-VISCO: New Group and Structure Parameters from the DFT-PCM Approach. Ind. Eng. Chem. Res., v. 51, p. 2762−2768, 2012.

FASINA, O. O.; HALLMAN, H.; CRAIG-SCHMIDT, M.; CLEMENTS, C. Predicting Temperature-Dependence Viscosity of Vegetable Oils from Fatty Acid Composition. J. Am. Oil Chem. Soc., v. 83, p. 899-903, 2006.

FEITOSA, F. X.; RODRIGUES, M. L.; VELOSO, C. B.; CAVALCANTE, C. L.; ALBUQUERQUE, M. C. G.; DE SANT'ANA, H. B. Viscosities and densities of binary mixtures of coconut + colza and coconut + soybean biodiesel at various temperatures. J. Chem. Eng. Data, v. 55, p. 3909–3914, 2010.

FERNANDEZ-MARTIN, F.; MONTES, F. Viscosity of multicomponent systems of normal fatty acids: Principle of congruence. Journal of the American Oil Chemists' Society, v. 53, p. 130-131, 1976.

FERREIRA, O.; FOCO, G.M. Infinite dilution activity coefficients of solvents in fatty oil derivatives. Latin American Applied Research, v. 33, p. 257-260, 2003.

FISHER, C. H. Correlating Viscosity with Temperature and other Properties. J. Am. Oil Chem. Soc., v. 75, p. 1229-1231, 1998.

FLORIDO, P.M.; ANDRADE, I.M.G.; CAPELLINI, M.C.; CARVALHO, F.H. ; ARACAVA, K.K.; KOSHIMA, C.C.; RODRIGUES, C.E.C.; GONÇALVES, C.B. Viscosities and densities of systems involved in the deterpenation of essential oils by Liquid-Liquid Extraction: New UNIFAC-VISCO parameters, J. Chem. Thermodynamics, v. 72, p.152-160, 2014.

FLORIDO, P.M.; LOBO, D.P.S.; PINTO, C.N.; RODRIGUES, C.E.C; GONÇALVES, C.B. Physical properties of systems of interest to the edible oil industry: Viscosities and densities of model systems formed by (triacylglycerol + fatty acid + solvent). J. Chem. Thermodynamics, v. 113, p. 198–212, 2017.

FREDENSLUND, A.; JONES, R.L.; PRAUSNITZ, J.M. Group contribution estimation of activity coefficients in nonideal liquid mixtures. AIChE Journal, v. 21, p. 1086 – 1099, 1975.

FREITAS, S.V.D.; OLIVEIRA, M.B.; QUEIMADA, A.J.; PRATAS, M.J.; LIMA, A.S.;COUTINHO, J.A.P. Measurement and prediction of biodiesel surface tensions. Energy and Fuels, v. 25, p.4811-4817, 2011a.

FREITAS, S. V. D.; PRATAS, M. J.; CERIANI, R.; LIMA, A. S.; COUTINHO, J. A. P. Evaluation of predictive models for the viscosity of biodiesel. Energy Fuels, v. 25, p. 352–358, 2011b.

GASTON-BONHOMME, Y.; PETRINO, P.; CHEVALIER, J. L. UNIFAC-VISCO group contribution method for predicting kinematic viscosity: extension and temperature dependence. Chem. Eng. Sci., v. 49, p. 1799−1806, 1994.

GIBON, V.; GREYT, W.D.; KELLENS, M. Palm oil refining. Eur. J. Lipid Sci. Technol., v. 109, p. 315–335, 2007.

GONÇALVES, C. B.; BATISTA, E.; MEIRELLES, A. J. A. Liquid-Liquid Equilibrium Data for the System Corn Oil + Oleic Acid + Ethanol + Water at 298.15 K. J. Chem. Eng. Data, v. 47, p. 416–420, 2002.

GONÇALVES, C. B.; MEIRELLES, A. J. A. Liquid–liquid equilibrium data for the system palm oil + fatty acids + ethanol + water at 318.2 K. Fluid Phase Equilibr., v. 221, p. 139–150, 2004.

GONÇALVES, C. B; CERIANI, R.; RABELO, J.; MAFFIA, M. C.; MEIRELLES, A. J. A. Viscosity of Fatty Mixtures: Experimental data and prediction. J. Chem. Eng. Data, v. 52, p. 2000-2006, 2007.

GONZÁLEZ, B., DOMINGUEZ, A; TOJO, J. Viscosities, densities and speeds of sound of the binary systems: 2-Propanol with octane, or decane, or dodecane at T = (293.15, 298.15, and 303.15) K. Journal of Chemical Thermodynamics, v. 35, p. 939–53, 2003.

GONZALEZ, B.; DOMINGUEZ, A.; TOJO, J. Dynamic viscosities of 2-pentanol with alkanes (octane, decane, and dodecane) at three temperatures T = (293.15, 298.15, and 303.15) K. new UNIFAC-VISCO interaction parameters. J. Chem. Eng. Data, v. 49, p. 1225-1230, 2004.

GONZALEZ, B.; DOMINGUEZ, A.; TOJO, J. Physical properties of the binary systems methylcyclopentane with ketones (acetone, butanone and 2-pentanone) at T = (293.15, 298.15, and 303.15) K. New UNIFAC-VISCO interaction parameters. J. Chem. Thermodyn., v. 38, p. 707-716, 2006a.

GONZALEZ, B.; DOMINGUEZ, A.; TOJO, J. Viscosities, densities, and speed of sound of the cycloalkanes with secondary alcohols at T = (293.15, 298.15, and 303.15) K: New UNIFAC-VISCO interaction parameters. J. Chem. Eng. Data, v. 51, p. 1076-1087, 2006b.

GONZALEZ, B.; CALVAR, N.; DOMINGUEZ, A.; TOJO, J. Dynamic viscosities of binary mixtures of cycloalkanes with primary alcohols at T = (293.15, 298.15, and 303.15) K: New UNIFAC-VISCO interaction parameters. J. Chem. Thermodyn., v. 39, p. 322-334, 2007.

GRANERO, M. M.; ROCHA, B. B.; CHAVES, M. A.; BRASIL, F. C. G. ARACAVA, K. K.; CERIANI, R.; GONÇALVES, C. B. Viscosities and Densities of Systems Containing Fatty Compounds and Alcoholic Solvents: Experimental Data, Correlation and Prediction. Can. J. Chem. Eng., v.92, p.1939-1950, 2014.

GUNSTONE, F.D. Oils and fats in the food industry. Food industry briefing series. Editora Wiley-Blackwell, 2008.

HABIBULLAH, M; RAHMAN, I.M.M.; UDDIN, M.A.; IWAKABE, K.; AZAM, A.; HASEGAWA, H. Densities and viscosities of the binary mixtures of phenylmethanol with 2 – butanone. v. 56, p. 3323–3327, 2011.

Halvorsen, J. D., Jr.; Clements, L. D. Density Estimation for Fatty Acids and Vegetable Oils Based on Their Fatty Acid Composition. J. Am. Oil Chem. Soc. 1993, 70, 875–880.

HIRATA, G.F.; ABREU, C.R.A.; BESSA, L.C.B.A.; FERREIRA, M.C.; BATISTA, E.A.C.; MEIRELLES, A.J.A. Liquid–liquid equilibrium of fatty systems: A new approach for adjusting UNIFAC interaction parameters. Fluid Phase Equilibria, v. 360, p. 379–391, 2013.

HUANG, Y.; WHITTAKER, A.D.; LACEY, R.E. Automation for food engineering: Food quality quantization and process control. CRC Press, 2001.

IHMELS, E. C.; GMEHLING, J. Extension and revision of the group contribution method GCVOL for the prediction of pure compound liquid densities. Ind. Eng. Chem. Res., v. 42, p. 408 – 412, 2003.

IVANIS, G.R.; RADOVIC, I.R., VELJKOVIC´, V.B.; KIJEVCANIN, M.Lj. Biodiesel density and derived thermodynamic properties at high pressures and moderate temperatures. Fuel, v.165, p.244–251, 2016.

KENDALL, J.; MOORE, K. P. The Viscosity of Liquids. II. The Viscosity Composition Curve for Ideal Liquid Mixtures. J. Am. Oil Chem. Soc. v. 39, p. 1787–1802, 1917.

KIJEVCANIN, M. L.; ZIVKOVIC, E. M.; DJORDJEVIC, B. D.; RADOVIC, I. R.; JOVANOVIC, J.; ŠERBANOVIC, S. P. Experimental determination and modeling of excess molar volumes, viscosities and refractive indices of the binary systems (pyridine + 1-propanol, +1,2-propanediol, +1,3-propanediol, and +glycerol). New UNIFAC-VISCO parameters determination. J. Chem. Thermodynamics, v. 56, p. 49–56, 2013.

KNOTHE, G.; STEIDLEY, K. R. Kinematic viscosity of biodiesel fuel components and related compounds. Fuel, v. 84, p. 1059-1065, 2005.

KNOTHE, G. Analyzing Biodiesel: Standards and Other Methods. JAOCS, v. 83, p.823-833,2006.

KNOTHE, G; GERPEN, J.V.; KRAHL, J.; RAMOS, L.P.. Manual do Biodiesel. Editora Blucher, 2006.

KNOTHE, G.; STEIDLEY, K.R. Kinematic viscosity of fatty acid methyl esters: Prediction, calculated viscosity contribution of esters with unavailable data, and carbon–oxygen equivalents. Fuel, v. 90, p.3217–3224, 2011.

KNOTHE, G. Avocado and olive oil methyl esters. Biomass and bioenergy, v. 58, p. 143-148, 2013.

KNOTHE, G. A comprehensive evaluation of the cetane numbers of fatty acid methyl esters. Fuel, v.119, p.6–13, 2014.

KNOTHE, G.; RAZON, L.F. Biodiesel fuels. *Progress in Energy and Combustion Science*, v. 58, p.36–59, 2017.

KOH, S P; TAN, C.P.; ARIFIN, N.; YUSSOF, M.S.A.; LONG, K.; LAI, O.M. Thermal and viscosity properties of medium- and long-chain triacylglycerol blends. Journal of food lipids, v. 16, p. 569–588, 2009.

KRIP, A. Equilíbrio de fases em sistemas compostos por triacilgliceróis/ ácidos graxos/ etanol hidratado. Dissertação de mestrado – Faculdade de Engenharia de Alimentos – FEA / Unicamp, 2002.

KRISNANGKURA, K.; YIMSUWAN, T.; PAIRINTRA, R. An Empirical Approach in Predicting Biodiesel Viscosity at Various Temperatures. Fuel, v. 85, p. 107-113, 2006.

LARSEN, B. L.; RASMUSSEN, P.; FREDENSLUND, A. A modified UNIFAC group-contribution model for prediction of phase equilibria and heats of mixing. Ind. Eng. Chem. Res., v. 26, p. 2274-2286, 1987.

LIEW, K. Y.; SENG, C. E.; OH, L. L. Viscosities and Densities of the Methyl Esters of some n-Alkanoic Acids. J. Am. Oil Chem. Soc., v. 69, p. 155-158, 1992.

LIEW, K. Y; SENG, C. E.; LAU, E. K. Viscosities of some Long Chain Fatty Acids and their Relationship with Chainlength. J. Am. Oil Chem. Soc., v. 68, p. 488-492, 1991.

MÄDER,A.; FLEISCHMANN,A.;FANG, Y.; RUCK,W.;KRAHL, J. Influences of the chemical structure of entrainers on the activity coefficients in presence of biodiesel. Journal of Physics: Conference Series 364, 012010, 2012.

MAGALHÃES, J.G. Estudo Experimental do Volume Molar em Excesso de Soluções Líquidas Binárias Contendo Clorofórmio e Aminas a Diferentes Temperaturas e à Pressão Atmosférica. 2007. 91 f. Dissertação (Mestrado) –Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, Campinas, 2007.

MAGNUSSEN, T.; FREDENSLUND, A.UNIFAC Introduction Parameter Table for Prediction of Liquid-Liquid Equilibria. Ind. Eng. Chem. Process Des. Dev., v. 20, p. 331 – 339, 1981.

MATOS, J.S.; TRENZADO, J.L; GONZÁLEZ, E.; ALCALDE, R. Volumetric properties and viscosities of the methyl butonoate + n-heptane + n-octane ternary system and its binary constituents in the temperature range from 283 . 15 to 313 . 15 K. Fluid Phase Equilibria, v.186, p. 207–34, 2001.

MATOS, J.S.; TRENZADO, J.L; GONZÁLEZ, E.; ALCALDE, R. Volumetric properties and viscosities of the ternary system methyl butonoate + n-heptane + 1-chlorooctane and its binary constituents in the temperature range from 283 . 15 to 313 . 15 K. Fluid Phase Equilibria, v. 202, p. 133–152, 2002.

McALLISTER, R. A. The viscosity of liquid mixtures. AIChE Journal, v.6, p. 427-431, 1960.

McClements, D.J.; Decker, E.A. Lipídeos. In: Damodaran, S.; Parkin, K.L.; Fennema, O.R. Química dos alimentos de Fennema. Editora Artmed, 4ª Edição, p. 131-178, 2010.

MJALLI, F.S.; VAKILI-NEZHAAD, G.; SHAHBAZ, K.; ALNASHEF, I.M. Application of the Eötvos and Guggenheim empirical rules for predicting the density and surface tension of ionic liquids analogues. Thermochimica Acta, v. 575, p.40– 44, 2014.

NOUREDDINI, H.; TEOH, B. C.; CLEMENTS, L. D. Viscosities of Vegetable Oils and Fatty Acids. J. Am. Oil Chem. Soc., v. 69, p. 1189-1191, 1992.

NUNES, S.P. Produção e consumo de óleos vegetais no Brasil. Departamento de estudos sócio-econômicos rurais (DESER), Boletim Eletrônico, Conjuntura Agrícola, nº159. Disponível em: http://www.deser.org.br/documentos/doc/Produ%C3%A7%C3%A3o%20e%20consumo%20de%20%C3%B3leos%20vegetais.pdf. 2007.

PALIT, S.R. Thermodynamic interpretation of the Eötvös constant. Nature, v. 177, p.1180, 1956.

POLING, B.E.; PRAUSNITZ, J.M.; O'CONNELL, J.P. **The properties of gases and liquids**. McGraw-Hill, 5ª Ed., 2004.

PRATAS, M. J.; FREITAS, S. V. D.; OLIVEIRA, M. B.; MONTEIRO, S. C.; LIMA, A. S.; COUTINHO, J. A. P. Densities and Viscosities of Fatty Acid Methyl and Ethyl Esters. J. Chem. Eng. Data, v.55, p. 3983–3990, 2010.

PRATAS, M. J.; FREITAS, S. V. D.; OLIVEIRA, M. B.; MONTEIRO, S. C.; LIMA, A. S.; COUTINHO, J. A. P. Biodiesel density: Experimental measurements and prediction models. Energy Fuels, v. 25, p. 2333–2340, 2011a.

PRATAS, M. J.; FREITAS, S. V. D.; OLIVEIRA, M. B.; MONTEIRO, S. C.; LIMA, A. S.; COUTINHO, J. A. P. Densities and viscosities of minority fatty acid methyl and ethyl esters present in biodiesel. J. Chem. Eng. Data, v. 56, p. 2175–2180, 2011b.

QURESHI, M.S.; VRBKA, P.; DOHNAL, V. Thermodynamic properties of five biofuel-relevant compounds at infinite dilution in water. Fuel, v. 191, p. 518–527, 2017.

RABELO, J.; BATISTA, E.; CAVALERI, F. W.; MEIRELLES, A. J. A. Viscosity prediction for fatty systems. J. Am. Oil Chem. Soc., v. 77, p. 1255-1261, 2000.

RACKETT, H.G. Equation of State for Saturated Liquids. J. Chem. Eng. Data, v. 15, p. 514-517, 1970.

RAFATI, A.A.; BAGHERI, A.; KHANCHI, A.R.; GHASEMIAN, E.; NAJAFI, M. Application of the UNIFAC model for prediction of surface tension and thickness of the surface layer in the binary mixtures. Journal of Colloid and Interface Science, v. 355, p. 252–258, 2011.

RAHMAN, M.S . Food Properties: An overview. In: Rahman, M.S. Food Properties Handbook. Editora CRC Press, 2ª Edição, p. 1-8, 2009.

REDLICH, O.; KISTER, A.T. Algebraic representation of thermodynamic properties and the classification of solutions. Ind. Eng. Chem., v. 40, p. 345 – 348, 1948.

RESA, J. M.; GONZALEZ, C.; FANEGA, M. A.; ORTIZ DE LANDALUCE, S.; LANZ, J. Enthalpies of mixing, heat capacities, and viscosities of alcohol (C1-C4) + olive oil mixtures at 298.15 K. J. Food Eng., v. 51, p. 113-118, 2002.

RIBEIRO, E.P.; SERAVALLI, E.A.G. Lipídeos. In: RIBEIRO, E.P.; SERAVALLI, E.A.G. Química dos alimentos. Editora Edgard Blucher LTDA, 1ª Edição, p.111-143, 2004.

RODRÍGUEZ, M.; GALÁN, M.; MUÑOZ, M.J.; MARTÍN, R. Viscosity of Triglycerides + Alcohols from 278 to 313 K. J. Chem. Eng. Data, v. 39, p. 102-105, 1994.

RODRIGUEZ, A.; CANOSA, J.; DOMINGUEZ, A.; TOJO, J. Viscosities of dimethyl carbonate or diethyl carbonate with alkanes at four temperatures. New UNIFAC-VISCO parameters. J. Chem. Eng. Data, v. 48, p. 146-151, 2003.

RODRIGUEZ, A.; CANOSA, J.; DOMINGUEZ, A.; TOJO, J. Viscosities of dimethyl carbonate with alcohols at several temperatures UNIFAC-VISCO interaction parameters (-OCOO-/alcohol). Fluid Phase Equilib., v. 216, p. 167-174, 2004.

SANAIOTTI G.; SILVA, C. A. S.; PARREIRA, A. G.; TÓTOLA, M. R.; MEIRELLES, A. J. A.; BATISTA, E. A. C. Densities, Viscosities, Interfacial Tensions,

and Liquid-Liquid Equilibrium Data for Systems Composed of Soybean Oil + Commercial Linoleic Acid + Ethanol + Water at 298.2 K. J. Chem. Eng. Data, v. 55, p. 5237–5245, 2010.

SANDLER, S.I. Chemical, biochemical, and engineering thermodynamics. Editora Wiley, 4ª Ed., 2006.

SANTOS, J. C. O.; SANTOS, I. M. G.; SOUZA, A. G. Effect of heating and cooling on rheological parameters of edible vegetable oils. J. Food Eng., v. 67, p. 401-405, 2005.

SHU, , Q.; Wang, J.; Peng, B.; Wang, D.; Wang, G. Predicting the surface tension of biodiesel fuels by a mixture topological index method, at 313 K. Fuel, v. 87, p. 3586–3590, 2008.

SOLOMONS T.W.G.; Fryhle, C.B. Lipídios. In: Solomons T.W.G.; Fryhle, C.B. Química orgânica 2. Editora LTC, 10ª Edição, p. 473-506, 2012.

SUAREZ, J.T.; TORRES-MARCHAL, C.; RASMUSSEN, P. Prediction of surface tensions of nonelectrolyte solutions. Chemical Engineering Science, v. 44, p. 782-786, 1989.

USDA. Oil Crops Outlook, de 12 de maio de 2017. Economic Research Service, United States Department of Agriculture. Disponível em: https://www.ers.usda.gov/webdocs/publications/83478/ocs-17e.pdf?v=42867. 2017.

VAISALI, C.; CHARANYAA, S.; BELUR, P.D.; REGUPATHI, I. Refining of edible oils: a critical appraisal of current and potential technologies. International Journal of Food Science and Technology, v. 50, p. 13–23, 2015.

VALERI, D.; MEIRELLES, A. J. A. Viscosities of Fatty Acids, Triglycerides, and Their Binary Mixtures. J. Am. Oil Chem. Soc., v. 74, p. 1221-1226, 1997.

VASQUES, E.C. Adsorção de glicerol, mono- e diglicerídeos presentes no biodiesel produzido a partir de óleo de soja. 2010. 86 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

VENY, H.; BAROUTIAN, S.; AROUA, M.; HASAN, M.; RAMAN, A.; SULAIMAN, N. Density of Jatropha curcas seed oil and its methyl esters: Measurement and estimations. Int. J. Thermophys., v. 30, p. 529 – 541, 2009.

YANG, C. S.; LAI, H. X.; LIU, Z. G.; MA, P. S. Density and viscosity of binary mixtures of diethyl carbonate with alcohols at (293.15 to 363.15) K and predictive results by UNIFAC-VISCO group contribution method. J. Chem. Eng. Data, v. 51, p. 1345-1351, 2006.

ZIVKOVIC E. M.; KIJEVCANIN M. LJ.; RADOVIC I. R.; SERBANOVIC S. P.; DJORDJEVIC B. D. Viscosity of the binary systems 2-methyl-2-propanol with n-alkanes at T = (303.15, 308.15, 313.15, 318.15 and 323.15) K: Prediction and correlation – New UNIFAC–VISCO interaction parameters. Fluid Phase Equilib., v. 299, p. 191-197, 2010.

ZIVKOVIC, E. M.; BAJIC, D.M.; RADOVIC, I. R.; SERBANOVIC, S. P.; KIJEVCANIN, M. LJ. Volumetric and viscometric behavior of the binary systems ethyl lactate + 1,2-propanediol, +1,3-propanediol, + tetrahydrofuran and + tetraethylene glycol dimethyl ether. New UNIFAC–VISCO and ASOG–VISCO parameters determination. Fluid Phase Equilibria, v. 373, p.1–19, 2014.

Apêndices

APÊNDICE A – Dados de densidade e viscosidade de sistemas formados por triacilglicerol + ácido graxo + solventes.

A1 – Densidade e viscosidade dos sistemas (triacilglicerol + ácido graxo + hexano).

TRICAPRILINA + PALMITICO + HEXANO					
w_{TAG} (g)	w_{AG} (g)	$w_{solvente}$ (g)	Temperatura (°C)	Densidade (g/cm³)	Viscosidade Dinâmica (mPa.s)
1,2513	0,4121	2,0084	60,01	0,7367	0,6773
1,2513	0,4121	2,0084	55,00	0,7410	0,7157
1,2513	0,4121	2,0084	50,00	0,7453	0,7659
1,2513	0,4121	2,0084	45,00	0,7496	0,8176
1,2513	0,4121	2,0084	40,00	0,7538	0,8756
1,2513	0,4121	2,0084	35,00	0,7581	0,9426
0,7979	0,2628	2,1487	60,01	0,7280	0,6368
0,7979	0,2628	2,1487	55,00	0,7323	0,6866
0,7979	0,2628	2,1487	50,00	0,7367	0,7321
0,7979	0,2628	2,1487	45,00	0,7410	0,7744
0,7979	0,2628	2,1487	40,00	0,7452	0,8254
0,7979	0,2628	2,1487	35,00	0,7495	0,8776
TRIMIRISTINA + OLEICO + HEXANO					
0,6903	0,4298	2,0922	60,00	0,7038	1,0286
0,6903	0,4298	2,0922	55,00	0,7081	1,0389
0,6903	0,4298	2,0922	50,00	0,7124	1,1119
0,6903	0,4298	2,0922	45,00	0,7166	1,1915
0,1726	0,1075	6,1702	60,00	0,6432	0,3363
0,1726	0,1075	6,1702	55,00	0,6478	0,3426
0,1726	0,1075	6,1702	49,99	0,6525	0,3558
0,1726	0,1075	6,1702	44,99	0,6571	0,3702

TRICAPRINA + LAURICO + HEXANO					
w_{TAG} (g)	w_{AG} (g)	$w_{solvente}$ (g)	Temperatura (°C)	Densidade (g/cm³)	Viscosidade Dinâmica (mPa.s)
1,4972	0,4231	2,0046	60,00	0,7426	0,8655
1,4972	0,4231	2,0046	50,00	0,7499	0,9950
1,4972	0,4231	2,0046	40,00	0,7583	1,1495
1,4972	0,4231	2,0046	29,99	0,7667	1,3450
1,4972	0,4231	2,0046	20,00	0,7750	1,5937
0,9422	0,2663	2,5628	60,00	0,7190	0,6577
0,9422	0,2663	2,5628	50,00	0,7277	0,7511
0,9422	0,2663	2,5628	39,99	0,7363	0,8530
0,9422	0,2663	2,5628	29,99	0,7448	0,9775
0,9422	0,2663	2,5628	20,00	0,7533	1,1361
0,6572	0,1857	5,4804	60,00	0,6803	0,4151
0,6572	0,1857	5,4804	50,00	0,6894	0,4600
0,6572	0,1857	5,4804	39,98	0,6983	0,5047
0,6572	0,1857	5,4804	29,98	0,7071	0,5592
0,6572	0,1857	5,4804	19,98	0,7158	0,6272
0,4538	0,1282	7,0339	50,01	0,6682	0,3769
0,4538	0,1282	7,0339	40,00	0,6773	0,4058
0,4538	0,1282	7,0339	30,00	0,6863	0,4407
0,4538	0,1282	7,0339	19,96	0,6951	0,4833
TRILINOLENINA + BEHENICO + HEXANO					
1,4950	0,3715	10,1870	60,00	0,6661	0,3984

TRILAURINA + CAPRICO + HEXANO					
w_{TAG} (g)	w_{AG} (g)	$w_{solvente}$ (g)	Temperatura (°C)	Densidade (g/cm³)	Viscosidade Dinâmica (mPa.s)
0,6978	0,4148	3,0023	60,00	0,6800	0,4390
0,6978	0,4148	3,0023	50,00	0,6890	0,4790
0,6978	0,4148	3,0023	40,00	0,6979	0,5255
0,6978	0,4148	3,0023	29,99	0,7067	0,5821
0,6978	0,4148	3,0023	20,00	0,7153	0,6508
0,4859	0,2888	4,1721	60,00	0,6665	0,3821
0,4859	0,2888	4,1721	50,00	0,6756	0,4119
0,4859	0,2888	4,1721	40,00	0,6846	0,4462
0,4859	0,2888	4,1721	29,99	0,6935	0,4874
0,4859	0,2888	4,1721	20,00	0,7022	0,5374
0,3854	0,2291	5,7544	60,00	0,6540	0,3436
0,3854	0,2291	5,7544	50,00	0,6633	0,3649
0,3854	0,2291	5,7544	40,00	0,6724	0,3912
0,3854	0,2291	5,7544	29,99	0,6814	0,4226
0,3854	0,2291	5,7544	20,00	0,6902	0,4606
TRILINOLEINA + ESTEARICO + HEXANO					
1,4964	0,3636	2,9920	60,00	0,7157	2,4402
1,4964	0,3636	2,9920	55,00	0,7199	2,6892
1,4964	0,3636	2,9920	50,00	0,7241	2,9317
1,4964	0,3636	2,9920	45,00	0,7283	3,2155
0,3813	0,0938	3,3353	60,00	0,6763	0,4794

0,1726	0,1075	6,1702	40,00	0,6617	0,3828	1,4950	0,3715	10,1870	55,00	0,6707	0,4138	0,3813	0,0938	3,3353	55,00	0,6781	0,5203
						1,4950	0,3715	10,1870	50,00	0,6752	0,4302	0,3813	0,0938	3,3353	50,00	0,6826	0,5570
												0,3813	0,0938	3,3353	45,00	0,6869	0,5895

A2 – Densidade e viscosidade dos sistemas (triacilglicerol + ácido graxo + n-hexanol).

TRICAPRILINA + PALMITICO + HEXANOL						TRICAPRINA + LAURICO + HEXANOL						TRILAURINA + CAPRICO + HEXANOL					
w_{TAG} (g)	w_{AG} (g)	$w_{solvente}$ (g)	Temperatura (°C)	Densidade (g/cm³)	Viscosidade Dinâmica (mPa.s)	w_{TAG} (g)	w_{AG} (g)	$w_{solvente}$ (g)	Temperatura (°C)	Densidade (g/cm³)	Viscosidade Dinâmica (mPa.s)	w_{TAG} (g)	w_{AG} (g)	$w_{solvente}$ (g)	Temperatura (°C)	Densidade (g/cm³)	Viscosidade Dinâmica (mPa.s)
1,5296	0,4069	1,0484	70,00	0,8530	2,7642	1,5078	0,3944	0,9956	70,00	0,8487	2,9234	1,5024	0,3980	1,0301	70,01	0,8435	3,3741
1,5296	0,4069	1,0484	65,00	0,8570	3,0425	1,5078	0,3944	0,9956	59,99	0,8563	3,6137	1,5024	0,3980	1,0301	65,00	0,8472	3,7681
1,5296	0,4069	1,0484	60,00	0,8609	3,3851	1,5078	0,3944	0,9956	49,99	0,8638	4,6286	1,5024	0,3980	1,0301	60,00	0,8510	4,2162
1,5296	0,4069	1,0484	55,00	0,8648	3,7998	1,5078	0,3944	0,9956	39,98	0,8713	6,1162	1,5024	0,3980	1,0301	55,00	0,8547	4,7583
1,5296	0,4069	1,0484	49,99	0,8686	4,3056	1,5078	0,3944	0,9956	29,98	0,8787	8,3388	1,5024	0,3980	1,0301	50,00	0,8584	5,4470
1,1499	0,3059	2,4191	70,00	0,8224	1,8309	1,2737	0,3332	2,4212	70,01	0,8196	1,9068	1,1739	0,3110	2,7296	70,00	0,8113	2,8381
1,1499	0,3059	2,4191	60,00	0,8303	2,2810	1,2737	0,3332	2,4212	60,00	0,8273	2,3666	1,1739	0,3110	2,7296	65,00	0,8146	3,1592
1,1499	0,3059	2,4191	50,00	0,8380	2,9040	1,2737	0,3332	2,4212	50,00	0,8349	2,9961	1,1739	0,3110	2,7296	60,00	0,8184	3,5244
1,1499	0,3059	2,4191	40,00	0,8456	3,7760	1,2737	0,3332	2,4212	40,00	0,8425	3,8835	1,1739	0,3110	2,7296	55,00	0,8224	2,7857
1,1499	0,3059	2,4191	29,97	0,8532	5,0957	1,2737	0,3332	2,4212	30,00	0,8499	5,1757	1,1739	0,3110	2,7296	50,00	0,8264	3,1527
0,8473	0,2254	3,3893	70,00	0,8068	1,5900	0,9906	0,2509	5,9774	70,00	0,7969	1,5501	0,7590	0,2022	3,0965	70,00	0,8020	2,4893
0,8473	0,2254	3,3893	60,00	0,8147	1,9660	0,9906	0,2509	5,9774	60,00	0,8047	1,9225	0,7590	0,2022	3,0965	65,00	0,8059	2,7732
0,8473	0,2254	3,3893	50,00	0,8224	2,4753	0,9906	0,2509	5,9774	50,00	0,8123	2,4253	0,7590	0,2022	3,0965	60,00	0,8097	3,2768
0,8473	0,2254	3,3893	40,00	0,8300	3,1929	0,9906	0,2509	5,9774	40,00	0,8198	3,1276	0,7590	0,2022	3,0965	55,00	0,8136	3,4816
0,8473	0,2254	3,3893	30,00	0,8374	4,2346	0,9906	0,2509	5,9774	30,00	0,8272	4,1262	0,7590	0,2022	3,0965	50,00	0,8171	3,9325
0,8473	0,2254	3,3893	20,00	0,8448	5,7847	0,9906	0,2509	5,9774	20,00	0,8345	5,6104						
0,2216	0,0589	0,9860	70,00	0,8084	1,6629	0,8377	0,2120	7,3406	70,00	0,7933	1,4852	0,6352	0,1698	4,2676	70,00	0,7961	2,3262
0,2216	0,0589	0,9860	60,00	0,8163	2,0270	0,8377	0,2120	7,3406	60,00	0,8011	1,8460	0,6352	0,1698	4,2676	65,00	0,7999	2,5944
0,2216	0,0589	0,9860	50,00	0,8240	2,5939	0,8377	0,2120	7,3406	50,00	0,8087	2,3356	0,6352	0,1698	4,2676	60,00	0,8038	2,8875
0,2216	0,0589	0,9860	40,00	0,8316	3,3496	0,8377	0,2120	7,3406	40,00	0,8163	3,0215	0,6352	0,1698	4,2676	55,00	0,8076	3,2388
0,2216	0,0589	0,9860	30,00	0,8391	4,4472	0,8377	0,2120	7,3406	30,00	0,8236	3,9962	0,6352	0,1698	4,2676	50,00	0,8112	3,6537
0,2216	0,0589	0,9860	20,00	0,8465	6,0869	0,8377	0,2120	7,3406	20,00	0,8305	5,4432						
0,1174	0,0312	1,6574	70,00	0,7895	1,4296	0,7519	0,1903	8,2017	70,00	0,7924	1,4636	0,5463	0,1467	7,2714	70,00	0,7902	2,1914

0,1174	0,0312	1,6574	60,00	0,7973	1,7775	0,7519	0,1903	8,2017	60,00	0,8002	1,8184	0,5463	0,1467	7,2714	65,00	0,7942	2,4536
0,1174	0,0312	1,6574	50,00	0,8049	2,2575	0,7519	0,1903	8,2017	50,00	0,8079	2,2987	0,5463	0,1467	7,2714	60,00	0,7981	2,7341
0,1174	0,0312	1,6574	40,00	0,8124	2,9151	0,7519	0,1903	8,2017	40,00	0,8155	2,9725	0,5463	0,1467	7,2714	55,00	0,8019	3,0742
0,1174	0,0312	1,6574	30,00	0,8197	3,8633	0,7519	0,1903	8,2017	30,00	0,8229	3,9354	0,5463	0,1467	7,2714	50,00	0,8057	3,4596
0,1174	0,0312	1,6574	20,00	0,8270	5,2383	0,7519	0,1903	8,2017	20,00	0,8302	5,3551						

TRILINOLENINA + BEHENICO + HEXANOL						TRIMIRISTINA + OLEICO + HEXANOL						TRIPALMITINA + CAPRILICO + HEXANOL					
w_{TAG} (g)	w_{AG} (g)	$w_{solvente}$ (g)	Temperatura (°C)	Densidade (g/cm³)	Viscosidade Dinâmica (mPa.s)	w_{TAG} (g)	w_{AG} (g)	$w_{solvente}$ (g)	Temperatura (°C)	Densidade (g/cm³)	Viscosidade Dinâmica (mPa.s)	w_{TAG} (g)	w_{AG} (g)	$w_{solvente}$ (g)	Temperatura (°C)	Densidade (g/cm³)	Viscosidade Dinâmica (mPa.s)
1,4921	0,4138	9,9346	70,00	0,7949	1,6740	1,5001	0,4008	6,0570	70,00	0,8028	2,8899	1,4908	0,3980	5,9065	70,00	0,8008	1,8907
1,4921	0,4138	9,9346	65,00	0,7989	1,8607	1,5001	0,4008	6,0570	65,00	0,8067	3,1987	1,4908	0,3980	5,9065	65,00	0,8036	2,1008
1,4921	0,4138	9,9346	60,00	0,8028	2,0772	1,5001	0,4008	6,0570	60,00	0,8105	3,5991	1,4908	0,3980	5,9065	60,00	0,8074	2,3594
1,4921	0,4138	9,9346	55,00	0,8066	2,3293	1,3094	0,3498	8,8438	70,00	0,7942	2,5186	1,0979	0,2931	7,3276	70,00	0,7885	1,5904
1,4921	0,4138	9,9346	50,00	0,8103	2,6191	1,3094	0,3498	8,8438	65,00	0,7981	2,8076	1,0979	0,2931	7,3276	65,00	0,7926	1,7668
1,1807	0,3274	15,7643	70,00	0,7901	1,5402	1,3094	0,3498	8,8438	60,00	0,8019	3,1432	1,0979	0,2931	7,3276	60,00	0,7959	1,9802
1,1807	0,3274	15,7643	65,00	0,7940	1,7202	1,2166	0,3250	17,2625	70,00	0,7888	2,2192	0,6288	0,1679	8,4445	70,00	0,7888	1,5336
1,1807	0,3274	15,7643	60,00	0,7978	1,9186	1,2166	0,3250	17,2625	65,00	0,7927	2,4800	0,6288	0,1679	8,4445	65,00	0,7928	1,7076
1,1807	0,3274	15,7643	55,00	0,8016	2,1528	1,2166	0,3250	17,2625	60,00	0,7966	2,7818	0,6288	0,1679	8,4445	60,00	0,7965	1,9085
1,1807	0,3274	15,7643	50,00	0,8054	2,4304												
1,1807	0,3274	15,7643	45,00	0,8091	2,7537												
1,1807	0,3274	15,7643	40,00	0,8128	3,1509												

A2 (continuação) – Densidade e viscosidade dos sistemas (triacilglicerol + ácido graxo + n-hexanol).

TRIOLEINA + MIRISTICO + HEXANOL						TRILINOLEINA + ESTEARICO + HEXANOL					
w_{TAG} (g)	w_{AG} (g)	$w_{solvente}$ (g)	Temperatura (°C)	Densidade (g/cm³)	Viscosidade Dinâmica (mPa.s)	w_{TAG} (g)	w_{AG} (g)	$w_{solvente}$ (g)	Temperatura (°C)	Densidade (g/cm³)	Viscosidade Dinâmica (mPa.s)
1,5021	0,4020	1,0280	69,99	0,8398	4,3768	1,5172	0,4284	3,0461	70,00	0,8176	2,4941
1,5021	0,4020	1,0280	65,00	0,8416	4,9160	1,5172	0,4284	3,0461	65,00	0,8214	2,7646
1,5021	0,4020	1,0280	59,99	0,8452	5,5469	1,5172	0,4284	3,0461	59,99	0,8252	3,1010
1,5021	0,4020	1,0280	55,00	0,8488	6,2906	1,5172	0,4284	3,0461	54,99	0,8289	3,4760
1,5021	0,4020	1,0280	49,99	0,8524	7,2166	1,5172	0,4284	3,0461	50,00	0,8326	3,9267
1,5021	0,4020	1,0280	39,98	0,8595	9,6363	1,5172	0,4284	3,0461	44,99	0,8362	4,4697
1,0160	0,2719	2,0467	70,00	0,8139	2,5394	0,9798	0,2766	3,9799	70,00	0,8032	1,9491
1,0160	0,2719	2,0467	60,00	0,8215	3,1673	0,9798	0,2766	3,9799	65,00	0,8073	2,1716
1,0160	0,2719	2,0467	50,00	0,8289	4,0655	0,9798	0,2766	3,9799	60,00	0,8112	2,4304
1,0160	0,2719	2,0467	40,00	0,8361	5,3432	0,9798	0,2766	3,9799	55,00	0,8149	2,7314
1,0160	0,2719	2,0467	30,00	0,8433	7,2607	0,9798	0,2766	3,9799	50,00	0,8187	3,0836
0,6072	0,1625	2,4275	70,00	0,8020	1,9477	0,9798	0,2766	3,9799	45,00	0,8224	3,5069
0,6072	0,1625	2,4275	60,00	0,8097	2,4205	0,9798	0,2766	3,9799	40,00	0,8261	4,0022
0,6072	0,1625	2,4275	50,00	0,8172	3,0799	0,8702	0,2457	5,7901	70,00	0,7963	1,6915
0,6072	0,1625	2,4275	39,96	0,8246	4,1298	0,8702	0,2457	5,7901	65,00	0,8002	1,8822
0,6072	0,1625	2,4275	29,97	0,8319	5,5449	0,8702	0,2457	5,7901	60,00	0,8078	2,1005
0,3806	0,1019	2,5427	70,00	0,7955	1,7348	0,8702	0,2457	5,7901	55,00	0,8078	2,3562
0,3806	0,1019	2,5427	60,00	0,8033	2,1648	0,8702	0,2457	5,7901	50,00	0,8115	2,6521
0,3806	0,1019	2,5427	50,00	0,8108	2,7452	0,8702	0,2457	5,7901	45,00	0,8153	3,0103
0,3806	0,1019	2,5427	40,00	0,8183	3,5579	0,8702	0,2457	5,7901	40,00	0,8189	3,5495
0,3806	0,1019	2,5427	30,00	0,8256	4,7232	0,6445	0,1820	8,7182	70,01	0,7894	1,5401
0,3059	0,0819	4,2188	70,00	0,7893	1,5502	0,6445	0,1820	8,7182	60,00	0,7972	1,9204
0,3059	0,0819	4,2188	60,00	0,7970	1,9354	0,6445	0,1820	8,7182	50,00	0,8048	2,4370
0,3059	0,0819	4,2188	50,00	0,8046	2,4583	0,6445	0,1820	8,7182	40,00	0,8122	3,1572
0,3059	0,0819	4,2188	40,00	0,8120	3,1947	0,6445	0,1820	8,7182	30,00	0,8195	4,1816
0,3059	0,0819	4,2188	30,00	0,8193	4,2392						

A3 – Densidade e viscosidade dos sistemas (triacilglicerol + ácido graxo + 1-pentanol).

TRICAPRILINA + PALMITICO + PENTANOL						TRICAPRINA + LAURICO + PENTANOL					
w_{TAG} (g)	w_{AG} (g)	$w_{solvente}$ (g)	Temperatura (°C)	Densidade (g/cm³)	Viscosidade Dinâmica (mPa.s)	w_{TAG} (g)	w_{AG} (g)	$w_{solvente}$ (g)	Temperatura (°C)	Densidade (g/cm³)	Viscosidade Dinâmica (mPa.s)
0,7023	0,4931	2,0169	70,00	0,8135	1,7081	0,7074	0,4960	2,0045	70,00	0,8126	1,7208
0,7023	0,4931	2,0169	65,00	0,8175	1,8927	0,7074	0,4960	2,0045	60,00	0,8205	2,1218
0,7023	0,4931	2,0169	60,00	0,8214	2,1057	0,7074	0,4960	2,0045	50,00	0,8283	2,6663
0,7023	0,4931	2,0169	55,00	0,8253	2,3529	0,7074	0,4960	2,0045	40,00	0,8359	3,4609
0,7023	0,4931	2,0169	50,00	0,8291	2,6416	0,7074	0,4960	2,0045	30,00	0,8435	4,5940
0,7023	0,4931	2,0169	45,00	0,8329	2,9812	0,5318	0,3729	2,3676	70,00	0,8039	1,5227
0,4707	0,3305	2,0371	70,00	0,8082	1,5678	0,5318	0,3729	2,3676	60,00	0,8118	1,8769
0,4707	0,3305	2,0371	65,00	0,8122	1,7374	0,5318	0,3729	2,3676	50,00	0,8196	2,3558
0,4707	0,3305	2,0371	60,00	0,8162	1,9311	0,5318	0,3729	2,3676	40,00	0,8273	3,0147
0,4707	0,3305	2,0371	55,00	0,8200	2,1548	0,5318	0,3729	2,3676	30,00	0,8349	3,9451
0,4707	0,3305	2,0371	50,00	0,8235	2,4172	0,4488	0,3147	3,8621	70,00	0,7933	1,3612
0,4707	0,3305	2,0371	45,00	0,8274	2,7265	0,4488	0,3147	3,8621	60,00	0,8013	1,6772
0,3270	0,2296	2,8381	70,00	0,7964	1,3656	0,4488	0,3147	3,8621	50,00	0,8091	2,0885
0,3270	0,2296	2,8381	65,00	0,8004	1,5211	0,4488	0,3147	3,8621	40,00	0,8168	2,6578
0,3270	0,2296	2,8381	60,00	0,8044	1,6961	0,4488	0,3147	3,8621	30,00	0,8243	3,4470
0,3270	0,2296	2,8381	55,00	0,8083	1,8960	0,3705	0,2598	4,9973	70,00	0,7882	1,2693
0,3270	0,2296	2,8381	50,00	0,8122	2,1262	0,3705	0,2598	4,9973	60,00	0,7963	1,5660
0,3270	0,2296	2,8381	45,00	0,8162	2,4008	0,3705	0,2598	4,9973	50,00	0,8041	1,9652
0,1351	0,0949	1,9136	70,00	0,7930	1,3151	0,3705	0,2598	4,9973	40,00	0,8118	2,5125
0,1351	0,0949	1,9136	65,00	0,7970	1,4503	0,3705	0,2598	4,9973	30,00	0,8193	3,2730
0,1351	0,0949	1,9136	60,00	0,8010	1,6138	0,3705	0,2598	4,9973	20,00	0,8268	4,3734
0,1351	0,0949	1,9136	55,00	0,8050	1,8025	0,3078	0,2158	8,5343	70,00	0,7828	1,1936
0,1351	0,0949	1,9136	50,00	0,8089	2,0230	0,3078	0,2158	8,5343	60,00	0,7909	1,4724
0,1351	0,0949	1,9136	45,00	0,8128	2,2755	0,3078	0,2158	8,5343	50,00	0,7987	1,8444
0,0966	0,0679	2,7684	70,00	0,7856	1,2129	0,3078	0,2158	8,5343	40,00	0,8064	2,3515
0,0966	0,0679	2,7684	65,00	0,7897	1,3448	0,3078	0,2158	8,5343	30,00	0,8139	3,0146
0,0966	0,0679	2,7684	60,00	0,7937	1,4971	0,3078	0,2158	8,5343	20,00	0,8213	4,0542
0,0966	0,0679	2,7684	55,00	0,7977	1,6732						
0,0966	0,0679	2,7684	50,00	0,8016	1,8786						
0,0966	0,0679	2,7684	45,00	0,8054	2,1153						

A3 (continuação)– Densidade e viscosidade dos sistemas (triacilglicerol + ácido graxo + 1-pentanol).

TRILAURINA + CAPRICO + PENTANOL					
w_{TAG} (g)	w_{AG} (g)	$w_{solvente}$ (g)	Temperatura (°C)	Densidade (g/cm³)	Viscosidade Dinâmica (mPa.s)
1,1017	0,3898	1,0104	70,00	0,8364	2,6956
1,1017	0,3898	1,0104	65,00	0,8403	3,0039
1,1017	0,3898	1,0104	60,00	0,8441	3,3766
1,1017	0,3898	1,0104	55,00	0,8480	4,2167
1,1017	0,3898	1,0104	50,00	0,8518	4,7666
1,1017	0,3898	1,0104	45,00	0,8556	5,4513
0,6145	0,2174	2,9599	70,00	0,7918	1,3436
0,6145	0,2174	2,9599	65,00	0,7958	1,4887
0,6145	0,2174	2,9599	60,00	0,7998	1,6561
0,6145	0,2174	2,9599	55,00	0,8037	1,8503
0,6145	0,2174	2,9599	50,00	0,8076	2,0788
0,6145	0,2174	2,9599	45,00	0,8115	2,3448
0,5080	0,1797	4,5827	70,00	0,7864	1,2504
0,5080	0,1797	4,5827	65,00	0,7904	1,3861
0,5080	0,1797	4,5827	60,00	0,7944	1,5438
0,5080	0,1797	4,5827	55,00	0,7984	1,7277
0,5080	0,1797	4,5827	50,00	0,8023	1,9415
0,5080	0,1797	4,5827	45,00	0,8061	2,1920
0,5080	0,1797	4,5827	40,00	0,8099	2,4873

A4 - Densidade e viscosidade dos sistemas (triacilglicerol + ácido graxo + 1-butanol).

TRILAURINA + CAPRICO + 1-BUTANOL						TRIMIRISTINA + OLEICO + 1-BUTANOL					
w_{TAG} (g)	w_{AG} (g)	$w_{solvente}$ (g)	Temperatura (°C)	Densidade (g/cm³)	Viscosidade Dinâmica (mPa.s)	w_{TAG} (g)	w_{AG} (g)	$w_{solvente}$ (g)	Temperatura (°C)	Densidade (g/cm³)	Viscosidade Dinâmica (mPa.s)
0,2089	0,1583	6,0000	70,00	0,7720	0,9184	0,7150	0,4045	2,0026	70,01	0,7887	1,2698
0,2089	0,1583	6,0000	65,00	0,7762	1,0131	0,7150	0,4045	2,0026	65,00	0,7929	1,4077
0,2089	0,1583	6,0000	60,00	0,7804	1,1200	0,7150	0,4045	2,0026	60,00	0,7969	1,5614
0,2089	0,1583	6,0000	55,00	0,7846	1,2442	0,7150	0,4045	2,0026	55,00	0,8009	1,7360
0,2089	0,1583	6,0000	50,00	0,7886	1,3864	0,7150	0,4045	2,0026	50,00	0,8049	1,9372
0,2089	0,1583	6,0000	45,00	0,7926	1,5525	0,7150	0,4045	2,0026	45,00	0,8089	2,1754
0,2089	0,1583	6,0000	40,00	0,7966	1,7450						
0,1221	0,0925	6,5315	70,00	0,7722	0,9075						
0,1221	0,0925	6,5315	65,00	0,7765	1,0002						
0,1221	0,0925	6,5315	60,00	0,7807	1,1061						
0,1221	0,0925	6,5315	55,00	0,7848	1,2277						
0,1221	0,0925	6,5315	50,00	0,7889	1,3678						
0,1221	0,0925	6,5315	45,00	0,7929	1,5292						
0,1221	0,0925	6,5315	40,00	0,7969	1,7157						

A4 (continuação)– Densidade e viscosidade dos sistemas (triacilglicerol + ácido graxo + 1-butanol).

TRICAPRILINA + PALMITICO + 1-BUTANOL						TRICAPRINA + LAURICO + 1-BUTANOL						TRIOLEINA + MIRISTICO + 1-BUTANOL					
w_{TAG} (g)	w_{AG} (g)	$w_{solvente}$ (g)	Temperatura (°C)	Densidade (g/cm³)	Viscosidade Dinâmica (mPa.s)	w_{TAG} (g)	w_{AG} (g)	$w_{solvente}$ (g)	Temperatura (°C)	Densidade (g/cm³)	Viscosidade Dinâmica (mPa.s)	w_{TAG} (g)	w_{AG} (g)	$w_{solvente}$ (g)	Temperatura (°C)	Densidade (g/cm³)	Viscosidade Dinâmica (mPa.s)
0,7103	0,4035	2,0604	70,00	0,8076	1,3881	0,6932	0,3985	2,0018	70,00	0,8065	1,4302	0,7081	0,4157	2,0042	70,00	0,8026	1,7602
0,7103	0,4035	2,0604	65,00	0,8118	1,5293	0,6932	0,3985	2,0018	60,00	0,8147	1,7459	0,7081	0,4157	2,0042	60,00	0,8106	2,1671
0,7103	0,4035	2,0604	60,00	0,8159	1,6893	0,6932	0,3985	2,0018	50,00	0,8228	2,1644	0,7081	0,4157	2,0042	50,00	0,8185	2,7101
0,7103	0,4035	2,0604	55,00	0,8199	1,8817	0,6932	0,3985	2,0018	40,00	0,8307	2,7344	0,7081	0,4157	2,0042	40,00	0,8262	3,4607
0,7103	0,4035	2,0604	50,00	0,8240	2,1025	0,6932	0,3985	2,0018	30,00	0,8384	3,4816	0,7081	0,4157	2,0042	29,96	0,8339	4,5456
0,7103	0,4035	2,0604	45,00	0,8279	2,3526	0,6932	0,3985	2,0018	20,00	0,8461	4,6386	0,4866	0,2857	2,2863	70,00	0,7959	1,4602
0,5875	0,3338	2,7513	70,01	0,7979	1,2271	0,4778	0,2747	2,2382	70,01	0,7971	1,2278	0,4866	0,2857	2,2863	60,00	0,8041	1,7879
0,5875	0,3338	2,7513	65,00	0,8021	1,3538	0,4778	0,2747	2,2382	60,00	0,8055	1,4974	0,4866	0,2857	2,2863	50,00	0,8122	2,2230
0,5875	0,3338	2,7513	60,00	0,8063	1,5277	0,4778	0,2747	2,2382	50,00	0,8136	1,8565	0,4866	0,2857	2,2863	40,00	0,8200	2,8128
0,5875	0,3338	2,7513	55,00	0,8104	1,6604	0,4778	0,2747	2,2382	40,00	0,8216	2,3376	0,4866	0,2857	2,2863	30,00	0,8277	3,6314
0,5875	0,3338	2,7513	50,00	0,8144	1,8504	0,4778	0,2747	2,2382	29,99	0,8294	2,9959	0,3846	0,2258	2,8900	70,00	0,7892	1,2717
0,5875	0,3338	2,7513	45,00	0,8184	2,0712	0,4778	0,2747	2,2382	20,00	0,8371	3,9375	0,3846	0,2258	2,8900	60,00	0,7975	1,5575
0,5064	0,2877	3,9165	70,00	0,7900	1,1121	0,4105	0,2360	3,0977	70,00	0,7892	1,1297	0,3846	0,2258	2,8900	50,00	0,8056	1,9438
0,5064	0,2877	3,9165	65,00	0,7942	1,2252	0,4105	0,2360	3,0977	60,00	0,7976	1,3738	0,3846	0,2258	2,8900	40,00	0,8135	2,4631
0,5064	0,2877	3,9165	60,00	0,7984	1,3539	0,4105	0,2360	3,0977	50,00	0,8058	1,6951	0,3846	0,2258	2,8900	30,00	0,8212	3,1744
0,5064	0,2877	3,9165	55,00	0,8025	1,5041	0,4105	0,2360	3,0977	40,00	0,8138	2,1292	0,3250	0,1908	4,4259	70,00	0,7822	1,1263
0,5064	0,2877	3,9165	50,00	0,8066	1,6746	0,4105	0,2360	3,0977	30,00	0,8216	2,7236	0,3250	0,1908	4,4259	60,00	0,7906	1,3749
0,5064	0,2877	3,9165	44,99	0,8106	1,8683	0,4105	0,2360	3,0977	20,00	0,8293	3,5537	0,3250	0,1908	4,4259	50,00	0,7987	1,7062
0,4287	0,2435	5,8794	70,00	0,7827	1,0392	0,3512	0,2019	4,7676	70,01	0,7892	1,0469	0,3250	0,1908	4,4259	40,00	0,8066	2,1449
0,4287	0,2435	5,8794	65,00	0,7870	1,1393	0,3512	0,2019	4,7676	60,00	0,7906	1,2741	0,3250	0,1908	4,4259	30,00	0,8144	2,7495
0,4287	0,2435	5,8794	60,00	0,7911	1,2660	0,3512	0,2019	4,7676	50,00	0,7988	1,5679						
0,4287	0,2435	5,8794	55,00	0,7953	1,3897	0,3512	0,2019	4,7676	40,00	0,8069	1,9622						
0,4287	0,2435	5,8794	50,00	0,7993	1,5515	0,3512	0,2019	4,7676	30,00	0,8147	2,5012						
0,4287	0,2435	5,8794	45,00	0,8034	1,7268	0,3512	0,2019	4,7676	20,00	0,8224	3,2486						

A5 – Densidade e viscosidade dos sistemas (triacilglicerol + ácido graxo + 1-propanol).

TRICAPRILINA + PALMITICO + 1-PROPANOL						TRILAURINA + CÁPRICO + 1-PROPANOL					
w_{TAG} (g)	w_{AG} (g)	$w_{solvente}$ (g)	Temperatura (°C)	Densidade (g/cm³)	Viscosidade Dinâmica (mPa.s)	w_{TAG} (g)	w_{AG} (g)	$w_{solvente}$ (g)	Temperatura (°C)	Densidade (g/cm³)	Viscosidade Dinâmica (mPa.s)
0,7075	0,5126	2,0054	70,00	0,8050	1,3158	0,6953	0,4062	2,0437	65,00	0,7969	1,2985
0,7075	0,5126	2,0054	65,00	0,8094	1,4455	0,6953	0,4062	2,0437	60,00	0,8012	1,4312
0,7075	0,5126	2,0054	60,00	0,8136	1,5965	0,6953	0,4062	2,0437	55,00	0,8116	1,5891
0,7075	0,5126	2,0054	55,00	0,8179	1,7660	0,6953	0,4062	2,0437	50,00	0,8157	1,7834
0,7075	0,5126	2,0054	50,00	0,8220	1,9720	0,6953	0,4062	2,0437	45,00	0,8198	1,9765
0,7075	0,5126	2,0054	45,00	0,8261	2,2142	0,6953	0,4062	2,0437	40,00	0,8239	2,2161
0,7075	0,5126	2,0054	40,00	0,8302	2,5063	0,4494	0,2625	2,1101	70,00	0,7885	1,0499
0,3521	0,2551	1,6169	70,00	0,7970	1,0937	0,4494	0,2625	2,1101	65,00	0,7929	1,1858
0,3521	0,2551	1,6169	65,00	0,8014	1,2048	0,4494	0,2625	2,1101	60,00	0,7972	1,2741
0,3521	0,2551	1,6169	60,00	0,8057	1,3267	0,4494	0,2625	2,1101	55,00	0,8015	1,4099
0,3521	0,2551	1,6169	55,00	0,8100	1,4669	0,4494	0,2625	2,1101	50,00	0,8058	1,5670
0,3521	0,2551	1,6169	50,00	0,8142	1,6279	0,4494	0,2625	2,1101	45,00	0,8099	1,7490
0,3521	0,2551	1,6169	45,00	0,8184	1,8151	0,4494	0,2625	2,1101	40,00	0,8141	1,9583
0,3521	0,2551	1,6169	40,00	0,8224	2,0315	0,3435	0,2006	2,6119	70,00	0,7826	0,9564
0,2568	0,1861	1,9210	70,00	0,7884	1,0290	0,3435	0,2006	2,6119	65,00	0,7871	1,0501
0,2568	0,1861	1,9210	65,00	0,7928	1,1292	0,3435	0,2006	2,6119	60,00	0,7915	1,1554
0,2568	0,1861	1,9210	60,00	0,7972	1,2453	0,3435	0,2006	2,6119	55,00	0,7958	1,2776
0,2568	0,1861	1,9210	55,00	0,8015	1,3783	0,3435	0,2006	2,6119	50,00	0,8000	1,4158
0,2568	0,1861	1,9210	50,00	0,8058	1,5316	0,3435	0,2006	2,6119	45,00	0,8042	1,5777
0,2568	0,1861	1,9210	45,00	0,8100	1,7107	0,3435	0,2006	2,6119	40,00	0,8084	1,7602
0,2568	0,1861	1,9210	40,00	0,8140	1,9160	0,3423	0,2000	4,6411	70,00	0,7727	0,8304
0,1403	0,1016	1,9197	70,00	0,7805	0,9053	0,3423	0,2000	4,6411	65,00	0,7772	0,9105
0,1403	0,1016	1,9197	65,00	0,7850	0,9941	0,3423	0,2000	4,6411	60,00	0,7816	1,0011
0,1403	0,1016	1,9197	60,00	0,7894	1,0952	0,3423	0,2000	4,6411	55,00	0,7860	1,1056
0,1403	0,1016	1,9197	55,00	0,7938	1,2104	0,3423	0,2000	4,6411	50,00	0,7902	1,2238
0,1403	0,1016	1,9197	50,00	0,7981	1,3401	0,3423	0,2000	4,6411	45,00	0,7945	1,3601
0,1403	0,1016	1,9197	45,00	0,8023	1,4903	0,3423	0,2000	4,6411	40,00	0,7986	1,5171
0,1403	0,1016	1,9197	40,00	0,8065	1,6666	0,2513	0,1468	7,2380	70,00	0,7676	0,7835
0,0863	0,0625	4,5152	70,00	0,7681	0,7967	0,2513	0,1468	7,2380	65,00	0,7721	0,8591
0,0863	0,0625	4,5152	65,00	0,7726	0,8684	0,2513	0,1468	7,2380	60,00	0,7766	0,9451
0,0863	0,0625	4,5152	60,00	0,7771	0,9572	0,2513	0,1468	7,2380	55,00	0,7809	1,0432
0,0863	0,0625	4,5152	55,00	0,7815	1,0569	0,2513	0,1468	7,2380	50,00	0,7852	1,1554
0,0863	0,0625	4,5152	50,00	0,7858	1,1747	0,2513	0,1468	7,2380	45,00	0,7894	1,2849
0,0863	0,0625	4,5152	45,00	0,7900	1,3062	0,2513	0,1468	7,2380	40,00	0,7936	1,4323
0,0863	0,0625	4,5152	40,00	0,7942	1,4572	0,2513	0,1468	7,2380	35,00	0,7977	1,6030

A5 (continuação)– Densidade e viscosidade dos sistemas (triacilglicerol + ácido graxo + 1-propanol).

TRICAPRINA + LAURICO + 1-PROPANOL					
w_{TAG} (g)	w_{AG} (g)	$w_{solvente}$ (g)	Temperatura (°C)	Densidade (g/cm³)	Viscosidade Dinâmica (mPa.s)
0,7039	0,4250	2,0149	70,00	0,7994	1,3429
0,7039	0,4250	2,0149	60,00	0,8080	1,5658
0,7039	0,4250	2,0149	50,00	0,8164	1,9041
0,7039	0,4250	2,0149	40,00	0,8246	2,5205
0,7039	0,4250	2,0149	30,00	0,8326	3,0476
0,7039	0,4250	2,0149	20,00	0,8405	3,7156
0,4425	0,2672	2,0696	70,00	0,7914	1,0464
0,4425	0,2672	2,0696	60,00	0,8001	1,2674
0,4425	0,2672	2,0696	50,00	0,8087	1,5579
0,4425	0,2672	2,0696	40,00	0,8170	1,9429
0,4425	0,2672	2,0696	30,00	0,8251	2,4922
0,4425	0,2672	2,0696	20,00	0,8331	3,2298
0,3550	0,2144	2,7803	70,00	0,7832	0,9364
0,3550	0,2144	2,7803	60,00	0,7920	1,1313
0,3550	0,2144	2,7803	50,00	0,8006	1,3810
0,3550	0,2144	2,7803	40,00	0,8089	1,7127
0,3550	0,2144	2,7803	30,00	0,8171	2,1774
0,3550	0,2144	2,7803	20,00	0,8252	2,8569
0,2655	0,1604	3,7606	70,00	0,7755	0,8620
0,2655	0,1604	3,7606	60,00	0,7843	1,0415
0,2655	0,1604	3,7606	50,00	0,7929	1,2714
0,2655	0,1604	3,7606	40,00	0,8013	1,5731
0,2655	0,1604	3,7606	30,00	0,8096	2,0047
0,2655	0,1604	3,7606	20,00	0,8176	2,6177
0,2111	0,1275	6,0568	70,00	0,7706	0,8072
0,2111	0,1275	6,0568	60,00	0,7796	0,9701
0,2111	0,1275	6,0568	50,00	0,7882	1,1822
0,2111	0,1275	6,0568	40,00	0,7966	1,4642
0,2111	0,1275	6,0568	30,00	0,8049	1,8568
0,2111	0,1275	6,0568	20,00	0,8130	2,3731

TRILINOLEINA + ESTEARICO + 1-PROPANOL					
w_{TAG} (g)	w_{AG} (g)	$w_{solvente}$ (g)	Temperatura (°C)	Densidade (g/cm³)	Viscosidade Dinâmica (mPa.s)
1,5139	0,3967	4,3885	70,00	0,7971	1,3997
1,5139	0,3967	4,3885	65,00	0,8013	1,5395
1,5139	0,3967	4,3885	60,00	0,8055	1,7027
1,5139	0,3967	4,3885	55,00	0,8097	1,8897
1,5139	0,3967	4,3885	50,00	0,8138	2,1035
1,2427	0,3256	6,2129	70,00	0,7853	1,1424
1,2427	0,3256	6,2129	65,00	0,7897	1,2912
1,2427	0,3256	6,2129	60,00	0,7939	1,4293
1,2427	0,3256	6,2129	55,00	0,7982	1,5796
1,2427	0,3256	6,2129	50,00	0,8023	1,7497
1,1008	0,2884	16,9551	70,00	0,7712	0,8726
1,1008	0,2884	16,9551	65,00	0,7756	0,9507
1,1008	0,2884	16,9551	60,00	0,7800	1,0462
1,1008	0,2884	16,9551	55,00	0,7843	1,1574
1,1008	0,2884	16,9551	50,00	0,7886	1,2813
1,1008	0,2884	16,9551	45,00	0,7928	1,4233
TRIMIRISTINA + OLEICO + 1-PROPANOL					
0,6755	0,4010	4,3797	70,00	0,7785	1,0436
0,6755	0,4010	4,3797	65,00	0,7829	1,1461
0,6755	0,4010	4,3797	60,00	0,7972	1,2633
0,6755	0,4010	4,3797	55,00	0,7914	1,4006
0,6755	0,4010	4,3797	50,00	0,7956	1,5560
0,6755	0,4010	4,3797	45,00	0,7997	1,7350
0,4717	0,2801	4,0797	70,00	0,7800	0,9939
0,4717	0,2801	4,0797	60,00	0,7887	1,2050
0,4717	0,2801	4,0797	50,00	0,7971	1,4820
0,4717	0,2801	4,0797	40,00	0,8054	1,8474
0,3590	0,2132	5,4196	70,00	0,7743	0,8950
0,3590	0,2132	5,4196	60,00	0,7831	1,0836
0,3590	0,2132	5,4196	50,00	0,7916	1,3287
0,3590	0,2132	5,4196	40,00	0,7999	1,6478

A5 (continuação)– Densidade e viscosidade dos sistemas (triacilglicerol + ácido graxo + 1-propanol).

TRIOLEINA + MIRISTICO + 1-PROPANOL						TRIPALMITINA + CAPRILICO + 1-PROPANOL					
w_{TAG} (g)	w_{AG} (g)	$w_{solvente}$ (g)	Temperatura (°C)	Densidade (g/cm³)	Viscosidade Dinâmica (mPa.s)	w_{TAG} (g)	w_{AG} (g)	$w_{solvente}$ (g)	Temperatura (°C)	Densidade (g/cm³)	Viscosidade Dinâmica (mPa.s)
0,7032	0,4912	2,0235	70,00	0,7979	1,5006	0,1802	0,1070	4,2595	70,00	0,7721	0,8586
0,7032	0,4912	2,0235	60,00	0,8063	1,9590	0,1802	0,1070	4,2595	65,00	0,7766	0,9447
0,7032	0,4912	2,0235	50,00	0,8145	2,4243	0,1802	0,1070	4,2595	60,00	0,7810	1,0415
0,7032	0,4912	2,0235	40,00	0,8225	3,1085	0,1802	0,1070	4,2595	55,00	0,7853	1,1448
0,7032	0,4912	2,0235	30,00	0,8303	4,0569	0,1532	0,0909	7,2211	70,00	0,7672	0,8008
0,4241	0,2962	2,0104	70,00	0,7910	1,2501	0,1532	0,0909	7,2211	65,00	0,7717	0,9168
0,4241	0,2962	2,0104	60,00	0,7996	1,5204	0,1532	0,0909	7,2211	60,00	0,7761	0,9506
0,4241	0,2962	2,0104	50,00	0,8079	1,8778	0,1532	0,0909	7,2211	55,00	0,7805	1,0585
0,4241	0,2962	2,0104	40,00	0,8161	2,3534						
0,4241	0,2962	2,0104	30,00	0,8241	3,0046						
0,3384	0,2364	2,6503	70,00	0,7845	1,0729						
0,3384	0,2364	2,6503	60,00	0,7932	1,2977						
0,3384	0,2364	2,6503	50,00	0,8017	1,5959						
0,3384	0,2364	2,6503	40,00	0,8094	1,9909						
0,3384	0,2364	2,6503	30,00	0,8175	2,5349						
0,2593	0,1811	3,5934	70,00	0,7759	0,9246						
0,2593	0,1811	3,5934	60,00	0,7847	1,1187						
0,2593	0,1811	3,5934	50,00	0,7933	1,3699						
0,2593	0,1811	3,5934	40,00	0,8016	1,7012						
0,2593	0,1811	3,5934	30,00	0,8098	2,1443						
0,2593	0,1811	3,5934	20,00	0,8178	2,7488						
0,2333	0,1630	6,8705	70,00	0,7693	0,8359						
0,2333	0,1630	6,8705	60,00	0,7782	1,0082						
0,2333	0,1630	6,8705	50,00	0,7868	1,2326						
0,2333	0,1630	6,8705	40,00	0,7951	1,5282						
0,2333	0,1630	6,8705	30,00	0,8033	1,9230						
0,2333	0,1630	6,8705	20,00	0,8113	2,4604						

A6– Densidade e viscosidade dos sistemas (triacilglicerol + ácido graxo + 2-propanol)

TRICAPRINA + LAURICO + 2 –PROPANOL						TRICAPRILINA + PALMITICO + 2 -PROPANOL					
w_{TAG} (g)	w_{AG} (g)	$w_{solvente}$ (g)	Temperatura (°C)	Densidade (g/cm³)	Viscosidade Dinâmica (mPa.s)	w_{TAG} (g)	w_{AG} (g)	$w_{solvente}$ (g)	Temperatura (°C)	Densidade (g/cm³)	Viscosidade Dinâmica (mPa.s)
0,5182	0,4604	2,0630	60,01	0,7893	1,3507	0,7037	0,5024	1,0175	60,00	0,8218	2,0942
0,5182	0,4604	2,0630	55,00	0,7939	1,5086	0,7037	0,5024	1,0175	55,00	0,8261	2,3429
0,5182	0,4604	2,0630	50,00	0,7984	1,6938	0,7037	0,5024	1,0175	50,00	0,8304	2,6390
0,5182	0,4604	2,0630	45,00	0,8029	1,9141	0,7037	0,5024	1,0175	45,00	0,8347	2,9897
0,5182	0,4604	2,0630	40,00	0,8073	2,1768	0,7037	0,5024	1,0175	40,00	0,8389	3,1861
0,5182	0,4604	2,0630	35,00	0,8116	2,4866	0,7037	0,5024	1,0175	34,96	0,8431	3,6336
0,5182	0,4604	2,0630	30,00	0,8158	2,8576	0,3438	0,2455	1,5309	60,00	0,7984	1,4867
0,3179	0,2824	2,7558	60,00	0,7851	1,1858	0,3438	0,2455	1,5309	55,00	0,8030	1,6589
0,3179	0,2824	2,7558	55,00	0,7898	1,3246	0,3438	0,2455	1,5309	50,00	0,8075	1,8600
0,3179	0,2824	2,7558	50,00	0,7944	1,4882	0,3438	0,2455	1,5309	45,00	0,8120	2,1053
0,3179	0,2824	2,7558	45,00	0,7989	1,6798	0,3438	0,2455	1,5309	40,00	0,8163	2,3961
0,3179	0,2824	2,7558	40,00	0,8033	1,9065	0,3438	0,2455	1,5309	35,00	0,8206	2,7340
0,3179	0,2824	2,7558	35,00	0,8076	2,1748	0,3438	0,2455	1,5309	30,00	0,8249	3,1456
0,3179	0,2824	2,7558	30,00	0,8119	2,4910	0,1828	0,1305	1,9518	60,00	0,7788	1,1461
0,2250	0,1998	3,6629	70,00	0,7535	0,7540	0,1828	0,1305	1,9518	50,00	0,7882	1,4381
0,2250	0,1998	3,6629	65,00	0,7585	0,8357	0,1828	0,1305	1,9518	40,00	0,7972	1,8396
0,2250	0,1998	3,6629	60,00	0,7634	0,9310	0,1828	0,1305	1,9518	30,00	0,8059	2,4056
0,2250	0,1998	3,6629	55,00	0,7682	1,0411	0,1828	0,1305	1,9518	20,00	0,8143	3,2283
0,2250	0,1998	3,6629	50,00	0,7729	1,1712	0,0973	0,0695	2,1838	60,00	0,7702	0,9778
0,2250	0,1998	3,6629	45,00	0,7775	1,3240	0,0973	0,0695	2,1838	50,00	0,7796	1,2279
0,2250	0,1998	3,6629	40,00	0,7821	1,5044	0,0973	0,0695	2,1838	40,00	0,7887	1,5747
0,2250	0,1998	3,6629	35,00	0,7865	1,7159	0,0973	0,0695	2,1838	30,00	0,7975	2,0608
0,2250	0,1998	3,6629	30,00	0,7908	1,9703	0,0973	0,0695	2,1838	20,00	0,8060	2,7569
0,1664	0,1479	4,9689	70,00	0,7521	0,7598	0,0666	0,0476	3,5262	60,00	0,7578	0,8730
0,1664	0,1479	4,9689	60,00	0,7621	0,9298	0,0666	0,0476	3,5262	50,00	0,7674	1,1023
0,1664	0,1479	4,9689	50,00	0,7717	1,1665	0,0666	0,0476	3,5262	40,00	0,7766	1,4481
0,1664	0,1479	4,9689	39,99	0,7808	1,4951	0,0666	0,0476	3,5262	30,00	0,7855	1,8773
0,1664	0,1479	4,9689	30,00	0,7897	1,9500	0,0666	0,0476	3,5262	20,00	0,7940	2,5357
0,1664	0,1479	4,9689	20,00	0,7982	2,6112						

A6 (continuação)– Densidade e viscosidade dos sistemas (triacilglicerol + ácido graxo + 2-propanol).

TRILAURINA + CAPRICO + 2 -PROPANOL						TRIOLEINA + MIRISTICO + 2 -PROPANOL					
w_{TAG} (g)	w_{AG} (g)	$w_{solvente}$ (g)	Temperatura (°C)	Densidade (g/cm³)	Viscosidade Dinâmica (mPa.s)	w_{TAG} (g)	w_{AG} (g)	$w_{solvente}$ (g)	Temperatura (°C)	Densidade (g/cm³)	Viscosidade Dinâmica (mPa.s)
0,7381	0,4870	2,8321	60,00	0,7946	1,0018	0,7015	0,4995	1,0016	50,00	0,8215	3,3761
0,7381	0,4870	2,8321	55,00	0,7993	1,1222	0,7015	0,4995	1,0016	45,00	0,8256	3,8476
0,7381	0,4870	2,8321	50,00	0,8038	1,2640	0,7015	0,4995	1,0016	40,00	0,8297	4,4247
0,7381	0,4870	2,8321	45,00	0,8082	1,4265	0,7015	0,4995	1,0016	35,00	0,8338	5,1181
0,7381	0,4870	2,8321	40,00	0,8126	1,7274	0,7015	0,4995	1,0016	30,00	0,8378	5,9526
0,2027	0,1337	2,0548	65,00	0,7534	0,7746	0,7015	0,4995	1,0016	25,00	0,8418	6,9941
0,2027	0,1337	2,0548	60,00	0,7584	0,8618	0,5274	0,3756	1,5135	60,00	0,7965	1,8270
0,2027	0,1337	2,0548	55,00	0,7632	0,9634	0,5274	0,3756	1,5135	50,00	0,8053	2,3125
0,2027	0,1337	2,0548	50,00	0,7679	1,0856	0,5274	0,3756	1,5135	40,00	0,8138	2,9983
0,2027	0,1337	2,0548	45,00	0,7725	1,2263	0,5274	0,3756	1,5135	30,00	0,8221	3,9824
0,2027	0,1337	2,0548	40,00	0,7771	1,3865	0,5274	0,3756	1,5135	20,00	0,8303	5,4688
0,1431	0,0932	2,1093	70,00	0,7457	0,7003	0,4490	0,3198	1,9430	70,00	0,7790	1,3119
0,1431	0,0932	2,1093	65,00	0,7508	0,7762	0,4490	0,3198	1,9430	60,00	0,7883	1,6259
0,1431	0,0932	2,1093	59,99	0,7558	0,8642	0,4490	0,3198	1,9430	50,00	0,7973	2,0542
0,1431	0,0932	2,1093	55,00	0,7607	0,9664	0,4490	0,3198	1,9430	40,00	0,8058	2,6538
0,1431	0,0932	2,1093	50,00	0,7655	1,0845	0,4490	0,3198	1,9430	30,00	0,8142	3,5182
0,1431	0,0932	2,1093	45,00	0,7701	1,2266	0,4490	0,3198	1,9430	20,00	0,8224	4,8043
0,1431	0,0932	2,1093	40,00	0,7747	1,3937	0,2646	0,1885	2,2807	70,00	0,7646	0,9614
0,1431	0,0932	2,1093	35,00	0,7791	1,5927	0,2646	0,1885	2,2807	60,00	0,7742	1,1915
0,1023	0,0666	4,2131	70,00	0,7416	0,6563	0,2646	0,1885	2,2807	50,00	0,7835	1,4944
0,1023	0,0666	4,2131	60,00	0,7518	0,8122	0,2646	0,1885	2,2807	40,00	0,7924	1,9203
0,1023	0,0666	4,2131	50,00	0,7614	1,0258	0,2646	0,1885	2,2807	30,00	0,8011	2,5203
0,1023	0,0666	4,2131	40,00	0,7706	1,3228	0,2646	0,1885	2,2807	20,00	0,8094	3,3925
0,1023	0,0666	4,2131	30,00	0,7794	1,7390	0,1234	0,0879	3,5569	70,00	0,7498	0,7473
						0,1234	0,0879	3,5569	60,00	0,7598	0,9199
						0,1234	0,0879	3,5569	50,00	0,7693	1,1559
						0,1234	0,0879	3,5569	40,00	0,7785	1,4819
						0,1234	0,0879	3,5569	30,00	0,7872	1,9410
						0,1234	0,0879	3,5569	20,00	0,7957	2,6032

A6 (continuação)– Densidade e viscosidade dos sistemas (triacilglicerol + ácido graxo + 2-propanol).

TRIMIRISTINA + OLEICO + 2 -PROPANOL						TRIPALMITINA + CAPRILICO + 2 -PROPANOL					
w_{TAG} (g)	w_{AG} (g)	$w_{solvente}$ (g)	Temperatura (°C)	Densidade (g/cm³)	Viscosidade Dinâmica (mPa.s)	w_{TAG} (g)	w_{AG} (g)	$w_{solvente}$ (g)	Temperatura (°C)	Densidade (g/cm³)	Viscosidade Dinâmica (mPa.s)
0,7168	0,5012	4,1264	70,00	0,7719	1,4244	0,7014	0,5045	7,0138	70,00	0,7562	0,8179
0,7168	0,5012	4,1264	65,00	0,7767	1,5922	0,7014	0,5045	7,0138	65,00	0,7612	0,9083
0,7168	0,5012	4,1264	60,00	0,7814	1,7673	0,7014	0,5045	7,0138	60,00	0,7660	1,0132
0,7168	0,5012	4,1264	55,00	0,7860	1,9820	0,7014	0,5045	7,0138	55,00	0,7708	1,1504
0,7168	0,5012	4,1264	50,00	0,7905	2,2282	0,5748	0,4134	7,7327	70,00	0,7543	0,7985
0,1829	0,1279	2,6081	70,00	0,7612	0,9302	0,5748	0,4134	7,7327	65,00	0,7593	0,8885
0,1829	0,1279	2,6081	65,00	0,7662	1,0340	0,5748	0,4134	7,7327	60,00	0,7643	1,0197
0,1829	0,1279	2,6081	60,00	0,7710	1,1522	0,5748	0,4134	7,7327	55,00	0,7691	1,1659
0,1829	0,1279	2,6081	55,00	0,7757	1,2917	0,3685	0,2650	10,5292	70,00	0,7493	0,7698
0,1829	0,1279	2,6081	50,00	0,7803	1,4492	0,3685	0,2650	10,5292	65,00	0,7544	0,8568
0,0923	0,0646	3,0716	70,00	0,7513	0,7809	0,3685	0,2650	10,5292	60,00	0,7594	0,9474
0,0923	0,0646	3,0716	65,00	0,7563	0,8677	0,3685	0,2650	10,5292	55,00	0,7642	1,0717
0,0923	0,0646	3,0716	60,00	0,7613	0,9679						
0,0923	0,0646	3,0716	55,00	0,7661	1,0852						
0,0923	0,0646	3,0716	50,00	0,7708	1,2225						
0,0923	0,0646	3,0716	45,00	0,7754	1,3766						

A7– Densidade e viscosidade dos sistemas (triacilglicerol + ácido graxo + etanol anidro).

TRICAPRILINA + LINOLÊICO + ETANOL ANIDRO						TRIOLEÍNA + OLEICO + ETANOL ANIDRO					
w_{TAG} (g)	w_{AG} (g)	$w_{solvente}$ (g)	Temperatura (°C)	Densidade (g/cm³)	Viscosidade Dinâmica (mPa.s)	w_{TAG} (g)	w_{AG} (g)	$w_{solvente}$ (g)	Temperatura (°C)	Densidade (g/cm³)	Viscosidade Dinâmica (mPa.s)
0,5438	0,5422	1,0360	70,00	0,8153	1,2640	1,5166	0,9389	1,6720	60,00	0,8095	1,7630
0,5438	0,5422	1,0360	60,00	0,8239	1,4950	1,5166	0,9389	1,6720	50,00	0,8179	2,1526
0,5438	0,5422	1,0360	50,00	0,8324	1,7987	1,5166	0,9389	1,6720	39,99	0,8261	2,6792
0,5438	0,5422	1,0360	40,00	0,8407	2,1855	1,5166	0,9389	1,6720	30,00	0,8342	3,3927
0,5438	0,5422	1,0360	30,00	0,8489	2,7009						
0,5438	0,5422	1,0360	20,00	0,8570	3,4249						
0,3249	0,3912	1,3545	60,00	0,8050	1,3719						
0,3249	0,3912	1,3545	50,00	0,8137	1,6556						
0,3249	0,3912	1,3545	40,00	0,8223	2,0268						
0,3249	0,3912	1,3545	30,00	0,8306	2,5174						
0,3249	0,3912	1,3545	20,00	0,8389	3,1861						
0,1061	0,1277	2,5122	60,00	0,7730	0,7441						
0,1061	0,1277	2,5122	50,00	0,7820	0,8735						
0,1061	0,1277	2,5122	40,00	0,7908	1,0393						
0,1061	0,1277	2,5122	30,00	0,7994	1,2458						
0,1061	0,1277	2,5122	20,00	0,8079	1,5025						

A8 – Densidade e viscosidade dos sistemas (triacilglicerol + ácido graxo + etanol anidro).

TRICAPRILINA + LINOLEICO + ETANOL HIDRATADO 5%						TRICAPRILINA + LAURICO + ETANOL HIDRATADO 5%					
w_{TAG} (g)	w_{AG} (g)	$w_{solvente}$ (g)	Temperatura (°C)	Densidade (g/cm³)	Viscosidade Dinâmica (mPa.s)	w_{TAG} (g)	w_{AG} (g)	$w_{solvente}$ (g)	Temperatura (°C)	Densidade (g/cm³)	Viscosidade Dinâmica (mPa.s)
0,4966	0,5018	1,9979	70,00	0,7981	0,9480	0,4484	0,4068	1,9986	70,00	0,7922	0,8120
0,4966	0,5018	1,9979	60,00	0,8072	1,1290	0,4484	0,4068	1,9986	60,00	0,8015	0,9619
0,4966	0,5018	1,9979	50,00	0,8162	1,3602	0,4484	0,4068	1,9986	50,00	0,8105	1,1553
0,4966	0,5018	1,9979	40,00	0,8249	1,6626	0,4484	0,4068	1,9986	40,00	0,8193	1,4071
0,4966	0,5018	1,9979	30,00	0,8334	2,0660	0,4484	0,4068	1,9986	30,00	0,8279	1,7402
0,4966	0,5018	1,9979	20,00	0,8418	2,6164	0,4484	0,4068	1,9986	20,00	0,8364	2,1915
0,2979	0,3011	2,3894	70,00	0,7878	0,7877						
0,2979	0,3011	2,3894	60,00	0,7971	0,9350						
0,2979	0,3011	2,3894	50,00	0,8062	1,1205						
0,2979	0,3011	2,3894	40,00	0,8150	1,3623						
0,2979	0,3011	2,3894	30,00	0,8237	1,7488						
0,2979	0,3011	2,3894	20,00	0,8321	2,2045						
0,1336	0,1350	3,0930	70,00	0,7736	0,6619						
0,1336	0,1350	3,0930	60,00	0,7831	0,7772						
0,1336	0,1350	3,0930	50,00	0,7924	0,9253						
0,1336	0,1350	3,0930	40,00	0,8014	1,1167						
0,1336	0,1350	3,0930	30,00	0,8101	1,3648						
0,1336	0,1350	3,0930	20,00	0,8187	1,6955						
0,0735	0,0743	2,8006	70,00	0,7703	0,6146						
0,0735	0,0743	2,8006	60,00	0,7799	0,7203						
0,0735	0,0743	2,8006	50,00	0,7892	0,8554						
0,0735	0,0743	2,8006	40,00	0,7982	1,0297						
0,0735	0,0743	2,8006	30,00	0,8070	1,2573						
0,0735	0,0743	2,8006	20,00	0,8157	1,5576						

APÊNDICE B - Desvios médios relativos (DMR, em %) para as viscosidades dos sistemas formados por triacilglicerol + ácido graxo + solventes.

B1 - Desvios médios relativos (DMR, em %) para as viscosidades dos sistemas contendo o solvente n-hexanol.

SOLVENTE	SISTEMA	Modelos para o cálculo da viscosidade*				SISTEMA	Modelos para o cálculo da viscosidade*			
		A	B	C	D		A	B	C	D
n –hexanol	$w_{tricaprilina}$ = 0,5125	8,40	53,96	14,01	29,10	$w_{trimiristina}$ = 0,1250	32,39	15,49	40,15	22,83
	$w_{tricaprilina}$ = 0,2967	12,30	63,80	3,80	31,20	$w_{trimiristina}$ = 0,0647	30,66	2,27	34,93	25,58
	$w_{tricaprilina}$ = 0,1899	13,46	54,91	2,78	26,94	$w_{tripalmitina}$ = 0,1912	3,43	107,40	18,41	18,77
	$w_{tricaprilina}$ = 0,1750	6,77	43,66	2,83	18,59	$w_{tripalmitina}$ = 0,1260	3,56	90,30	7,26	19,20
	$w_{tricaprilina}$ = 0,0650	6,47	22,73	2,79	11,11	$w_{tripalmitina}$ = 0,0680	0,67	48,70	6,13	7,67
	$w_{tricaprina}$ = 0,5203	12,30	30,36	25,41	13,60	$w_{trioleína}$ = 0,5123	17,47	96,73	47,06	29,11
	$w_{tricaprina}$ = 0,3162	2,55	49,45	8,74	24,74	$w_{trioleína}$ = 0,3047	8,09	129,01	31,56	28,13
	$w_{tricaprina}$ = 0,1372	3,08	28,91	1,20	14,01	$w_{trioleína}$ = 0,1899	2,86	111,52	19,30	21,39
	$w_{tricaprina}$ = 0,0998	3,45	23,14	0,91	11,51	$w_{trioleína}$ = 0,1258	1,87	86,32	12,33	15,51
	$w_{tricaprina}$ = 0,0822	3,66	20,22	1,41	10,34	$w_{trioleína}$ = 0,0664	1,36	52,02	5,89	9,09
	$w_{trilaurina}$ = 0,5126	11,57	71,40	34,13	24,82	$w_{trilinoleina}$ = 0,3039	8,97	82,36	29,17	21,21
	$w_{trilaurina}$ = 0,2785	18,33	53,06	30,41	17,88	$w_{trilinoleina}$ = 0,1871	4,77	71,06	18,56	15,72
	$w_{trilaurina}$ = 0,1870	30,04	16,60	37,57	16,80	$w_{trilinoleina}$ = 0,1260	1,45	59,50	10,10	14,44
	$w_{trilaurina}$ = 0,1252	29,89	4,35	35,02	20,93	$w_{trilinoleina}$ = 0,0675	1,63	37,61	4,97	8,64
	$w_{trilaurina}$ = 0,0686	30,83	10,87	33,64	25,98	$w_{trilinolenina}$ = 0,1260	1,99	51,05	9,89	10,81
	$w_{trimiristina}$ = 0,1885	33,78	28,93	44,88	19,69	$w_{trilinolenina}$ = 0,0684	1,91	31,60	5,16	6,31

*Modelo A = Regra de Kay Simples em fração molar; Modelo B = Regra de Kay Simples em fração mássica; Modelo C = Regra de Kay Modificada em fração molar; Modelo D = Regra de Kay Modificada em fração mássica..

B2 - Desvios médios relativos (DMR, em %) para as viscosidades dos sistemas contendo os solventes hexano ou 1-pentanol.

SOLVENTE	SISTEMA	Modelos para o cálculo da viscosidade*				SOLVENTE	SISTEMA	Modelos para o cálculo da viscosidade*			
		A	B	C	D			A	B	C	D
Hexano	$w_{tricaprilina}$ = 0,3408	105	413	50,33	45,83	1-Pentanol	$w_{tricaprilina}$ = 0,2186	9,85	76,04	13,77	26,23
	$w_{tricaprilina}$ = 0,2486	46,78	299	57,86	2,49		$w_{tricaprilina}$ = 0,1658	5,66	62,93	12,54	18,42
	$w_{tricaprina}$ = 0,3815	38,12	268	62,24	17,73		$w_{tricaprilina}$ = 0,0963	2,34	41,72	8,60	9,96
	$w_{tricaprina}$ = 0,2498	10,46	226	62,49	15,28		$w_{tricaprilina}$ = 0,0630	0,88	27,42	7,28	4,89
	$w_{tricaprina}$ = 0,1039	9,87	144	51,42	30,26		$w_{tricaprilina}$ = 0,0330	0,76	16,22	3,30	3,25
	$w_{tricaprina}$ = 0,0596	14,75	98,99	44,18	30,90		$w_{tricaprina}$ = 0,2205	5,47	44,60	18,12	13,95
	$w_{trilaurina}$ = 0,1696	83,42	560	43,23	17,13		$w_{tricaprina}$ = 0,1625	3,17	40,42	13,07	12,26
	$w_{trilaurina}$ = 0,0982	34,56	365	43,41	12,44		$w_{tricaprina}$ = 0,0970	2,36	27,84	8,51	7,30
	$w_{trilaurina}$ = 0,0605	15,82	242	40,77	22,12		$w_{tricaprina}$ = 0,0660	1,70	19,51	5,85	4,88
	$w_{trimiristina}$ = 0,2150	22,18	356	72,79	19,55		$w_{tricaprina}$ = 0,0340	0,60	11,99	2,04	3,67
	$w_{trimiristina}$ = 0,1222	17,63	118	44,78	35,92		$w_{trilaurina}$ = 0,4403	17,08	79,26	39,91	19,60
	$w_{trilinoleina}$ = 0,3085	57,11	75,37	89,76	64,50		$w_{trilaurina}$ = 0,1621	5,87	88,83	6,50	26,05
	$w_{trilinoleina}$ = 0,0100	20,43	207	60,46	39,17		$w_{trilaurina}$ = 0,0100	3,32	57,47	4,09	15,08
	$w_{trilinolenina}$ = 0,1468	14,21	296	49,84	17,93						

*Modelo A = Regra de Kay Simples em fração molar; Modelo B = Regra de Kay Simples em fração mássica; Modelo C = Regra de Kay Modificada em fração molar; Modelo D = Regra de Kay Modificada em fração mássica.

B3 - Desvios médios relativos (DMR, em %) para as viscosidades dos sistemas contendo o solvente 1-propanol.

SOLVENTE	SISTEMA	Modelos para o cálculo da viscosidade*				SISTEMA	Modelos para o cálculo da viscosidade*			
		A	B	C	D		A	B	C	D
1-propanol	$w_{tricaprina}$ = 0,2240	13,00	70,51	29,56	14,70	$w_{trioleína}$ = 0,0321	1,18	64,88	7,40	4,95
	$w_{tricaprina}$ = 0,1592	5,48	70,20	18,82	16,42	$w_{tricaprilina}$ = 0,2193	3,06	117,78	27,02	29,43
	$w_{tricaprina}$ = 0,1060	3,44	54,50	12,81	11,54	$w_{tricaprilina}$ = 0,1583	4,95	109,57	18,79	25,03
	$w_{tricaprina}$ = 0,0634	2,88	35,23	8,67	6,12	$w_{tricaprilina}$ = 0,1086	2,38	76,01	18,51	10,50
	$w_{tricaprina}$ = 0,0330	0,67	20,88	3,81	4,10	$w_{tricaprilina}$ = 0,0649	0,99	53,67	11,18	6,96
	$w_{trilaurina}$ = 0,2211	2,13	147,38	23,36	34,65	$w_{tricaprilina}$ = 0,0185	1,27	16,52	4,41	2,40
	$w_{trilaurina}$ = 0,1592	3,56	117,68	19,05	22,71	$w_{tripalmitina}$ = 0,0400	5,25	51,46	9,73	1,61
	$w_{trilaurina}$ = 0,1088	3,16	89,54	14,12	14,77	$w_{tripalmitina}$ = 0,0200	2,74	28,52	5,15	2,25
	$w_{trilaurina}$ = 0,0660	2,63	67,67	4,61	14,05	$w_{trimiristina}$ = 0,1238	14,49	55,75	22,34	6,54
	$w_{trilaurina}$ = 0,0330	2,30	37,77	1,48	7,90	$w_{trimiristina}$ = 0,0976	13,52	44,66	19,78	3,10
	$w_{trioleína}$ = 0,2185	13,57	191,84	42,38	25,27	$w_{trimiristina}$ = 0,0599	8,74	31,27	12,80	1,89
	$w_{trioleína}$ = 0,1553	7,53	184,78	31,27	21,48	$w_{trilinoleina}$ = 0,2403	31,66	57,09	39,88	1,14
	$w_{trioleína}$ = 0,1050	5,89	148,38	23,30	13,55	$w_{trilinoleina}$ = 0,1597	25,15	45,98	30,99	2,75
	$w_{trioleína}$ = 0,0643	2,22	116,46	14,17	10,02	$w_{trilinoleina}$ = 0,0650	8,43	27,38	11,03	1,51

*Modelo A = Regra de Kay Simples em fração molar; Modelo B = Regra de Kay Simples em fração mássica; Modelo C = Regra de Kay Modificada em fração molar; Modelo D = Regra de Kay Modificada em fração mássica.

B4 - Desvios médios relativos (DMR, em %) para as viscosidades dos sistemas contendo o solvente 2-propanol.

SOLVENTE	SISTEMA	Modelos para o cálculo da viscosidade*				SISTEMA	Modelos para o cálculo da viscosidade*			
		A	B	C	D		A	B	C	D
2-propanol	$w_{tricaprina}$ = 0,1704	7,97	73,25	25,51	15,32	$w_{tricaprilina}$ = 0,0183	1,65	18,05	5,23	0,85
	$w_{tricaprina}$ = 0,0950	11,77	42,62	21,93	0,92	$w_{trioleína}$ = 0,3185	13,90	205,84	53,83	40,01
	$w_{tricaprina}$ = 0,0550	1,10	40,65	7,59	7,85	$w_{trioleína}$ = 0,2182	11,12	216,42	43,42	27,54
	$w_{tricaprina}$ = 0,0315	4,85	18,36	8,76	1,85	$w_{trioleína}$ = 0,1656	16,28	174,41	40,77	10,93
	$w_{trilaurina}$ = 0,1819	21,85	197,63	2,97	59,55	$w_{trioleína}$ = 0,0970	6,82	148,62	24,45	10,14
	$w_{trilaurina}$ = 0,0850	11,90	106,86	1,28	27,86	$w_{trioleína}$ = 0,0330	2,29	67,11	8,21	4,82
	$w_{trilaurina}$ = 0,0610	5,97	74,27	2,09	16,75	$w_{trimiristina}$ = 0,1342	30,12	94,21	47,98	13,46
	$w_{trilaurina}$ = 0,0233	4,00	31,95	1,70	8,00	$w_{trimiristina}$ = 0,0630	14,19	76,43	25,67	5,12
	$w_{tricaprilina}$ = 0,3165	4,64	122,08	37,04	37,14	$w_{trimiristina}$ = 0,0286	8,35	41,50	14,35	4,11
	$w_{tricaprilina}$ = 0,1621	9,85	87,59	32,70	6,53	$w_{tripalmitina}$ = 0,0853	4,48	119,53	15,67	10,48
	$w_{tricaprilina}$ = 0,0870	7,34	59,27	20,74	2,08	$w_{tripalmitina}$ = 0,0660	7,94	88,62	16,42	3,11
	$w_{tricaprilina}$ = 0,0414	3,46	37,10	11,10	1,78	$w_{tripalmitina}$ = 0,0330	10,92	39,53	15,16	5,65

*Modelo A = Regra de Kay Simples em fração molar; Modelo B = Regra de Kay Simples em fração mássica; Modelo C = Regra de Kay Modificada em fração molar; Modelo D = Regra de Kay Modificada em fração mássica.

B5 - Desvios médios relativos para as viscosidades dos sistemas contendo os solventes 1-butanol, etanol hidratado 5% ou etanol anidro.

SOLVENTE	SISTEMA	Modelos para o cálculo da viscosidade*				SOLVENTE	SISTEMA	Modelos para o cálculo da viscosidade*			
		A	B	C	D			A	B	C	D
1-butanol	$w_{tricaprilina}$ = 0,3447	9,60	97,09	15,15	31,93	Etanol Hidratado 5%	$w_{tricaprilina}^{a}$ = 0,1657	12,22	142,05	37,79	20,97
	$w_{tricaprilina}$ = 0,1600	6,73	79,61	11,39	23,09		$w_{tricaprilina}^{a}$ = 0,0997	15,23	98,29	31,09	4,00
	$w_{tricaprilina}$ = 0,1075	5,54	60,89	6,98	16,71		$w_{tricaprilina}^{a}$ = 0,0400	13,60	42,70	20,49	5,97
	$w_{tricaprilina}$ = 0,0654	50,99	83,79	45,06	61,47		$w_{tricaprilina}^{a}$ = 0,0249	10,60	27,68	15,14	5,69
	$w_{tricaprina}$ = 0,2241	30,40	87,43	21,18	60,16		$w_{tricaprilina}^{b}$ = 0,1571	2,50	136,44	27,40	25,85
	$w_{tricaprina}$ = 0,1598	41,43	90,17	34,39	65,23						
	$w_{tricaprina}$ = 0,1096	47,11	84,27	42,15	64,36						
	$w_{tricaprina}$ = 0,0660	53,08	77,59	50,02	63,98	Etanol Anidro	$w_{tricaprilina}$= 0,2563	6,34	165,80	43,02	46,25
	$w_{trilaurina}$ = 0,0600	61,64	87,68	59,05	69,19		$w_{tricaprilina}$= 0,1569	23,31	111,09	47,59	4,28
	$w_{trilaurina}$ = 0,0400	61,67	76,29	60,25	65,82		$w_{tricaprilina}$= 0,0390	4,64	61,97	13,44	3,58
	$w_{trimiristina}$ = 0,1774	65,98	272,82	32,58	130,44		$w_{trioleína}$ = 0,3675	25,78	473,08	49,72	138,82
	$w_{trioleína}$ = 0,2497	20,00	193,10	2,96	70,62						
	$w_{trioleína}$ = 0,1591	29,46	180,76	12,06	68,04						
	$w_{trioleína}$ = 0,1099	35,90	156,16	23,17	63,70						
	$w_{trioleína}$ = 0,0658	44,00	126,35	35,86	61,45						

*Modelo A = Regra de Kay Simples em fração molar; Modelo B = Regra de Kay Simples em fração mássica; Modelo C = Regra de Kay Modificada em fração molar; Modelo D = Regra de Kay Modificada em fração mássica.

APÊNDICE C – Dados experimentais e DMR de densidade e viscosidade de sistemas formados por ácido graxo + ácido graxo + solventes.

C1 – Dados experimentais e DMR dos modelos para densidade (ρ) e viscosidade cinemática (ν) em função da temperatura (T) dos sistemas contendo etanol hidratado 5% como solvente [a].

SISTEMA	w_1	w_2	T (ºC)	ρ (g/cm³)	ν (mm².s^{-1})	DMR (%) para ρ [b]		DMR (%) para ν [b]			
						A	B	A	B	C	D
Ácido Oléico (1) / Ácido Linoléico (2)	0.0837	0.0832	60.00	0.7975	2.2267	0.5171	2.9069	53.2034	1.8647	62.0085	46.9524
			50.00	0.8053	2.7852	0.3642	2.6904	55.0918	1.4233	64.4956	49.7159
			40.00	0.8128	3.5506	0.2051	2.4742	57.0925	1.1202	67.1077	52.7051
			30.00	0.8203	4.6083	0.0711	2.2880	59.0649	0.6542	69.7329	55.7692
			20.00	0.8278	6.0692	0.0422	2.1263	60.7773	0.5243	72.1978	58.6638
	0.0542	0.0538	60.00	0.7847	1.1183	0.0547	1.5354	15.7585	51.1712	26.5281	8.5797
			50.00	0.7938	1.3537	0.0581	1.4869	17.2630	55.0289	29.1445	11.0115
			40.00	0.8025	1.6553	0.0813	1.4234	18.4655	60.1377	31.6548	13.3096
			30.00	0.8111	2.0180	0.0922	1.3757	18.1848	69.1458	33.1382	14.2874
			20.00	0.8197	2.4713	0.0832	1.3506	16.8369	81.7313	34.0490	14.4937
	0.0301	0.0299	60.00	0.7785	0.9982	0.0094	0.9087	12.9955	29.0740	19.4410	8.9307
			50.00	0.7879	1.2186	0.0287	0.9021	15.9772	29.0841	23.0277	12.5300
			40.00	0.7966	1.4779	0.0083	0.8422	17.3294	32.0676	25.2188	14.5462
			30.00	0.8053	1.7900	0.0189	0.8106	17.4393	37.8007	26.4408	15.4412
			20.00	0.8141	2.1798	0.0038	0.8138	16.6986	45.9999	27.1162	15.6844

C1 (continuação) – Dados experimentais e DMR dos modelos para densidade (ρ) e viscosidade cinemática (ν) em função da temperatura (T) dos sistemas contendo etanol hidratado 5% como solvente [a]

SISTEMA	w_1	w_2	T (ºC)	ρ (g/cm³)	ν (mm².s^{-1})	DMR (%) para ρ [b]		DMR (%) para ν [b]			
						A	B	A	B	C	D
Ácido Caprílico (1) / Ácido Linolêico (2)	0.0854	0.0833	50.00	0.7943	1.2644	0.0703	2.1484	21.0048	40.0397	32.7143	13.4992
			40.00	0.8032	1.5268	0.0803	2.0771	22.0874	43.4963	34.8772	15.4492
			30.00	0.8119	1.8480	0.0871	2.0150	22.2942	49.2228	36.4691	16.6374
			20.00	0.8205	2.2430	0.0837	1.9678	21.5331	57.7373	37.4956	17.0434
	0.0543	0.0529	50.00	0.7889	1.1747	0.3916	1.8412	22.2076	20.1487	29.8624	17.5035
			40.00	0.7978	1.4136	0.3579	1.7674	23.5812	22.0735	31.9678	19.4682
			30.00	0.8065	1.7069	0.3302	1.7035	24.2387	25.6622	33.5531	20.8050
			20.00	0.8153	2.0781	0.3393	1.6792	24.4655	30.6675	34.9184	21.8589
	0.0289	0.0282	50.00	0.7830	1.0891	0.5838	1.3730	21.8967	2.6708	26.1364	19.3884
			40.00	0.7921	1.3218	0.5577	1.3248	24.4132	1.8428	29.0181	22.2671
			30.00	0.8008	1.5932	0.5143	1.2617	25.4927	3.2537	30.6148	23.7354
			20.00	0.8096	1.9218	0.5097	1.2389	25.6795	6.3730	31.4796	24.3867
Ácido Caprílico (1) / Ácido Oléico (2)	0.0837	0.0828	50.00	0.7927	1.2856	0.3662	1.1146	18.8048	149.9919	19.5239	12.9566
			40.00	0.8017	1.5382	0.3435	1.0952	6.0165	87.2216	23.9711	0.3932
			30.00	0.8105	1.8653	0.3234	1.0777	4.8227	99.2805	25.1622	0.8775
			20.00	0.8192	2.2778	0.2977	1.0696	2.5558	115.3201	25.9096	0.7183
	0.0527	0.0521	50.00	0.7870	1.1761	0.3314	0.6259	7.9708	50.6120	18.4382	3.6870
			40.00	0.7958	1.4104	0.3466	0.5836	8.0524	56.8133	19.8128	4.6926
			30.00	0.8047	1.7036	0.3246	0.5812	7.4888	65.2078	20.8582	5.2771
			20.00	0.8135	2.0713	0.2956	0.5882	5.9937	76.6714	21.4062	5.2310
	0.0301	0.0298	50.00	0.7827	1.1192	0.3242	0.2324	10.0426	25.4181	16.1202	7.6767

			40.00	0.7917	1.3283	0.3234	0.2173	9.8377	29.8326	16.7357	8.0101
			30.00	0.8005	1.6015	0.3219	0.2047	9.8845	34.6517	17.7387	8.7522
			20.00	0.8093	1.9418	0.2995	0.2143	9.0780	41.6996	18.1550	8.8242
Ácido Caprílico (1) / Ácido Cáprico (2)	0.0821	0.0743	50.00	0.7924	1.2005	0.3987	0.9844	16.2012	95.7294	14.4602	8.6591
			40.00	0.8014	1.4511	0.3781	0.9681	11.9860	18.4734	19.9316	5.5126
			30.00	0.8101	1.7542	0.3722	0.9412	12.5045	19.4107	21.0034	6.3061
			20.00	0.8188	2.1304	0.3479	0.9358	12.2234	21.6011	21.4216	6.3000
	0.0530	0.0479	50.00	0.7869	1.1337	0.3731	0.5439	10.5625	9.9907	15.5520	6.1183
			40.00	0.7960	1.3688	0.3511	0.5412	12.3104	8.9339	17.5708	8.0799
			30.00	0.8047	1.6523	0.3550	0.5156	12.9883	9.3046	18.6223	8.9508
			20.00	0.8134	1.9969	0.3388	0.5120	12.6100	11.1308	18.7357	8.7557
	0.0306	0.0277	50.00	0.7824	1.0966	0.3871	0.1525	11.5505	0.8743	14.4537	8.9875
			40.00	0.7917	1.3092	0.3481	0.1768	12.5035	0.4848	15.5986	10.0437
			30.00	0.8004	1.5781	0.3593	0.1527	13.2914	0.3570	16.6104	10.9494
			20.00	0.8093	1.9087	0.3246	0.1758	13.2401	1.2835	16.8453	11.0165
Ácido Caprílico (1) / Ácido Láurico (2)	0.0853	0.0734	50.00	0.7921	1.2222	0.4733	0.9690	18.0437	109.7763	15.5472	10.5746
			40.00	0.8011	1.4753	0.4515	0.9522	10.4165	32.3543	20.9765	4.0407
			30.00	0.8098	1.7849	0.4447	0.9249	10.6199	34.8838	22.0736	4.7669
			20.00	0.8186	2.1760	0.4072	0.9312	10.2207	38.6555	22.7642	4.9667
	0.0546	0.0469	50.00	0.7865	1.1411	0.4352	0.5118	9.4698	18.9300	15.9843	5.0266
			40.00	0.7954	1.3861	0.4378	0.4840	11.5494	18.0672	18.4717	7.4818
			30.00	0.8041	1.6718	0.4408	0.4586	11.9094	19.6935	19.4383	8.1980
			20.00	0.8128	2.0292	0.4237	0.4552	11.6030	22.4906	19.8822	8.2988
	0.0324	0.0279	50.00	0.7821	1.0992	0.4556	0.1178	10.6018	7.1258	14.5186	7.9750
			40.00	0.7911	1.3105	0.4535	0.1045	11.2959	7.5394	15.5356	8.8584
			30.00	0.7999	1.5784	0.4508	0.0936	11.8630	8.2617	16.4796	9.6516
			20.00	0.8088	1.9091	0.4147	0.1171	11.6125	10.1736	16.7061	9.6564

Ácido Caprico (1) / Ácido Laurico (2)	0.0964	0.0902	50.00	0.7950	1.3899	0.2706	1.3340	1.6572	88.9504	25.7550	0.5492
			40.00	0.8001	1.5727	0.7294	0.8296	17.9315	18.1088	25.8070	8.4039
			30.00	0.8120	1.7595	0.2989	1.2057	11.7827	29.0370	20.8913	1.7035
			20.00	0.8212	2.0763	0.2046	1.2551	8.8513	35.6865	19.0031	1.3355
	0.0550	0.0515	50.00	0.7878	1.0698	0.2273	0.7204	5.9712	18.8404	10.8790	0.4578
			40.00	0.7959	1.3204	0.3198	0.5973	9.8441	15.2541	14.9093	3.7486
			30.00	0.8023	1.5104	0.6086	0.2826	5.6378	22.1639	11.3656	0.6385
			20.00	0.8156	1.8216	0.0086	0.8515	5.0696	24.6101	11.3138	1.1021
	0.0349	0.0327	50.00	0.7801	1.0016	0.7346	0.1203	3.0888	13.9159	6.3325	1.1492
			40.00	0.7911	1.1269	0.4776	0.1147	1.7339	20.6036	1.9381	6.1328
			30.00	0.7998	1.4091	0.4776	0.0962	2.8051	16.3163	6.6033	1.3285
			20.00	0.8019	1.7068	1.2887	0.7272	2.8799	17.4447	7.0021	1.1559
Ácido Caprico (1) / Ácido Oléico (2)	0.0832	0.0779	50.00	0.7922	1.3912	0.3214	1.1438	4.1602	126.1457	26.8167	2.8967
			40.00	0.8015	1.5054	0.2551	1.1607	6.0163	85.3399	23.0132	0.3449
			30.00	0.8111	1.8163	0.1318	1.2387	4.4788	97.9120	23.8578	0.3037
			20.00	0.8258	2.1759	0.6319	1.9524	0.4686	117.5664	23.1808	2.3476
	0.0451	0.0423	50.00	0.7830	1.1127	0.6057	0.2145	6.0705	45.2513	14.7854	1.9048
			40.00	0.7919	1.3450	0.6033	0.1895	7.1874	49.1230	16.9157	3.8333
			30.00	0.8011	1.5964	0.5345	0.2332	5.3132	58.8337	16.5836	2.8820
			20.00	0.8114	1.8269	0.3181	0.4255	1.7936	79.1955	12.0284	3.0625
	0.0282	0.0264	50.00	0.7790	1.0050	0.7208	0.2021	1.1180	34.5685	6.9916	1.6125
			40.00	0.7892	1.2012	0.5600	0.0594	1.7063	37.8908	8.3362	0.4877
			30.00	0.7973	1.4021	0.6416	0.1563	1.3378	47.2032	6.4712	2.9101
			20.00	0.8088	1.6846	0.2772	0.1922	3.0138	55.7242	6.1066	3.7170
	0.0842	0.0847	50.00	0.7900	1.4352	0.8185	0.8246	2.2115	99.2343	29.0963	1.2811
			40.00	0.8022	1.4995	0.3787	1.2055	10.5135	57.7625	22.8181	0.5636

Ácido Caprico (1) / Ácido Linoleico (2)	0.0454	0.0456	30.00	0.8104	1.7904	0.4242	1.1140	9.0386	66.3799	22.8802	0.3027
			20.00	0.8200	2.0040	0.2838	1.2096	0.1802	90.7556	16.7438	9.3831
			50.00	0.7822	1.2061	0.8239	0.0889	15.5854	20.3099	21.4625	10.1792
			40.00	0.7976	1.2987	0.0048	0.8813	6.8473	36.3528	14.0489	1.2229
			30.00	0.8020	1.5082	0.5285	0.3264	3.4878	45.5688	11.8137	1.8741
			20.00	0.8098	1.8155	0.6264	0.2053	2.1340	52.6416	11.5960	2.6928
	0.0265	0.0267	50.00	0.7789	1.0907	0.7527	0.2118	10.7789	12.6097	14.4743	7.4291
			40.00	0.7811	1.1268	1.6338	1.1056	2.2244	31.5612	2.4945	5.8394
			30.00	0.7916	1.3915	1.3959	0.8847	0.8441	30.4827	5.9737	2.3760
			20.00	0.8011	1.6755	1.2706	0.7744	0.0023	34.9694	5.8246	2.8736
Ácido Oleico (1) + Ácido Laurico (2)	0.0804	0.0863	50.00	0.7905	1.3012	0.4756	0.9876	6.7528	84.8941	23.9348	2.1549
			40.00	0.8000	1.5133	0.3783	1.0331	2.9084	101.2742	22.7868	4.9073
			30.00	0.8096	1.9041	0.2433	1.1208	5.0839	106.4834	26.7399	0.7821
			20.00	0.8194	2.3152	0.0785	1.2421	2.2318	123.9964	27.1425	1.5661
	0.0437	0.0469	50.00	0.7825	1.1846	0.6421	0.1763	10.0105	45.6072	19.6484	5.4118
			40.00	0.7911	1.2958	0.6715	0.1187	1.5588	65.6562	13.4096	2.5887
			30.00	0.8006	1.4850	0.5659	0.1979	4.2295	83.2507	9.9401	7.4353
			20.00	0.8107	1.9010	0.3756	0.3635	0.4022	85.3134	15.0732	2.0573
	0.0259	0.0278	50.00	0.7798	1.0026	0.5652	0.0738	0.1020	39.1923	6.6706	2.8965
			40.00	0.7894	1.1653	0.4869	0.0130	2.1952	46.8864	5.4050	4.6929
			30.00	0.7923	1.3724	1.2245	0.7626	4.5107	55.6349	4.3306	6.3183
			20.00	0.8019	1.6846	1.0952	0.6481	4.0850	61.3738	5.9836	4.9405
Ácido Laurico (1) / Ácido Linoleico (2)	0.0844	0.0797	50.00	0.7930	1.2911	0.2541	1.2836	11.5103	56.2544	23.8373	0.5887
			40.00	0.8025	1.4902	0.1604	1.3253	8.0533	67.9126	22.1305	2.6420
			30.00	0.8100	1.8425	0.2921	1.1499	9.5813	71.2927	24.8469	0.1099
			20.00	0.8201	2.2114	0.0931	1.3044	6.9470	83.4271	24.3179	1.9522
	0.0470	0.0444	50.00	0.7863	1.1476	0.2296	0.6494	9.9601	33.1992	17.2472	3.7656

		40.00	0.7995	1.3007	0.3100	1.1552	5.4782	43.7879	13.9498	0.6270
		30.00	0.8061	1.5919	0.0474	0.8686	6.9284	46.0582	16.2070	1.4266
		20.00	0.8174	1.8973	0.3706	1.1653	4.5186	55.1027	15.1474	0.4563
		50.00	0.7712	1.0216	1.7545	1.1981	3.5382	26.5501	8.4481	0.5448
0.0290	0.0274	40.00	0.7832	1.2137	1.3564	0.8206	3.7796	28.9867	9.2246	0.0367
		30.00	0.7963	1.4122	0.7830	0.2669	0.8099	36.2552	7.0817	2.7779
		20.00	0.8043	1.7348	0.8627	0.3613	1.7953	38.6681	8.7648	1.3150

[a] A fração mássica do solvente w_3 pode ser calculada por diferença. [b]A: Regra de Kay Simples em fração mássica; B: Regra de Kay Simples em fração molar; C: Regra de Kay Modificada em fração mássica; D: Regra de Kay Modificada em fração molar.

C2 – Dados experimentais e DMR dos modelos para densidade (ρ) e viscosidade cinemática (ν) em função da temperatura (T) dos sistemas contendo etanol anidro como solvente [a].

SISTEMA	w_1	w_2	T (ºC)	ρ (g/cm³)	ν (mm².s^{-1})	DMR (%) para ρ^*		DMR (%) para ν^*			
						A	B	A	B	C	D
Ácido Oléico (1) / Ácido Linoléico (2)	0.0827	0.0818	50.00	0.7798	1.2472	0.9531	0.8341	4.1074	128.2538	18.6588	14.6981
			40.00	0.7884	1.4671	0.9930	0.7343	7.8965	148.2056	18.3673	16.8284
			30.00	0.7969	1.7470	1.0165	0.6570	12.3099	171.9067	18.1706	18.9855
			20.00	0.8055	2.0827	1.0041	0.6201	18.9668	204.0240	17.0750	22.6521
	0.0533	0.0526	50.00	0.7743	1.1280	0.8786	0.2946	2.5555	92.0310	12.8442	9.0377
			40.00	0.7832	1.3413	0.8989	0.2345	3.9803	104.0169	13.5901	9.1545
			30.00	0.7917	1.5896	0.9392	0.1587	7.3854	121.7132	13.0976	10.9194
			20.00	0.8003	1.8837	0.9415	0.1241	12.8195	146.1860	11.5407	14.1683
	0.0302	0.0299	50.00	0.7691	1.0481	0.9379	0.2617	0.7795	55.9020	8.2727	4.2763
			40.00	0.7781	1.2374	0.9587	0.3057	1.9119	63.9858	8.4891	4.6074
			30.00	0.7867	1.4610	0.9981	0.3656	4.4465	75.6513	7.7216	6.1121
			20.00	0.7954	1.7266	0.9980	0.3843	8.5948	91.8857	5.9139	8.8812
Ácido Caprílico (1) / Ácido Linoleico (2)	0.0828	0.0836	50.00	0.7829	1.1797	0.7511	0.9784	2.0234	62.2346	14.3512	7.7595
			40.00	0.7915	1.4023	0.8029	0.8780	1.3376	68.8019	15.0124	7.8385
			30.00	0.8001	1.6659	0.8256	0.8120	0.7546	78.7097	14.6906	9.2385
			20.00	0.8088	1.9832	0.8126	0.7856	4.2323	92.3673	13.5115	11.8409
	0.0532	0.0537	50.00	0.7764	1.0988	0.7316	0.4103	2.5846	42.3854	10.7352	3.7109
			40.00	0.7852	1.3007	0.7728	0.3368	2.0708	47.2120	11.1464	3.8060
			30.00	0.7939	1.5394	0.7954	0.2854	0.2807	54.6945	10.5668	5.1066
			20.00	0.8026	1.8299	0.7930	0.2617	2.5217	64.7553	9.3077	7.2710
	0.0276	0.0279	50.00	0.7700	1.0162	0.8162	0.2098	1.3067	24.2106	5.7204	2.0139
			40.00	0.7790	1.2139	0.8434	0.2543	2.2019	25.5085	7.0710	0.8451

			30.00	0.7876	1.4325	0.8887	0.3150	0.7406	30.2567	6.2737	2.0286
			20.00	0.7963	1.6965	0.8944	0.3345	1.7001	36.9178	4.6853	4.1072
Ácido Caprílico (1) / Ácido Oléico (2)	0.0806	0.0807	50.00	0.7812	1.1784	0.7706	0.8102	31.1669	168.2623	10.2545	23.9025
			40.00	0.7895	1.4049	0.8619	0.6733	4.6412	103.0919	14.9166	10.0674
			30.00	0.7982	1.6683	0.8724	0.6214	8.1234	120.4353	14.5269	11.7511
			20.00	0.8066	1.9919	0.8973	0.5598	13.0529	143.1849	13.5785	14.2875
	0.0527	0.0529	50.00	0.7743	1.0945	0.9019	0.1610	1.5430	64.5759	10.1424	5.9198
			40.00	0.7831	1.2937	0.9416	0.0899	2.9325	73.7819	10.4029	6.3074
			30.00	0.7917	1.5315	0.9755	0.0284	5.6624	86.7217	9.8231	7.7511
			20.00	0.8004	1.8137	0.9714	0.0074	10.1657	104.8482	8.1851	10.5418
	0.0300	0.0301	50.00	0.7691	1.0237	0.9544	0.3368	0.8491	39.5946	6.0396	3.2935
			40.00	0.7779	1.2135	1.0048	0.4054	1.1720	44.5891	6.6641	2.9946
			30.00	0.7865	1.4308	1.0476	0.4643	3.3749	53.2460	5.7593	4.4150
			20.00	0.7952	1.6900	1.0507	0.4820	6.9618	65.3603	3.8878	6.9533
Ácido Caprílico (1) / Ácido Cáprico (2)	0.0878	0.0866	50.00	0.7831	11.471	2.3666	0.6759	45.7425	145.3950	5.0087	35.5976
			40.00	0.7917	13.673	2.3603	0.7172	9.9430	49.8800	1.0573	18.3694
			30.00	0.8005	16.234	2.3647	0.7636	11.5378	54.2485	0.4822	19.7310
			20.00	0.8090	19.333	2.3335	0.7705	14.9618	61.5053	1.5696	22.9474
	0.0553	0.0545	50.00	0.7749	1.0724	0.9663	0.1200	2.1658	21.2095	8.1003	2.8184
			40.00	0.7838	1.2635	0.9914	0.0643	1.6721	23.1121	8.0950	3.1712
			30.00	0.7925	0.2307	1.0111	0.0175	545.2068	717.3301	499.6429	575.6044
			20.00	0.8012	1.7682	1.0060	0.0017	2.1203	31.0528	5.7080	6.6555
	0.0324	0.0319	50.00	0.7714	1.0180	0.7448	1.3842	12.8167	0.1768	15.9840	10.1829
			40.00	0.7803	1.2161	0.6522	1.2740	13.6191	0.0022	17.0068	11.0984
			30.00	0.7889	1.4418	0.6180	1.2239	13.0997	1.4416	16.7943	10.6777

			20.00	0.7976	1.7049	0.5732	1.1649	11.7586	3.9750	15.8439	9.4458
Ácido Caprílico (1) / Ácido Láurico (2)	0.0932	0.0851	50.00	0.7823	1.1662	1.0030	0.7492	32.9152	137.1901	7.6132	23.7532
			40.00	0.7911	1.3881	1.0243	0.6790	0.3282	50.9649	12.8921	7.7517
			30.00	0.7996	1.6489	1.0554	0.6050	2.0961	57.0136	12.5330	8.9774
			20.00	0.8081	1.9694	1.0634	0.5582	4.8011	65.0799	11.5872	11.0143
	0.0595	0.0544	50.00	0.7748	1.0750	1.0421	0.1143	0.0836	33.7041	8.0058	5.2355
			40.00	0.7836	1.2767	1.0786	0.0455	0.0913	35.9847	8.7148	4.8803
			30.00	0.7922	1.5106	1.1096	0.0140	1.6952	40.7749	8.0845	6.1014
			20.00	0.8009	1.7895	1.1029	0.0333	4.5930	47.8368	6.4488	8.5379
	0.0339	0.0310	50.00	0.7695	1.0385	1.0194	0.3456	2.4786	17.6242	7.1042	0.4054
			40.00	0.7783	1.2128	1.0681	0.4132	1.2133	20.6107	6.3327	1.4943
			30.00	0.7869	1.4318	1.1093	0.4711	0.1404	23.9530	5.5562	2.6137
			20.00	0.7956	1.6982	1.1111	0.4881	2.3436	28.6602	4.0787	4.5244
Ácido Caprico (1) / Ácido Laurico (2)	0.0831	0.0858	50.00	0.7942	1.3133	0.8257	2.4096	5.2335	86.0253	20.5300	3.7895
			40.00	0.8018	1.4070	0.6413	2.1742	7.6205	28.9063	15.7429	1.7004
			30.00	0.8212	1.7210	1.9251	3.3906	9.2885	28.5872	17.8951	0.3065
			20.00	0.8288	2.6037	1.7894	3.2137	27.0372	5.2334	34.5351	19.9992
	0.0531	0.0548	50.00	0.7852	1.0733	0.5010	1.5452	3.7902	21.1698	8.9120	2.6005
			40.00	0.7944	1.3153	0.5062	1.5147	7.1118	18.3404	12.4443	1.0238
			30.00	0.8086	1.4870	1.1505	2.1206	1.6603	26.8942	7.7722	4.6622
			20.00	0.8140	1.7519	0.7347	1.6801	1.1758	32.4175	5.6600	7.5079
	0.0310	0.0320	50.00	0.7799	1.0086	0.4224	1.0447	1.7915	13.9233	4.8848	2.0550
			40.00	0.7832	1.1694	0.3934	0.2505	0.2825	17.9329	3.2766	4.3831
			30.00	0.7987	1.3973	0.4308	1.0491	0.2062	18.9324	3.6510	4.2285
			20.00	0.8064	1.5916	0.2887	0.8895	6.3263	27.5039	1.8677	10.4841
Ácido Caprico (1) / Ácido Oléico (2)	0.0870	0.0834	50.00	0.7815	1.4990	0.8119	0.8906	1.6347	119.6369	29.7805	0.0845

			40.00	0.7989	1.5384	0.2631	1.8902	4.0375	90.0864	22.3812	2.2088
			30.00	0.8029	1.7824	0.3371	1.2482	1.7189	111.6396	20.0868	6.4220
			20.00	0.8111	2.1760	0.3786	1.1607	4.1395	128.5635	20.9727	6.5242
	0.0550	0.0527	50.00	0.7715	1.1318	1.2711	0.1606	2.2353	59.5731	13.3390	2.7247
			40.00	0.7903	1.3687	0.0201	1.0391	3.1438	64.6862	15.5491	0.7813
			30.00	0.7993	1.5915	0.0011	1.0264	1.2161	80.1377	13.4723	4.0088
			20.00	0.8089	2.0248	0.1093	1.1032	1.7710	83.9465	17.9976	0.6619
			50.00	0.7684	1.0304	1.0780	0.4117	0.2625	40.7289	6.7061	3.2575
	0.0325	0.0312	40.00	0.7812	1.2064	0.5996	0.0407	1.8745	47.7407	6.1652	4.2739
			30.00	0.7901	1.4088	0.6079	0.0120	5.1342	58.2701	4.3427	6.7585
			20.00	0.7996	1.8664	0.5113	0.0896	2.9675	52.4494	13.0189	2.4738
			50.00	0.7859	1.4531	0.3429	1.4378	1.5778	96.2838	28.2469	0.9332
	0.0805	0.0874	40.00	0.7924	1.5019	0.6593	1.0688	8.2729	60.3296	21.0447	1.3823
			30.00	0.8002	1.7541	0.7646	0.9130	4.6726	72.8865	19.3879	4.5092
			20.00	0.8102	2.0293	0.5899	1.0374	1.5293	91.7532	15.9140	10.1458
			50.00	0.7793	1.1240	0.1369	0.8808	6.7952	33.0996	13.5614	0.9340
Ácido Caprico (1) / Ácido Linoleico (2)	0.0447	0.0485	40.00	0.7831	1.3877	0.8122	0.1785	10.2858	31.6346	17.5298	5.0034
			30.00	0.7954	1.4924	0.3818	0.5746	0.3802	51.8415	8.6800	5.7633
			20.00	0.8026	1.9063	0.5731	0.3578	4.1183	50.0981	13.8422	0.3693
			50.00	0.7713	1.0211	0.6694	0.0270	1.7646	25.6261	6.2572	2.0706
	0.0277	0.0300	40.00	0.7807	1.2024	0.6381	0.0173	1.2284	28.9479	6.2708	2.3780
			30.00	0.7894	1.4010	0.6730	0.0710	1.5671	35.7589	4.2534	4.9365
			20.00	0.7955	1.7631	0.9986	0.4120	2.0319	34.5270	8.3709	0.7904
			50.00	0.7671	1.3793	2.4955	0.8592	9.5763	77.6156	26.4557	1.6866
Ácido Oleico (1) + Ácido Laurico (2)	0.0840	0.0808	40.00	0.7825	1.6959	1.6280	0.0628	10.8994	83.0004	29.4106	4.5257
			30.00	0.8001	1.8221	0.4849	1.0120	2.0596	120.0010	21.6076	7.3678
			20.00	0.8094	2.1178	0.3950	1.0548	9.9969	149.8178	18.5485	13.0725

	0.0436	0.0420	50.00	0.7604	1.1343	2.3709	1.4956	4.1916	51.9022	14.2027	0.0581
			40.00	0.7752	1.4436	1.6066	0.7689	9.9660	48.3909	20.5687	6.7903
			30.00	0.7898	1.6226	0.8639	0.0598	2.8675	67.1949	15.8209	0.5601
			20.00	0.7999	1.8018	0.6776	0.1003	7.7228	94.6519	8.6232	8.7160
	0.0275	0.0264	50.00	0.7522	1.0778	3.0746	2.5140	4.5885	32.7833	11.0553	1.9582
			40.00	0.7704	1.2125	1.8463	1.3123	0.8477	44.8298	6.8994	3.0263
			30.00	0.7785	1.4389	1.9408	1.4240	2.3533	52.3644	6.6096	3.7828
			20.00	0.7835	1.7029	2.4158	1.9126	5.6650	63.8838	4.9458	6.1104
Ácido Laurico (1) / Ácido Linoleico (2)	0.0804	0.0829	50.00	0.7720	1.3435	1.9591	0.2415	12.7551	52.4021	24.9794	2.5141
			40.00	0.7876	1.5048	1.0757	0.5693	6.5780	68.7776	20.9889	3.6907
			30.00	0.8002	1.7816	0.5926	0.9933	4.0568	79.8226	20.4066	5.5691
			20.00	0.8099	2.2201	0.4423	1.0949	4.9457	85.4468	22.9015	3.4332
	0.0455	0.0470	50.00	0.7692	1.1082	1.3733	0.3792	4.2032	41.2965	12.1445	2.1753
			40.00	0.7789	1.3921	1.2815	0.3222	9.2580	37.6583	17.6027	3.6255
			30.00	0.7886	1.5962	1.1635	0.2356	4.6373	49.2824	14.4099	0.7227
			20.00	0.8014	1.9584	0.6363	0.2595	5.0212	53.9912	15.9182	0.3997
	0.0283	0.0292	50.00	0.7600	1.0049	2.1085	1.4790	0.6780	32.0575	4.6158	4.8336
			40.00	0.7713	1.1893	1.8151	1.2089	0.8010	35.1435	5.1025	4.6707
			30.00	0.7802	1.3995	1.8106	1.2238	2.7272	41.1845	4.0086	6.2829
			20.00	0.7957	1.7765	0.9266	0.3621	1.6571	39.0231	8.9154	1.2654

[a] A fração mássica do solvente w_3 pode ser calculada por diferença. [b]A: Regra de Kay Simples em fração mássica; B: Regra de Kay Simples em fração molar; C: Regra de Kay Modificada em fração mássica; D: Regra de Kay Modificada em fração molar.

C3 – Dados experimentais e DMR dos modelos para densidade (ρ) e viscosidade cinemática (ν) em função da temperatura (T) dos sistemas contendo 1-propanol como solvente [a].

SISTEMA	w_1	w_2	T (ºC)	ρ (g/cm³)	ν (mm².s⁻¹)	DMR (%) para ρ^*		DMR (%) para ν^*			
						A	B	A	B	C	D
Ácido Oléico (1) / Ácido Linoléico (2)	0.08616	0.0835	70.00	0.7741	1.1269	2.4752	0.3837	9.5958	77.2971	5.1139	21.6918
			60.00	0.7828	1.3725	2.1849	0.5116	9.4598	81.7225	6.5999	20.8791
			50.00	0.7912	1.6983	1.9396	0.5990	9.1064	86.1995	8.4145	19.6681
			40.00	0.7995	2.1176	1.7122	0.6721	9.5818	92.5837	9.7045	19.1758
			30.00	0.8075	2.7676	1.5271	0.7069	6.7877	93.6364	13.8394	14.9334
			20.00	0.8156	3.4945	1.3333	0.7531	9.7565	105.7610	13.5443	16.6320
	0.05542	0.05371	70.00	0.7756	1.2184	0.9264	0.9402	6.6243	34.3354	14.9856	0.0416
			60.00	0.7845	1.4899	0.6899	1.0702	7.6512	35.8966	16.7418	1.4411
			50.00	0.7930	1.8149	0.5094	1.1475	7.1004	40.0914	17.1719	1.3357
			40.00	0.8013	2.2391	0.3577	1.1985	6.3747	44.9745	17.5759	1.1684
			30.00	0.8094	2.8060	0.2339	1.2241	5.5974	50.4364	18.0876	1.0969
			20.00	0.8175	3.5410	0.1126	1.2491	3.7649	58.2114	17.8780	0.1112
	0.0295	0.02858	70.00	0.7685	1.1266	0.7094	0.3061	5.6280	18.2510	10.2660	2.0369
			60.00	0.7772	1.3444	0.5516	0.4061	4.8654	21.1488	10.0313	1.4656
			50.00	0.7860	1.6282	0.3845	0.5166	4.3030	24.0523	10.0585	1.1630
			40.00	0.7943	1.9967	0.2842	0.5621	3.6036	27.4369	10.0422	0.7937
			30.00	0.8024	2.4850	0.2110	0.5818	2.8465	31.2607	10.0742	0.4566
			20.00	0.8105	3.1124	0.1392	0.6012	1.0339	36.9761	9.2609	0.8430
Ácido Caprílico (1) / Ácido Linoleico (2)	0.08466	0.08415	70.00	0.7838	1.2275	0.4549	1.3812	6.8728	25.3884	13.8894	0.4995
			60.00	0.7928	1.5208	0.3024	1.4992	9.6373	23.1453	16.8451	2.6470
			50.00	0.8013	1.8546	0.2157	1.5532	9.8060	24.5434	17.4448	3.0308

			40.00	0.8096	2.2805	0.1556	1.5818	9.4917	26.7857	17.6568	2.9429
			30.00	0.8178	2.8442	0.1089	1.5978	9.0979	29.3564	17.8628	2.8286
			20.00	0.8259	3.5961	0.0753	1.6015	8.4324	32.5741	17.9035	2.4962
	0.04562	0.04535	70.00	0.7713	1.1251	0.6801	0.3614	5.2787	14.1168	9.2250	1.1314
			60.00	0.7801	1.3405	0.5582	0.4638	4.6681	15.8226	8.8816	0.5878
			50.00	0.7887	1.6167	0.4645	0.5387	4.0626	17.6408	8.5754	0.0739
			40.00	0.7970	1.9798	0.4106	0.5746	3.6369	19.3736	8.4779	0.2233
			30.00	0.8052	2.4554	0.3703	0.5974	3.0192	21.5027	8.2420	0.6843
			20.00	0.8134	3.0700	0.3308	0.6197	1.6016	24.8356	7.3055	1.9300
			70.00	0.7666	1.0774	0.6391	0.0000	4.1586	8.1284	6.5855	1.6119
			60.00	0.7755	1.2812	0.5086	0.1183	3.4840	9.5191	6.0793	0.9765
	0.02742	0.02725	50.00	0.7841	1.5441	0.4196	0.1958	2.9272	10.8548	5.7085	0.4771
			40.00	0.7924	1.8848	0.3704	0.2339	2.3319	12.3256	5.3244	0.0435
			30.00	0.8006	2.3377	0.3348	0.2587	1.8808	13.7366	5.1084	0.3941
			20.00	0.8088	2.9164	0.2999	0.2831	0.4194	16.4531	3.9511	1.7501
Ácido Caprílico (1) / Ácido Oleico (2)			70.00	0.7700	1.2301	1.3187	0.0221	17.4577	85.1525	8.8106	15.2086
			60.00	0.7859	1.4553	0.2763	1.0293	0.7884	47.9114	12.3689	4.9384
	0.08408	0.08214	50.00	0.7944	1.7623	0.2001	1.0837	0.2997	52.8549	12.3593	5.4356
			40.00	0.8027	2.1628	0.1502	1.1126	1.5226	58.4895	12.3840	5.9231
			30.00	0.8108	2.6981	0.1265	1.1160	2.7552	64.7134	12.5814	6.2359
			20.00	0.8190	3.3846	0.0908	1.1316	5.2980	73.7660	11.8947	7.6655
			70.00	0.7708	1.1376	0.4572	0.4235	2.0763	29.5154	9.1187	1.9563
			60.00	0.7798	1.3552	0.3169	0.5484	1.0434	33.0479	8.7351	2.6772
	0.05393	0.05268	50.00	0.7883	1.6378	0.2434	0.6074	0.1638	36.6935	8.5850	3.1548
			40.00	0.7966	2.0056	0.1963	0.6405	0.8064	40.8365	8.4603	3.6243
			30.00	0.8048	2.4883	0.1632	0.6601	2.0544	45.8223	8.2164	4.2521
			20.00	0.8130	3.1157	0.1305	0.6795	4.1486	52.5948	7.3806	5.5806

	0.03042	0.02972	70.00	0.7662	1.0253	0.4673	0.0414	2.9632	22.9720	1.3267	5.3805
			60.00	0.7751	1.2674	0.3420	0.1578	0.0289	20.7754	4.5426	2.1105
			50.00	0.7835	1.5459	0.2835	0.2080	0.3990	21.8844	5.2939	1.4798
			40.00	0.7922	1.8947	0.1880	0.2952	0.0952	24.2720	5.2847	1.6735
			30.00	0.8007	2.3464	0.1201	0.3551	1.0726	27.5511	4.8990	2.2841
			20.00	0.8089	2.9288	0.0906	0.3770	2.9524	32.3503	3.7698	3.7107
Ácido Caprilico (1) / Ácido Caprico (2)	0.08529	0.08824	70.00	0.7800	1.3032	0.2375	1.0799	5.6883	42.7343	13.8745	1.7121
			60.00	0.7874	1.4098	0.3003	0.9979	4.4611	12.2615	9.6131	0.6603
			50.00	0.7964	1.7111	0.1615	1.1153	4.6950	12.1367	9.9021	0.3854
			40.00	0.8009	2.0730	0.5888	0.6741	3.5157	13.6851	8.8607	1.5947
			30.00	0.8138	2.5389	0.0332	1.2695	1.9808	15.6677	7.4912	3.1727
			20.00	0.8210	2.9197	0.0538	1.1651	7.7242	27.3247	1.5728	13.3402
	0.04671	0.04832	70.00	0.7697	1.0998	0.5259	0.2334	3.7609	6.3264	6.6636	0.8017
			60.00	0.7801	1.3164	0.2025	0.5428	3.8380	6.3314	6.7753	0.8952
			50.00	0.7893	1.5867	0.0445	0.6883	3.4486	6.8575	6.4374	0.5099
			40.00	0.7946	1.9346	0.3752	0.3489	2.9212	7.5430	5.9690	0.0152
			30.00	0.8010	2.4213	0.5648	0.1497	3.5390	6.9666	6.6131	0.6419
			20.00	0.8110	2.8768	0.3141	0.3879	2.5545	13.8466	0.7662	5.6094
	0.02913	0.03014	70.00	0.7601	1.0019	1.3139	0.8267	2.8078	9.8177	0.8464	4.8119
			60.00	0.7783	1.2083	0.0421	0.5154	1.9337	8.9474	0.0360	3.9115
			50.00	0.7808	1.4276	0.6637	0.1944	4.3901	11.6413	2.3456	6.4048
			40.00	0.7894	1.7486	0.5764	0.1146	4.4585	11.7871	2.3833	6.4622
			30.00	0.7923	2.2291	1.2144	0.7568	1.8802	9.1036	0.1746	3.8207
			20.00	0.8049	2.7155	0.6261	0.1780	5.6153	13.1874	3.4507	7.6108
Ácido Caprilico (1) / Ácido Laurico (2)	0.08431	0.08477	70.00	0.7775	1.1470	0.5092	0.8403	22.0400	71.1886	2.0046	18.1998
			60.00	0.7863	1.4131	0.3910	0.9363	2.3416	22.0031	9.6084	2.9938
			50.00	0.7948	1.7167	0.3132	0.9928	2.4228	22.5329	9.9412	2.7712

			40.00	0.8031	2.1048	0.2618	1.0237	2.1194	23.6016	9.9450	2.9321
			30.00	0.8112	2.6224	0.2367	1.0290	1.9452	24.5734	10.0985	2.9313
			20.00	0.8193	3.2900	0.2118	1.0345	0.8773	26.7620	9.4705	3.8368
	0.05305	0.05334	70.00	0.7711	1.1162	0.4990	0.3821	2.7919	13.3909	7.3308	0.7271
			60.00	0.7797	1.3304	0.4097	0.4570	2.3058	14.3748	7.0243	1.1542
			50.00	0.7883	1.6060	0.3223	0.5303	1.8910	15.3148	6.8023	1.4949
			40.00	0.7966	1.9649	0.2743	0.5649	1.5073	16.2626	6.6287	1.7888
			30.00	0.8047	2.4395	0.2528	0.5735	1.1401	17.2418	6.4926	2.0482
			20.00	0.8128	3.0528	0.2314	0.5821	0.0252	19.2303	5.6282	3.1103
			70.00	0.7681	1.0519	0.2760	0.2396	1.0592	8.9280	3.7582	1.0282
			60.00	0.7768	1.2709	0.1788	0.3283	1.9843	8.1711	4.7518	0.0390
	0.03035	0.03051	50.00	0.7857	1.5404	0.0584	0.4403	2.0627	8.3689	4.9310	0.0926
			40.00	0.7940	1.8877	0.0159	0.4750	1.9397	8.8156	4.9252	0.0269
			30.00	0.8022	2.3439	0.0127	0.4959	1.6957	9.4280	4.8148	0.1523
			20.00	0.8104	2.9415	0.0410	0.5168	0.9444	10.6433	4.2287	0.8362
			70.00	0.7743	1.3110	0.7138	0.5886	0.3992	39.5796	16.4158	0.0908
			60.00	0.7863	1.4662	0.1732	1.0960	10.1769	6.8715	14.3233	3.9927
	0.08237	0.0827	50.00	0.7941	1.6921	0.1721	1.0714	5.7714	12.2762	10.1818	0.6988
			40.00	0.8014	1.9911	0.2371	0.9820	1.7987	17.1891	6.4623	4.9229
			30.00	0.8115	2.4409	0.0361	1.2272	0.3390	19.1240	5.1450	6.4569
Ácido Caprico (1) / Ácido Laurico (2)			20.00	0.8190	3.1688	0.0022	1.1695	2.9903	16.1548	7.7449	3.5955
			70.00	0.7720	1.1279	0.0793	0.6586	7.3160	3.0456	9.6670	3.6982
			60.00	0.7801	1.3326	0.0533	0.6694	6.1804	4.4036	8.5926	2.5259
	0.04513	0.04531	50.00	0.7889	1.5024	0.0525	0.7597	0.7008	12.1688	1.9251	4.6135
			40.00	0.7974	1.8628	0.1352	0.8273	0.4374	11.0135	3.0723	3.4197
			30.00	0.8004	2.2781	0.4829	0.1993	1.2383	13.0033	1.4831	5.1466
			20.00	0.8113	3.0029	0.1115	0.5543	2.9942	8.4027	5.6452	0.7351

	0.02819	0.0283	70.00	0.7630	1.0172	0.8324	0.3600	0.4814	7.7455	1.1210	2.9617
			60.00	0.7745	1.2257	0.3595	0.1010	0.2865	6.9888	1.8984	2.1699
			50.00	0.7806	1.3450	0.5942	0.1421	9.9401	18.0390	8.1374	12.6419
			40.00	0.7913	1.7014	0.2426	0.1987	6.5180	14.4440	4.7451	9.1282
			30.00	0.7995	2.1738	0.2033	0.2288	3.6514	11.4459	1.8989	6.1828
			20.00	0.8069	2.8946	0.2688	0.1546	1.7040	5.7705	3.3939	0.6869
Ácido Caprico (1) / Ácido Oléico (2)	0.08403	0.08555	70.00	0.7801	1.4009	0.0210	1.3971	0.3876	64.6054	20.8054	1.9372
			60.00	0.7873	1.5074	0.1009	1.2896	4.1765	45.1543	15.6459	2.1234
			50.00	0.7925	1.7204	0.4322	0.9346	2.8727	59.3230	10.4690	8.9149
			40.00	0.8001	2.0258	0.4566	0.8828	8.6148	72.3428	6.7012	14.0797
			30.00	0.8092	2.7982	0.2949	1.0152	0.6224	61.9316	15.9147	3.3736
			20.00	0.8147	3.2507	0.5789	0.7081	10.0827	84.6764	8.4711	13.1762
	0.04605	0.04688	70.00	0.7683	1.2013	0.5945	0.2169	8.9762	17.9871	14.7191	5.3081
			60.00	0.7796	1.4172	0.1507	0.6407	7.1748	22.1876	13.5274	3.7402
			50.00	0.7851	1.6755	0.4562	0.3213	4.3326	28.0976	11.4626	1.1761
			40.00	0.7930	1.9592	0.4523	0.3092	1.0791	37.9406	7.1589	3.9233
			30.00	0.8015	2.3168	0.3738	0.3716	7.2633	49.5204	2.3395	9.6493
			20.00	0.8087	3.1674	0.4579	0.2728	0.1489	42.9594	9.7457	1.6607
	0.02869	0.02921	70.00	0.7601	1.1357	1.2386	0.7217	7.4516	10.4725	11.1522	5.1049
			60.00	0.7689	1.3173	1.1045	0.5989	4.2339	15.6171	8.3966	2.0053
			50.00	0.7798	1.4777	0.7144	0.2211	3.7395	26.8446	1.1832	5.8900
			40.00	0.7831	1.8742	1.3104	0.8244	0.7481	24.9594	4.4948	2.5246
			30.00	0.7915	2.2363	1.2314	0.7558	5.5849	33.0896	0.4704	7.0479
			20.00	0.8007	2.9647	1.0595	0.5945	1.2563	29.9901	5.1767	2.1924
Ácido Caprico (1) / Ácido Linoleico (2)	0.0841	0.0859	70.00	0.7809	1.3059	0.0594	1.4617	3.8762	60.5350	15.5785	6.4041
			60.00	0.7912	1.5355	0.2535	1.7402	10.3685	23.8916	17.7498	2.6406
			50.00	0.7984	1.7815	0.1724	1.6311	5.9486	31.7002	14.1675	1.9353

			40.00	0.8069	2.0568	0.2538	1.6829	0.5332	42.7871	8.8189	8.6654
			30.00	0.8105	2.4203	0.2695	1.1390	7.0464	54.4184	3.5907	15.3214
			20.00	0.8193	3.1129	0.1482	1.2310	6.0287	55.5823	5.2668	13.7620
	0.0460	0.0470	70.00	0.7756	1.2064	0.2771	1.1380	11.5158	7.8960	15.3645	7.1395
			60.00	0.7801	1.3110	0.1613	0.6864	2.3534	20.0824	6.8567	2.3730
			50.00	0.7907	1.5673	0.1815	1.0095	0.8501	23.0727	5.7142	3.8191
			40.00	0.7970	1.8244	0.0213	0.7920	4.7832	31.4086	0.7039	9.5482
			30.00	0.8029	2.1008	0.2714	0.5279	13.6046	44.1026	7.2301	18.5448
			20.00	0.8098	2.8269	0.3935	0.3910	7.1197	37.6067	0.6530	11.5170
			70.00	0.7640	1.0367	0.7306	0.2043	0.3589	13.2118	2.9627	2.6022
			60.00	0.7711	1.1734	0.8334	0.3171	5.4351	20.4928	2.5105	8.5024
	0.0274	0.0280	50.00	0.7823	1.4009	0.4054	0.0986	7.0490	23.1252	3.8864	10.0798
			40.00	0.7918	1.6171	0.2038	0.2891	13.8963	31.9373	10.2995	17.0112
			30.00	0.8004	1.9821	0.1200	0.3627	15.8041	35.2172	11.8793	18.8334
			20.00	0.8054	2.2802	0.4849	0.0100	27.4632	50.1605	22.8069	30.6111
			70.00	0.7794	1.2856	0.0519	1.4216	5.4135	43.7173	16.8962	2.2759
			60.00	0.7826	1.4682	0.5403	0.8087	0.2236	55.3226	12.8528	7.8292
	0.0830	0.0837	50.00	0.7899	1.8085	0.5978	0.7238	0.2241	57.9886	14.2564	6.6965
			40.00	0.7982	2.2630	0.5341	0.7589	0.7818	60.8261	15.8694	5.3210
			30.00	0.8076	2.7844	0.3429	0.9206	1.9957	69.6059	14.8298	7.3066
Ácido Oléico (1) / Ácido Laurico (2)			20.00	0.8122	3.4266	0.7341	0.5077	6.7362	82.5085	12.4293	11.0847
			70.00	0.7712	1.1053	0.1234	0.6522	0.1172	31.8053	7.0528	4.3919
			60.00	0.7785	1.2268	0.1953	0.5645	8.3218	45.1532	0.1984	12.8734
	0.0454	0.0457	50.00	0.7803	1.5731	0.9802	0.2307	2.9818	40.3572	5.3886	6.9178
			40.00	0.7893	2.0062	0.8395	0.1069	0.1813	38.6243	9.0082	3.1733
			30.00	0.7980	2.4173	0.7315	0.0151	4.0107	47.4922	6.0367	6.9235
			20.00	0.8051	3.1165	0.8200	0.1182	3.0336	49.5429	7.8859	5.2183

	0.0283	0.0285	70.00	0.7670	0.9676	0.2628	0.2274	9.2784	32.1793	4.4574	12.3642
			60.00	0.7722	1.2155	0.6189	0.1373	4.4450	27.7896	0.5433	7.1863
			50.00	0.7793	1.4061	0.7176	0.2457	9.7511	36.0084	4.0546	12.3648
			40.00	0.7833	1.8495	1.2220	0.7578	2.8117	29.2430	3.0117	4.9551
			30.00	0.7915	2.1499	1.1710	0.7170	10.6399	41.3370	3.7702	12.5460
			20.00	0.8009	2.8574	0.9855	0.5419	5.8726	37.7214	1.3682	7.2285
Ácido Laurico (1) / Ácido Linoleico (2)	0.0850	0.0856	70.00	0.7801	1.1732	0.0447	1.4545	0.1164	41.3776	9.3341	9.7500
			60.00	0.7858	1.4233	0.3052	1.1677	0.8760	42.0500	10.5340	8.7386
			50.00	0.7901	1.6842	0.7579	0.6919	2.1225	48.3172	8.4078	11.8017
			40.00	0.7997	2.0121	0.5284	0.8890	5.6441	55.6697	5.9142	15.3686
			30.00	0.8085	2.6038	0.3979	0.9891	2.4442	53.3485	9.4814	11.5311
			20.00	0.8127	3.1524	0.8461	0.5189	7.9677	64.4092	5.4452	17.1032
	0.0465	0.0468	70.00	0.7749	0.9767	0.2542	1.1012	10.7096	38.6319	4.9472	16.8133
			60.00	0.7800	1.2148	0.1017	0.7309	6.8256	34.9979	0.9384	12.6069
			50.00	0.7888	1.4564	0.0047	0.8195	8.2517	38.1722	1.9180	13.9731
			40.00	0.7941	1.9755	0.3158	0.4851	1.7374	26.7997	7.8589	3.3022
			30.00	0.8047	2.0681	0.0166	0.7985	17.2857	53.1744	9.4815	23.0746
			20.00	0.8095	2.9943	0.3661	0.4029	2.8818	36.1524	4.4553	7.7160
	0.0287	0.0289	70.00	0.7673	0.7806	0.2790	0.2544	33.6245	55.3971	29.2743	38.2025
			60.00	0.7735	1.1025	0.5075	0.0162	13.3747	32.7192	9.4612	17.1869
			50.00	0.7808	1.3568	0.5889	0.0755	11.7365	31.7500	7.6355	15.4048
			40.00	0.7886	1.6234	0.5941	0.0912	14.7672	36.4044	10.2747	18.4219
			30.00	0.7925	1.9463	1.1007	0.6055	19.3785	43.1397	14.3777	23.0346
			20.00	0.7990	2.8346	1.2794	0.7935	3.8669	25.7644	0.8062	6.8923

[a] A fração mássica do solvente w_3 pode ser calculada por diferença. [b]A: Regra de Kay Simples em fração mássica; B: Regra de Kay Simples em fração molar; C: Regra de Kay Modificada em fração mássica; D: Regra de Kay Modificada em fração molar.

C4 – Dados experimentais e DMR dos modelos para densidade (ρ) e viscosidade cinemática (ν) em função da temperatura (T) dos sistemas contendo 2-propanol como solvente [a].

SISTEMA	w_1	w_2	T (ºC)	ρ (g/cm³)	ν (mm².s⁻¹)	DMR (%) para ρ^*		DMR (%) para ν^*			
						A	B	A	B	C	D
Ácido Oléico (1) / Ácido Linoléico (2)	0,0825	0,0914	70,00	0,7508	1,1273	3,0756	0,3193	1,1125	69,0290	17,0567	8,8988
			60,00	0,7592	1,3735	2,9158	0,2865	2,0358	76,2681	14,9810	12,0292
			50,00	0,7676	1,6986	2,7474	0,2660	5,2305	83,8587	12,9528	15,1438
			40,00	0,7752	2,1184	2,7111	0,1212	9,3263	93,3484	10,2828	19,1622
			30,00	0,7838	2,7656	2,5327	0,1182	10,4104	97,8281	10,1865	19,8116
			20,00	0,7913	3,4941	2,4914	0,0147	17,4553	113,4231	5,3821	26,8103
	0,0450	0,0499	70,00	0,7523	1,2182	0,8189	1,0710	18,9638	17,2403	26,5489	14,5020
			60,00	0,7607	1,4903	0,7857	0,9971	16,9956	21,1660	25,0572	12,5892
			50,00	0,7691	1,8151	0,7375	0,9403	13,3902	27,6537	22,1358	8,9867
			40,00	0,7776	2,2385	0,6826	0,8923	9,3596	34,9946	18,8958	4,9829
			30,00	0,7852	2,8065	0,7493	0,7267	5,0858	42,9668	15,5144	0,7804
			20,00	0,7928	3,5415	0,8148	0,5642	0,6206	53,4369	10,9543	4,8472
	0,0257	0,0285	70,00	0,7455	1,1258	0,6845	0,4155	17,5718	5,0236	22,1218	14,9927
			60,00	0,7538	1,3444	0,6931	0,3444	13,6742	10,7226	18,6276	11,0751
			50,00	0,7624	1,6277	0,6764	0,2997	9,5680	16,8288	14,9735	6,9667
			40,00	0,7707	1,9958	0,6979	0,2185	5,0203	23,6711	10,9483	2,4342
			30,00	0,7783	2,4860	0,8122	0,0466	0,1367	31,1499	6,6612	2,4065
			20,00	0,7869	3,1089	0,7960	0,0053	6,5410	41,2409	0,7657	9,0380
Ácido Caprílico (1) / Ácido Linoleico (2)	0,0847	0,0842	70,00	0,7609	1,2266	0,8728	1,3596	16,8206	16,6220	24,6120	10,6453
			60,00	0,7692	1,5205	0,9104	1,2696	16,5300	17,0568	24,2673	10,3720
			50,00	0,7772	1,8547	0,9798	1,1498	13,6885	21,1063	21,6217	7,3840
			40,00	0,7873	2,2747	0,7846	1,2900	9,8785	26,5625	18,1110	3,3883
			30,00	0,7937	2,8428	1,0697	0,9610	6,1027	32,0299	14,6502	0,5313

			20,00	0,8011	3,5961	1,2095	0,7753	1,5547	38,6575	10,5125	5,2289
	0,0456	0,0453	70,00	0,7486	1,1244	0,8295	0,4362	16,4944	3,6143	20,8752	13,0772
			60,00	0,7567	1,3405	0,9173	0,3190	12,7530	8,2409	17,2750	9,2007
			50,00	0,7650	1,6167	0,9695	0,2375	8,6502	13,3386	13,3372	4,9626
			40,00	0,7731	1,9798	1,0586	0,1202	4,3682	18,6878	9,2368	0,5562
			30,00	0,7810	2,4554	1,1585	0,0071	0,5040	24,8066	4,5867	4,4411
			20,00	0,7890	3,0700	1,2563	0,1319	6,7088	32,6288	1,3146	10,7940
	0,0274	0,0273	70,00	0,7436	1,0774	0,7132	0,0636	16,0780	3,3452	18,7703	13,9970
			60,00	0,7522	1,2812	0,7393	0,0189	12,0535	1,2701	14,8388	9,8825
			50,00	0,7606	1,5441	0,8033	0,0631	7,7936	6,1703	10,6823	5,5356
			40,00	0,7686	1,8848	0,9042	0,1813	3,1101	11,5765	6,1196	0,7656
			30,00	0,7766	2,3377	1,0155	0,3095	1,8682	17,3454	1,2776	4,2924
			20,00	0,7845	2,9164	1,1246	0,4351	8,4432	24,9842	5,1033	10,9675
Ácido Caprílico (1) / Ácido Oleico (2)	0,0841	0,0821	70,00	0,7469	1,2301	1,7843	0,0598	7,4578	76,2897	20,2375	2,3177
			60,00	0,7623	1,4553	0,8730	0,7944	8,0157	41,5059	20,2138	3,4315
			50,00	0,7706	1,7623	0,9294	0,6981	3,7846	49,2350	16,7927	0,6946
			40,00	0,7786	2,1628	1,0095	0,5795	0,8721	57,9130	13,0902	5,1661
			30,00	0,7865	2,6981	1,1135	0,4381	5,8670	67,4713	9,2036	9,8661
			20,00	0,7944	3,3846	1,2028	0,3119	12,6136	80,2498	3,9536	16,2235
	0,0515	0,0503	70,00	0,7477	1,1376	0,6290	0,4538	13,7275	17,2300	20,9717	10,9444
			60,00	0,7564	1,3552	0,6373	0,4190	9,5985	23,5288	17,3071	6,8294
			50,00	0,7647	1,6378	0,7093	0,3218	5,3042	30,2250	13,5374	2,5945
			40,00	0,7727	2,0056	0,8048	0,2018	0,5891	37,7072	9,4409	2,0110
			30,00	0,7807	2,4883	0,9114	0,0714	4,7877	46,3636	4,8141	7,2167
			20,00	0,7886	3,1157	1,0156	0,0562	11,5069	57,2252	0,9381	13,6938
	0,0268	0,0262	70,00	0,7432	1,0253	0,4352	0,1426	10,4097	7,7069	14,4793	8,9056
			60,00	0,7518	1,2674	0,4685	0,0953	9,5602	9,1182	13,7320	8,1184

			50,00	0,7600	1,5459	0,5652	0,0148	6,1756	13,6701	10,5892	4,7788
			40,00	0,7684	1,8947	0,6214	0,0844	1,6586	19,7097	6,3980	0,3215
			30,00	0,7767	2,3464	0,7021	0,1780	3,7520	26,9878	1,3964	5,0000
			20,00	0,7846	2,9288	0,8182	0,3066	10,6227	36,2501	4,9400	11,7446
Ácido Caprilico (1) / Ácido Caprico (2)	0,0853	0,0882	70,00	0,7566	1,3032	0,7270	0,9446	3,5999	34,4417	24,5054	9,5747
			60,00	0,7638	1,4098	0,9244	0,7114	11,8022	5,7074	17,5812	7,3009
			50,00	0,7725	1,7111	0,9163	0,6812	8,8344	8,4410	14,3888	4,0899
			40,00	0,7769	2,0730	1,4764	0,0926	4,1836	13,0889	9,5835	0,8750
			30,00	0,7894	2,5389	0,9751	0,5496	1,2731	18,5729	3,9749	6,6669
			20,00	0,7964	2,9197	1,1868	0,3053	16,0691	34,7751	10,5751	22,2674
	0,0450	0,0466	70,00	0,7466	1,0998	0,6787	0,2511	15,4658	5,0856	18,7445	13,1555
			60,00	0,7567	1,3164	0,5050	0,4012	12,2740	1,9997	15,4418	9,8130
			50,00	0,7656	1,5867	0,4935	0,3912	8,3529	1,8533	11,4193	5,7276
			40,00	0,7708	1,9346	0,9702	0,1022	3,9301	6,2082	6,8926	1,1353
			30,00	0,7770	2,4213	1,3029	0,4527	0,2549	9,6806	3,0725	2,6751
			20,00	0,7866	2,8768	1,1892	0,3600	11,0801	21,4767	8,2250	14,3538
	0,0276	0,0286	70,00	0,7373	1,0019	1,3436	0,7573	10,1948	3,1033	12,3725	8,6677
			60,00	0,7550	1,2083	0,1438	0,4218	7,3545	0,3884	9,4429	5,7362
			50,00	0,7574	1,4276	1,0054	0,4485	1,0991	5,9602	3,1616	0,6660
			40,00	0,7657	1,7486	1,0691	0,5250	3,3712	10,3513	1,3877	5,2457
			30,00	0,7685	2,2291	1,8595	1,3242	5,5480	12,2634	3,6957	7,4812
			20,00	0,7807	2,7155	1,4128	0,8925	14,8342	21,6874	13,0036	16,9450
Ácido Caprilico (1) / Ácido Laurico (2)	0,0843	0,0848	70,00	0,7542	1,1470	0,9846	0,7273	11,4146	61,7161	14,1783	5,0170
			60,00	0,7627	1,4131	1,0011	0,6709	9,7159	15,4289	17,6291	5,1940
			50,00	0,7710	1,7167	1,0554	0,5783	6,5770	18,8294	14,4559	1,8345
			40,00	0,7790	2,1048	1,1334	0,4632	2,7817	23,0112	10,6641	2,1990
			30,00	0,7869	2,6224	1,2354	0,3253	1,2267	27,4012	6,6574	6,4364

			20,00	0,7947	3,2900	1,3351	0,1903	6,5791	33,4094	1,3895	12,0611
	0,0459	0,0462	70,00	0,7480	1,1162	0,5075	0,4657	15,3672	0,6166	19,7759	13,0341
			60,00	0,7563	1,3304	0,7456	0,3087	10,7296	5,9066	15,6732	7,9429
			50,00	0,7647	1,6060	0,8034	0,2266	6,8277	10,0854	11,7803	3,8732
			40,00	0,7727	1,9649	0,8976	0,1089	2,6082	14,5963	7,5727	0,5152
			30,00	0,7806	2,4395	1,0156	0,0318	1,9939	19,5097	2,9875	5,2865
			20,00	0,7884	3,0528	1,1310	0,1694	7,9126	25,9091	2,8668	11,4014
	0,0281	0,0283	70,00	0,7451	1,0519	0,2892	0,3185	13,6219	3,9025	16,4433	12,1467
			60,00	0,7535	1,2709	0,3492	0,2445	10,9950	1,2481	13,7835	9,4417
			50,00	0,7621	1,5404	0,3822	0,1974	7,3323	2,5352	10,1142	5,6870
			40,00	0,7702	1,8877	0,4902	0,0763	3,1326	6,8876	5,9163	1,3907
			30,00	0,7781	2,3439	0,6090	0,0554	1,6027	11,8019	1,1897	3,4444
			20,00	0,7861	2,9415	0,7251	0,1841	7,3711	17,8188	4,5511	9,3227
Ácido Caprico (1) / Ácido Laurico (2)	0,0824	0,0827	70,00	0,7511	1,3110	1,1718	0,5043	9,7721	31,2519	26,8792	11,2845
			60,00	0,7627	1,4662	0,7645	0,8586	17,3426	0,5049	21,9853	11,6604
			50,00	0,7703	1,6921	0,8965	0,6834	10,0208	8,5007	14,7206	3,8354
			40,00	0,7774	1,9911	1,0924	0,4461	2,5045	16,5620	7,2153	4,1721
			30,00	0,7871	2,4409	0,9447	0,5482	3,0970	22,1768	1,4838	10,0999
			20,00	0,7944	3,1688	1,1042	0,3485	4,8152	23,0898	0,5609	11,8419
	0,0451	0,0453	70,00	0,7489	1,1279	0,2717	0,6780	18,5468	7,4989	21,3009	15,3910
			60,00	0,7567	1,3326	0,3953	0,5290	14,3081	3,2274	17,0075	10,9755
			50,00	0,7652	1,5024	0,4355	0,4630	4,2328	7,5368	7,0301	0,5073
			40,00	0,7735	1,8628	0,4958	0,3777	1,2151	10,2834	3,8766	2,6139
			30,00	0,7764	2,2781	1,2593	0,4042	5,0336	16,5667	2,4392	9,0723
			20,00	0,7869	3,0029	1,0233	0,1947	5,4968	16,3750	3,1238	9,5010
	0,0290	0,0291	70,00	0,7401	1,0172	0,9308	0,3057	12,0129	4,0471	13,9454	9,7960
			60,00	0,7513	1,2257	0,6133	0,0077	9,1210	1,2874	10,9783	6,8223

			50,00	0,7572	1,3450	1,0016	0,4109	4,4833	13,0318	2,5058	7,1272
			40,00	0,7675	1,7014	0,7981	0,2254	5,7737	13,9592	3,9295	8,4408
			30,00	0,7755	2,1738	0,9051	0,3482	7,7917	15,6501	6,0709	10,4883
			20,00	0,7827	2,8946	1,1147	0,5728	7,3207	14,6578	5,7625	9,9708
Ácido Caprico (1) / Ácido Oléico (2)	0,0840	0,0856	70,00	0,7567	1,4009	0,4916	1,3350	8,4414	56,8541	30,7798	9,4254
			60,00	0,7637	1,5074	0,7067	1,0730	11,1918	38,9952	23,2367	5,9906
			50,00	0,7687	1,7204	1,1726	0,5654	1,3341	55,6297	15,0221	4,0367
			40,00	0,7761	2,0258	1,3272	0,3645	7,9165	71,7298	7,4572	13,2678
			30,00	0,7849	2,7982	1,2914	0,3519	2,3944	64,5802	12,6476	6,8916
			20,00	0,7903	3,2507	1,7036	0,1006	17,7413	91,4002	0,1745	22,1346
	0,0464	0,0473	70,00	0,7453	1,2013	0,8086	0,2445	19,4788	8,4057	25,7109	16,6730
			60,00	0,7562	1,4172	0,5128	0,5077	14,7596	15,3462	21,4863	11,9545
			50,00	0,7615	1,6755	0,9659	0,0302	8,6810	24,2987	16,0571	5,8855
			40,00	0,7692	1,9592	1,1054	0,1363	0,4386	37,6345	7,8999	3,2415
			30,00	0,7775	2,3168	1,1670	0,2250	11,1222	53,4531	1,5972	13,8699
			20,00	0,7844	3,1674	1,3898	0,4728	8,3405	50,9371	1,2942	10,6155
	0,0287	0,0292	70,00	0,7373	1,1357	1,3156	0,6500	18,7703	0,3745	22,7524	17,0122
			60,00	0,7459	1,3173	1,3390	0,6919	12,5773	7,6214	16,9483	10,7900
			50,00	0,7564	1,4777	1,1017	0,4745	1,3506	21,9666	6,4009	0,5259
			40,00	0,7596	1,8742	1,8514	1,2376	0,0364	24,2077	5,2990	1,6971
			30,00	0,7678	2,2363	1,9204	1,3239	9,5082	36,8493	3,5518	11,1902
			20,00	0,7767	2,9647	1,8926	1,3134	9,9838	38,3540	3,7720	11,4171
Ácido Caprico (1) / Ácido Linoleico (2)	0,0841	0,0859	70,00	0,7575	1,3059	0,5353	1,3976	5,5919	52,2247	26,2082	5,4502
			60,00	0,7675	1,5355	0,3549	1,5227	17,2534	17,8486	25,1491	10,3719
			50,00	0,7744	1,7815	0,5681	1,2627	10,0098	28,1357	18,5312	2,6277
			40,00	0,7827	2,0568	0,6149	1,1672	0,1543	42,1836	9,5575	7,8924
			30,00	0,7862	2,4203	1,2698	0,4749	10,5331	57,4787	0,1541	19,2438
			20,00	0,7947	3,1129	1,2718	0,4251	14,0238	62,5997	3,3176	22,7615

	0,0460	0,0470	70,00	0,7523	1,2064	0,0742	1,1683	22,0512	1,9348	26,2987	18,3848
			60,00	0,7567	1,3110	0,5142	0,5564	10,6426	12,3476	15,4589	6,4775
			50,00	0,7670	1,5673	0,3159	0,7234	5,5953	18,6448	10,6381	1,2490
			40,00	0,7731	1,8244	0,6627	0,3515	3,9864	30,6650	1,5307	8,6969
			30,00	0,7788	2,1008	1,0551	0,0650	17,7339	47,9557	11,5138	22,9581
			20,00	0,7855	2,8269	1,3161	0,3510	16,1697	46,0515	10,0402	21,1925
	0,0274	0,0280	70,00	0,7411	1,0367	0,7994	0,1306	12,7678	1,2965	15,6411	10,3050
			60,00	0,7480	1,1734	1,0597	0,4076	3,9387	11,4920	7,0664	1,2497
			50,00	0,7588	1,4009	0,7843	0,1518	1,6757	17,9656	1,6030	4,4886
			40,00	0,7680	1,6171	0,7322	0,1175	12,9864	31,0636	9,3700	16,0642
			30,00	0,7764	1,9821	0,7952	0,1972	20,2339	39,4708	16,4041	23,4447
			20,00	0,7812	2,2802	1,3073	0,7230	38,8193	61,0649	34,4058	42,4347
Ácido Oléico (1) / Ácido Laurico (2)	0,0830	0,0837	70,00	0,7560	1,2856	0,4050	1,3797	15,0880	35,2418	27,4177	9,1617
			60,00	0,7591	1,4682	1,1361	0,6102	7,0195	48,9773	20,7368	0,7665
			50,00	0,7662	1,8085	1,3274	0,3719	4,2483	54,4631	18,6407	1,9015
			40,00	0,7743	2,2630	1,3941	0,2572	1,4104	60,2754	16,5549	4,5688
			30,00	0,7833	2,7844	1,3293	0,2727	5,0445	72,2768	11,5016	10,9713
			20,00	0,7878	3,4266	1,8505	0,2875	14,0424	88,9092	4,4449	19,9092
	0,0454	0,0457	70,00	0,7481	1,1053	0,3162	0,6943	11,6507	21,0531	19,0944	8,2743
			60,00	0,7552	1,2268	0,5380	0,4455	0,5629	36,8704	9,0818	3,0958
			50,00	0,7569	1,5731	1,4737	0,5099	1,7600	35,9366	10,3440	1,6879
			40,00	0,7656	2,0062	1,4770	0,5414	0,9081	37,9468	9,7681	2,3698
			30,00	0,7740	2,4173	1,5102	0,6018	7,6101	50,8477	2,2715	10,9124
			20,00	0,7809	3,1165	1,7386	0,8552	11,2672	57,2187	0,7319	14,3670
	0,0320	0,0322	70,00	0,7440	0,9676	0,4490	0,2728	2,9733	23,5404	8,8595	0,3636
			60,00	0,7490	1,2155	0,9596	0,2552	3,5517	23,2613	9,5032	1,0550
			50,00	0,7560	1,4061	1,2095	0,5239	5,5691	35,4977	1,0777	8,1743

			40,00	0,7598	1,8495	1,8649	1,1952	3,1831	33,0913	3,4681	5,5810
			30,00	0,7678	2,1499	1,9592	1,3087	16,0652	50,5619	8,3767	18,5644
			20,00	0,7768	2,8574	1,9147	1,2838	16,3123	51,8736	8,3617	18,5814
Ácido Laurico (1) / Ácido Linoleico (2)	0,0850	0,0856	70,00	0,7566	1,1732	0,5190	1,4068	10,7023	32,1333	20,7975	2,4697
			60,00	0,7623	1,4233	0,9156	0,9645	8,3367	35,5348	18,6166	0,1090
			50,00	0,7664	1,6842	1,5039	0,3347	2,1924	44,5491	13,0846	6,8001
			40,00	0,7757	2,0121	1,4026	0,3829	4,9382	55,0532	6,6797	14,5484
			30,00	0,7842	2,6038	1,3983	0,3370	5,6996	56,1913	5,9495	15,3220
			20,00	0,7883	3,1524	1,9765	0,2807	15,8977	71,3343	3,1628	26,3609
	0,0485	0,0488	70,00	0,7517	0,9767	0,0101	1,1217	1,8793	28,1127	8,4647	3,3554
			60,00	0,7566	1,2148	0,5145	0,5913	1,6894	28,2687	8,2298	3,5553
			50,00	0,7651	1,4564	0,5520	0,5232	3,6051	35,1045	3,2341	9,1237
			40,00	0,7703	1,9755	1,0162	0,0335	2,0312	27,7128	8,4559	3,1701
			30,00	0,7805	2,0681	0,8202	0,1977	22,0378	59,0744	14,0763	28,4829
			20,00	0,7852	2,9943	1,3426	0,3486	11,9452	45,9434	4,6685	17,8126
	0,0300	0,0302	70,00	0,7443	0,7806	0,3954	0,3194	17,4822	40,9322	12,5053	21,3799
			60,00	0,7503	1,1025	0,7797	0,0823	3,6969	24,3232	0,6558	7,1381
			50,00	0,7573	1,3568	1,0138	0,3345	6,4962	27,6226	2,0623	10,0259
			40,00	0,7650	1,6234	1,1684	0,5074	14,1919	36,8049	9,4706	17,9655
			30,00	0,7687	1,9463	1,8251	1,1788	24,2516	48,8383	19,1428	28,3373
			20,00	0,7750	2,8346	2,1496	1,5199	13,3338	35,7696	8,6922	17,0337

[a] A fração mássica do solvente w_3 pode ser calculada por diferença. [b]A: Regra de Kay Simples em fração mássica; B: Regra de Kay Simples em fração molar; C: Regra de Kay Modificada em fração mássica; D: Regra de Kay Modificada em fração molar.

C5 – Dados experimentais e DMR dos modelos para densidade (ρ) e viscosidade cinemática (ν) em função da temperatura (T) dos sistemas contendo 1-butanol como solvente [a].

SISTEMA	w_1	w_2	T (ºC)	ρ (g/cm³)	ν (mm².s⁻¹)	DMR (%) para ρ^*		DMR (%) para ν^*			
						A	B	A	B	C	D
Ácido Oléico (1) / Ácido Linoléico (2)	0,08616	0,0835	70,00	0,7843	1,3611	1,8033	0,7189	10,5900	60,6103	2,6597	19,6387
			60,00	0,7912	1,5188	1,7674	0,6132	21,6423	79,9739	5,8325	30,9945
			50,00	0,8083	2,0052	0,4327	1,7801	14,6072	72,9934	1,5873	22,7240
			40,00	0,8107	2,5224	0,9505	1,1386	15,0343	77,4265	2,6786	22,3313
			30,00	0,8153	3,4609	1,2028	0,7583	7,6125	69,8910	10,4865	13,4741
			20,00	0,8219	4,0808	1,1896	0,6401	19,3104	93,1559	2,6604	24,5168
	0,05512	0,05341	70,00	0,7763	1,3077	1,5585	0,1148	6,4169	40,6032	2,1144	12,0830
			60,00	0,7885	1,4971	0,8889	0,6795	13,5284	52,3856	3,6092	19,1860
			50,00	0,7994	1,9763	0,4049	1,0641	6,4024	45,3030	3,7569	11,2568
			40,00	0,8080	2,3269	0,2262	1,1502	13,4118	57,8220	1,5444	17,9992
			30,00	0,8096	3,0583	0,9079	0,3888	10,0192	56,2964	2,6356	13,7730
			20,00	0,8189	3,8953	0,6277	0,5782	12,0826	62,8798	2,1337	15,0410
	0,0295	0,02858	70,00	0,7704	1,2368	1,2369	0,3253	5,4336	24,9748	0,7841	8,4407
			60,00	0,7791	1,4514	1,0672	0,2090	9,2490	30,9175	3,9764	12,1552
			50,00	0,7872	1,8834	0,9799	0,1734	3,6496	25,7168	1,8426	6,1596
			40,00	0,7964	2,2451	0,7625	0,0075	8,5303	33,4151	2,1945	10,8381
			30,00	0,8003	2,9812	1,2140	0,5048	3,5669	29,2330	3,1187	5,3920
			20,00	0,8081	3,7907	1,1658	0,5052	4,9519	33,1722	2,5692	6,3308
Ácido Caprílico (1) / Ácido Linoleico (2)	0,07614	0,07378	70,00	0,7865	1,3746	0,8054	0,7063	0,9121	25,5403	5,4083	6,5724
			60,00	0,7928	1,6402	0,9925	0,4951	2,6318	28,6255	4,0999	8,2383
			50,00	0,8000	1,9529	1,0611	0,4011	5,9044	33,8203	1,4010	11,5001
			40,00	0,8091	2,4964	0,8863	0,5476	3,1670	31,5577	4,3510	8,3929
			30,00	0,8150	3,1326	1,1137	0,2980	3,9184	33,8734	4,1191	8,9065

			20,00	0,8245	3,8655	0,8984	0,4854	8,2144	41,0053	0,7130	13,0598
	0,05596	0,05423	70,00	0,7800	1,3199	0,6081	0,4071	0,0341	16,8678	4,0877	3,7430
			60,00	0,7816	1,5955	1,4148	0,4097	0,3086	17,8417	4,0224	3,9328
			50,00	0,7919	1,8503	1,0815	0,0976	6,1207	25,4470	1,2983	9,8318
			40,00	0,7997	2,3733	1,0867	0,1202	2,8701	22,4540	2,0731	6,3217
			30,00	0,8075	2,9840	1,0845	0,1353	3,2272	23,8438	2,0440	6,5122
			20,00	0,8154	3,8054	1,0722	0,1399	3,7955	25,6273	1,8662	6,8798
	0,03219	0,0312	70,00	0,7600	1,2248	2,3588	1,7893	3,5236	13,3297	1,2121	5,6078
			60,00	0,7716	1,4190	1,8453	1,2888	8,2048	18,8595	5,6717	10,3285
			50,00	0,7837	1,7329	1,2852	0,7418	8,5852	19,7360	5,9077	10,6489
			40,00	0,7905	2,2656	1,4246	0,8902	3,1227	14,2057	0,4315	5,0043
			30,00	0,8003	2,7897	1,1802	0,6566	5,5006	17,4121	2,5716	7,3275
			20,00	0,8099	3,6009	0,9608	0,4477	4,6135	17,0728	1,5069	6,3062
Ácido Caprílico (1) / Ácido Oleico (2)	0,08685	0,08417	70,00	0,7796	1,4832	0,7908	0,3124	19,1857	68,0477	5,4281	14,3229
			60,00	0,7875	1,6325	0,7815	0,3031	8,7177	47,5620	2,4779	12,7264
			50,00	0,7994	1,8941	0,2685	0,7925	15,7478	59,5867	2,9391	19,3787
			40,00	0,8156	2,3500	0,7571	1,7898	16,9109	64,0220	2,9407	19,8045
			30,00	0,8195	3,1219	0,2609	1,2815	12,0631	60,2974	2,4694	13,9448
			20,00	0,8219	3,9791	0,4111	0,5993	13,9545	66,5574	2,1639	14,7785
	0,05676	0,05501	70,00	0,7703	1,3713	1,2892	0,5481	0,6351	22,9093	7,0215	2,0726
			60,00	0,7801	1,5407	1,0323	0,3056	7,5409	34,5233	0,1331	10,1436
			50,00	0,7898	1,7039	0,7931	0,0802	19,7456	51,6855	10,8597	22,2021
			40,00	0,7995	2,2167	0,5606	0,1388	14,9257	47,6500	5,6893	16,7711
			30,00	0,8089	2,9943	0,3743	0,3122	7,8890	40,8318	1,5544	9,0396
			20,00	0,8124	3,7935	0,9281	0,2493	9,8421	45,9773	0,6885	10,2965
	0,03015	0,02922	70,00	0,7680	1,2523	0,9753	0,5702	2,9918	16,9203	0,6417	4,5081
			60,00	0,7749	1,3543	1,1017	0,7029	15,5241	32,1042	11,1475	17,0317

			50,00	0,7806	1,6841	1,3891	0,9958	14,0772	31,5277	9,4106	15,3343
			40,00	0,7912	2,1229	1,0394	0,6540	12,6261	31,0742	7,6225	13,5894
			30,00	0,7993	2,7945	1,0097	0,6309	8,0864	27,1398	2,8394	8,6864
			20,00	0,8081	3,5988	0,9035	0,5313	7,7825	28,3396	2,0292	7,9867
Ácido Caprilico (1) / Ácido Caprico (2)	0,08738	0,0904	70,00	0,7759	1,3724	1,4463	0,4005	21,4490	49,1921	1,4940	14,6061
			60,00	0,7803	1,7145	1,8845	0,8506	4,0611	6,1999	7,7872	0,8263
			50,00	0,7917	1,9020	1,4168	0,4036	5,7053	16,9328	1,6468	9,2585
			40,00	0,8038	2,5526	0,8737	0,1184	2,4762	7,8169	6,1825	0,7879
			30,00	0,8174	3,0055	0,1650	0,8050	4,0369	14,9552	0,1177	7,4992
			20,00	0,8207	3,7262	0,7268	0,2336	7,0674	18,2482	3,0628	10,6047
	0,05052	0,05226	70,00	0,7625	1,2247	2,2193	1,6090	5,3759	12,2285	3,0115	7,4289
			60,00	0,7780	1,5251	1,2021	0,6073	2,2743	8,8712	0,0100	4,2639
			50,00	0,7884	1,8141	0,8762	0,2927	5,1585	11,8900	2,8589	7,1990
			40,00	0,7926	2,2684	1,3563	0,7791	4,1824	10,8048	1,9291	6,1963
			30,00	0,8058	2,8759	0,6763	0,1119	3,2694	9,7923	1,0573	5,2555
			20,00	0,8140	3,5720	0,6428	0,0873	6,1359	12,8027	3,8806	8,1638
	0,02678	0,0277	70,00	0,7569	1,1272	2,5174	2,1266	11,7953	16,5233	10,2036	13,1826
			60,00	0,7673	1,3855	2,1745	1,7911	9,9582	14,5693	8,4142	11,3210
			50,00	0,7723	1,7624	2,5396	2,1609	5,7465	10,1460	4,2803	7,0540
			40,00	0,7888	2,0965	1,4085	1,0398	10,1554	14,7049	8,6453	11,5126
			30,00	0,7913	2,6885	2,0926	1,7272	7,9775	12,4076	6,5120	9,3014
			20,00	0,8019	3,3797	1,7353	1,3768	9,6643	14,1374	8,1884	11,0004
Ácido Caprilico (1) / Ácido Laurico (2)	0,08794	0,09097	70,00	0,7837	1,3640	0,4313	0,6724	25,1574	59,2228	2,8357	18,8439
			60,00	0,7894	1,5620	0,7128	0,3763	8,5363	26,7861	1,9543	12,3645
			50,00	0,7954	1,9538	0,9444	0,1300	6,3160	24,4564	0,2633	9,9644
			40,00	0,8088	2,3079	0,2596	0,7906	11,7356	31,1192	4,6570	15,4446
			30,00	0,8155	3,0494	0,4006	0,6345	6,5334	25,3626	0,3995	9,9293

			20,00	0,8196	3,8945	0,8595	0,1640	6,7715	26,0420	0,3923	10,0099
	0,05254	0,05436	70,00	0,7786	1,2847	0,1094	0,5260	2,0099	12,2899	1,4670	4,1213
			60,00	0,7829	1,4159	0,5717	0,0564	12,0100	23,4462	8,1261	14,2784
			50,00	0,7899	1,8974	0,6875	0,0687	2,3604	12,9685	1,2614	4,3792
			40,00	0,7975	2,1356	0,7320	0,1227	12,8266	24,7194	8,7397	14,9816
			30,00	0,8069	2,9889	0,5403	0,0582	1,4779	12,3818	2,2985	3,3417
			20,00	0,8126	3,6197	0,8155	0,2248	7,1512	18,9164	3,0389	9,0268
	0,02975	0,03078	70,00	0,7704	1,1274	0,7310	0,3232	12,8604	20,2793	10,4160	14,3447
			60,00	0,7796	1,3154	0,5555	0,1549	17,0284	24,8231	14,4497	18,5348
			50,00	0,7837	1,7848	1,0439	0,6479	5,5960	12,7361	3,2217	6,9203
			40,00	0,7917	2,0336	1,0309	0,6412	14,9459	22,8528	12,2999	16,3425
			30,00	0,7996	2,8535	1,0305	0,6470	3,0781	10,3079	0,6400	4,2830
			20,00	0,8091	3,4227	0,8315	0,4547	9,8439	17,7194	7,1641	11,0684
Ácido Caprico (1) / Ácido Laurico (2)	0,08351	0,08639	70,00	0,7860	1,4609	0,0217	1,1190	9,7214	40,5797	6,4836	7,8187
			60,00	0,7892	1,5601	0,5595	0,5211	4,0329	17,0942	0,3570	9,1536
			50,00	0,7946	1,8186	0,8712	0,1900	9,1134	22,7162	5,2979	14,4547
			40,00	0,8011	2,2585	1,0289	0,0118	8,8121	22,2891	5,0421	14,1056
			30,00	0,8098	2,9602	0,9051	0,1125	4,3038	17,1461	0,7182	9,3423
			20,00	0,8100	3,1362	1,8467	0,8413	25,6382	41,0264	21,3464	31,6591
	0,04512	0,04668	70,00	0,7780	1,3283	0,0997	0,5321	3,5970	3,6790	5,5291	0,8659
			60,00	0,7821	1,5052	0,5805	0,0409	2,8369	10,5359	0,8006	5,7368
			50,00	0,7903	1,7994	0,5435	0,0646	5,2185	13,0361	3,1579	8,1700
			40,00	0,7998	2,1333	0,3295	0,2645	9,9630	18,0758	7,8307	13,0294
			30,00	0,8049	2,6378	0,6869	0,1034	11,7757	19,9696	9,6267	14,8719
			20,00	0,8098	2,9724	1,0540	0,4809	26,6312	35,8612	24,2135	30,1125
	0,02924	0,03025	70,00	0,7710	1,2650	0,5941	0,1899	0,8722	3,9677	2,1232	0,9109
			60,00	0,7795	1,4590	0,5101	0,1148	3,9126	8,9440	2,6174	5,7733

			50,00	0,7870	1,5713	0,5678	0,1806	18,0427	23,7136	16,5880	20,1457
			40,00	0,7932	2,0742	0,7811	0,4013	10,8169	16,1022	9,4650	12,7798
			30,00	0,8032	2,4504	0,5086	0,1379	17,9200	23,5068	16,4941	19,9950
			20,00	0,8086	2,8002	0,8205	0,4566	31,7575	37,9631	30,1758	34,0590
Ácido Caprico (1) / Ácido Oléico (2)	0,0787	0,08142	70,00	0,7801	1,4902	0,7321	0,4802	15,5422	69,3741	7,0225	14,6891
			60,00	0,7878	1,6304	0,7408	0,4462	9,2492	50,6158	2,5072	13,9459
			50,00	0,7983	1,9983	0,4023	0,7559	10,2177	54,3725	2,5521	14,2816
			40,00	0,8053	2,6741	0,5023	0,6327	3,3197	47,2717	9,6263	6,3761
			30,00	0,8168	3,1726	0,0424	1,0636	11,0254	61,3704	4,0896	13,3442
			20,00	0,8201	3,9114	0,5887	0,4999	16,8642	73,5767	0,5024	18,0929
	0,04791	0,04956	70,00	0,7786	1,3297	0,0218	0,6673	0,7978	22,9427	4,9810	3,5598
			60,00	0,7826	1,5056	0,5219	0,1560	8,2194	33,3796	1,5473	10,8690
			50,00	0,7914	1,9087	0,4030	0,2598	5,0820	31,0401	1,9197	7,2868
			40,00	0,7998	2,4701	0,3288	0,3194	1,3427	28,0559	5,9925	3,0427
			30,00	0,8062	2,9823	0,5145	0,1212	6,3837	36,4446	2,0258	7,6297
			20,00	0,8174	3,6737	0,1062	0,5134	11,3189	45,2030	1,6553	11,9429
	0,03022	0,03126	70,00	0,7712	1,2687	0,5621	0,1219	1,6907	16,3185	2,0143	3,4544
			60,00	0,7798	1,3603	0,4717	0,0412	15,0850	32,6349	10,5687	16,8682
			50,00	0,7857	1,8071	0,7281	0,3057	6,4157	23,6934	1,8941	7,8276
			40,00	0,7947	2,3302	0,5894	0,1765	2,7462	20,5892	2,0066	3,8335
			30,00	0,8032	2,8612	0,5130	0,1093	5,7506	25,4921	0,3944	6,5261
			20,00	0,8091	3,4533	0,7650	0,3689	12,5685	35,2784	6,2881	12,9506
Ácido Caprico (1) / Ácido Linoleico (2)	0,08631	0,08818	70,00	0,7866	1,3866	0,0030	1,2693	18,9182	64,7575	1,1610	18,9916
			60,00	0,7902	1,6432	0,5348	0,7185	2,7493	30,3193	4,2921	9,0856
			50,00	0,7983	1,9609	0,4979	0,7297	5,8155	35,2846	1,8050	12,1294
			40,00	0,8067	2,4588	0,4171	0,7849	5,1139	35,5912	2,8766	11,1328
			30,00	0,8156	3,0646	0,2889	0,8873	6,6399	38,9392	1,9569	12,4370

			20,00	0,8285	3,9827	0,3290	1,4743	5,4781	38,9702	3,5834	10,8436
	0,04914	0,0502	70,00	0,7761	1,2226	0,4096	0,3254	6,7845	23,4719	2,8338	10,6460
			60,00	0,7826	1,4910	0,5812	0,1401	6,1207	23,3066	2,0078	9,8616
			50,00	0,7903	1,7899	0,5961	0,1106	8,4395	26,6956	4,0174	12,1426
			40,00	0,8010	2,3074	0,2475	0,4424	4,5547	22,9148	0,0475	7,9858
			30,00	0,8100	2,9052	0,1004	0,5745	4,7469	24,0035	0,0502	8,0155
			20,00	0,8199	3,7831	0,1439	0,8034	3,1085	23,0314	1,9344	6,1248
	0,03102	0,03169	70,00	0,7704	1,1167	0,6919	0,2328	13,5385	24,8324	10,9424	16,0847
			60,00	0,7804	1,2799	0,4130	0,0355	19,9644	32,3391	17,0895	22,5881
			50,00	0,7899	1,6701	0,2175	0,2210	12,6765	24,7687	9,8334	15,0649
			40,00	0,7983	2,2318	0,1522	0,2771	4,6940	16,4242	1,8993	6,8278
			30,00	0,8075	2,8590	0,0019	0,4179	2,9673	15,0583	0,0447	4,9642
			20,00	0,8125	3,6065	0,3633	0,0495	4,4862	17,3982	1,3155	6,3873
Ácido Oléico (1) / Ácido Laurico (2)	0,08495	0,08557	70,00	0,7855	1,4647	0,1590	1,3086	1,0253	39,0409	9,8027	6,6691
			60,00	0,7910	1,6015	0,1386	0,9895	12,8127	57,3804	0,0714	18,6153
			50,00	0,7988	1,9408	0,1376	0,9660	15,1616	63,0802	1,0903	20,4737
			40,00	0,8040	2,3097	0,4712	0,6120	21,4324	74,8329	5,4921	26,2618
			30,00	0,8128	3,0870	0,3421	0,7161	15,8650	69,9106	0,5466	19,5893
			20,00	0,8222	4,0046	0,1527	0,8805	15,9284	73,5053	1,8692	18,5946
	0,04774	0,04809	70,00	0,7767	1,3292	0,1572	0,5027	1,6881	25,3737	4,6147	4,8911
			60,00	0,7826	1,5255	0,4188	0,2284	7,7422	34,1919	0,6009	10,8573
			50,00	0,7901	1,8435	0,4597	0,1737	9,7882	38,3009	1,9710	12,6201
			40,00	0,7985	2,2952	0,3927	0,2264	10,0913	40,4601	1,6307	12,5170
			30,00	0,8088	2,9917	0,0946	0,5091	7,0761	38,5863	1,8507	8,9483
			20,00	0,8164	3,8251	0,1332	0,4574	7,9718	42,0249	1,8448	9,2647
	0,02998	0,0302	70,00	0,7721	1,2605	0,4011	0,0286	3,0825	19,2226	1,0910	5,1754
			60,00	0,7802	1,4687	0,3733	0,0469	7,3807	25,1333	2,7236	9,3789

			50,00	0,7892	1,7518	0,2379	0,1725	10,6175	30,0047	5,4539	12,4491
			40,00	0,7910	2,1476	1,0120	0,6075	12,3742	33,3434	6,6997	13,9559
			30,00	0,8065	2,8792	0,0530	0,3389	5,9653	27,1174	0,1456	7,1375
			20,00	0,8107	3,6542	0,5115	0,1266	7,2961	30,3230	0,8504	8,0895
Ácido Laurico (1) / Ácido Linoleico (2)	0,08238	0,08295	70,00	0,7850	1,3378	0,0741	1,1939	6,5455	38,0334	1,8148	14,2701
			60,00	0,7945	1,5620	0,1354	1,3744	10,8981	44,7351	1,8210	18,7932
			50,00	0,8074	1,8463	0,7592	1,9649	15,4339	51,8885	5,5445	23,4669
			40,00	0,8013	2,4317	0,9800	0,2213	9,3028	45,1264	0,5338	16,6949
			30,00	0,8197	3,0151	0,3381	1,4990	11,6101	49,6841	1,0181	18,8911
			20,00	0,8243	3,9306	0,0558	1,0853	10,1949	49,4436	0,8781	17,0618
	0,04622	0,04654	70,00	0,7786	1,2159	0,0047	0,7166	8,7596	28,2619	3,9253	13,2024
			60,00	0,7839	1,4557	0,3357	0,3729	10,1666	30,6017	5,0496	14,5849
			50,00	0,7941	1,7285	0,0419	0,6498	13,8796	35,7916	8,3323	18,3426
			40,00	0,8003	2,3646	0,2562	0,4224	3,5482	24,2775	1,7625	7,4901
			30,00	0,8100	2,9753	0,0357	0,6272	3,8743	25,5793	1,7580	7,6859
			20,00	0,8193	3,8730	0,1336	0,7815	2,3652	24,7698	3,5291	5,9490
	0,02879	0,02899	70,00	0,7709	1,1651	0,5855	0,1301	9,7409	22,4508	6,6843	12,5386
			60,00	0,7818	1,3050	0,1995	0,2447	18,6982	32,9324	15,2405	21,6689
			50,00	0,7901	1,6371	0,1484	0,2861	16,0065	30,4523	12,4590	18,8432
			40,00	0,7992	2,2189	0,0051	0,4197	6,3239	20,1155	2,8969	8,8488
			30,00	0,8049	2,7231	0,2799	0,1370	9,2056	24,0116	5,4795	11,7043
			20,00	0,8110	3,6735	0,5111	0,1020	3,6754	18,4217	0,0865	5,9373

[a] A fração mássica do solvente w_3 pode ser calculada por diferença. [b]A: Regra de Kay Simples em fração mássica; B: Regra de Kay Simples em fração molar; C: Regra de Kay Modificada em fração mássica; D: Regra de Kay Modificada em fração molar.

C6 – Dados experimentais e DMR dos modelos para densidade (ρ) e viscosidade cinemática (ν) em função da temperatura (T) dos sistemas contendo 1-pentanol como solvente [a].

SISTEMA	w_1	w_2	T (ºC)	ρ (g/cm³)	ν (mm².s⁻¹)	DMR (%) para ρ^*		DMR (%) para ν^*			
						A	B	A	B	C	D
Ácido Oléico (1) / Ácido Linoléico (2)	0,07915	0,08225	70,00	0,7902	1,4077	1,2672	0,8729	6,8846	37,3117	22,7801	5,2671
			60,00	0,7977	1,7536	1,1534	0,8616	8,6334	37,4659	25,5910	8,0398
			50,00	0,8021	2,1379	1,4370	0,4628	7,0888	42,7988	25,8540	7,6517
			40,00	0,8100	2,6337	1,2700	0,5078	5,0223	49,3093	25,9158	6,9717
			30,00	0,8174	3,3738	1,1744	0,4851	4,9976	52,9671	27,7815	8,5286
			20,00	0,8283	4,3137	0,6555	0,8813	2,9335	60,3054	28,3348	8,3964
	0,04648	0,04831	70,00	0,7877	1,3287	0,2206	1,0738	12,5753	15,6571	22,1005	11,8836
			60,00	0,7896	1,5118	0,8913	0,3360	6,8470	25,3921	17,9672	6,7947
			50,00	0,7948	1,9883	1,1512	0,0047	12,9659	19,3745	24,3680	13,6646
			40,00	0,8014	2,3840	1,2183	0,1348	9,4714	26,7161	22,5095	11,1064
			30,00	0,8089	2,9816	1,1783	0,1671	8,2316	31,3123	22,7880	10,9639
			20,00	0,8138	3,6948	1,4593	0,5162	4,3797	40,1340	21,1167	8,5342
	0,02848	0,0296	70,00	0,7792	1,2197	0,5476	0,2646	11,0115	8,0804	17,2400	10,6599
			60,00	0,7821	1,3541	1,1414	0,3721	3,3095	19,0343	10,7604	3,3989
			50,00	0,7899	1,7185	1,0952	0,3732	6,8996	16,3286	14,8154	7,5204
			40,00	0,7939	2,1284	1,5405	0,8616	6,8291	18,3334	15,5901	8,0809
			30,00	0,8055	2,6741	1,0147	0,3844	6,6317	20,7390	16,3661	8,6313
			20,00	0,8120	3,3887	1,1303	0,5436	5,5958	24,5335	16,5385	8,5073
Ácido Caprílico (1) / Ácido Linoleico (2)	0,08733	0,07971	70,00	0,7819	1,3416	1,7808	0,5559	11,1630	12,3804	19,9426	9,6165
			60,00	0,7902	1,6599	1,7091	0,5073	13,5317	10,4618	22,5514	12,3364
			50,00	0,8009	1,9894	1,3256	0,1500	12,0134	13,6068	21,7280	11,1635
			40,00	0,8117	2,4387	0,9468	0,2032	11,2497	15,9340	21,6529	10,8222
			30,00	0,8180	2,9783	1,1286	0,0027	8,7628	20,7087	20,1539	8,8385

			20,00	0,8259	3,7742	1,1076	0,0031	8,0722	23,3312	20,3391	8,7547
	0,04717	0,04305	70,00	0,7782	1,2638	0,9845	0,2835	14,0673	0,1675	18,9851	13,3004
			60,00	0,7852	1,5244	1,0949	0,4060	14,4769	0,0470	19,6552	13,8956
			50,00	0,7931	1,7316	1,0800	0,4037	8,4971	7,8595	14,3774	8,1021
			40,00	0,8014	2,1170	1,0246	0,3610	7,8134	9,5802	14,1221	7,6821
			30,00	0,8098	2,6031	0,9563	0,3052	6,2756	12,4462	13,1309	6,4597
			20,00	0,8171	3,3501	1,0120	0,3724	7,4552	12,1805	14,7185	8,0054
	0,02949	0,02691	70,00	0,7716	1,1755	1,2753	0,8240	11,3341	1,8809	14,6046	10,8539
			60,00	0,7803	1,3780	1,1660	0,7234	9,3356	0,8265	12,8781	8,9703
			50,00	0,7900	1,5619	0,9340	0,5005	2,9494	8,5176	6,9795	2,7155
			40,00	0,7984	2,0218	0,8587	0,4335	7,8231	3,6920	11,9055	7,7754
			30,00	0,8042	2,4373	1,1213	0,7027	4,6079	8,0323	9,1312	4,7704
			20,00	0,8134	3,1570	0,9578	0,5475	6,6306	6,5393	11,3908	7,0341
Ácido Caprílico (1) / Ácido Oleico (2)	0,07722	0,09148	70,00	0,7792	1,4501	1,2225	0,2977	11,8130	57,7220	19,4228	2,8061
			60,00	0,7847	1,6703	1,5216	0,6109	6,0123	33,1263	21,6796	8,1797
			50,00	0,7935	2,0050	1,3946	0,5016	3,5817	39,1798	20,9018	6,8465
			40,00	0,8025	2,5059	1,2473	0,3717	3,5453	42,1254	22,2728	8,0198
			30,00	0,8114	3,1698	1,1112	0,2526	3,0221	46,1276	23,4361	8,9316
			20,00	0,8193	4,0857	1,1047	0,2616	2,4968	50,5316	24,8161	10,0842
	0,05002	0,05926	70,00	0,7732	1,3274	1,3437	0,7182	11,6561	13,6100	21,2238	12,6901
			60,00	0,7814	1,4915	1,2982	0,6843	4,9713	24,0374	16,0761	6,7222
			50,00	0,7903	1,8078	1,1614	0,5594	3,9748	27,4051	16,1252	6,4980
			40,00	0,7993	2,2384	1,0123	0,4221	3,6237	30,1961	16,8759	7,0410
			30,00	0,8061	2,9517	1,1537	0,5734	7,6800	27,2234	21,5276	11,9469
			20,00	0,8137	3,6167	1,1810	0,6109	3,1010	36,5026	19,0169	8,8029
	0,02954	0,03499	70,00	0,7692	1,1093	1,3647	0,9843	1,9385	16,1868	8,5845	2,7542
			60,00	0,7783	1,2420	1,2072	0,8342	5,4223	26,3025	2,3155	4,0896

			50,00	0,7867	1,6860	1,1334	0,7675	5,3282	14,8343	12,8839	7,0061
			40,00	0,7923	2,1578	1,4300	1,0696	8,5553	12,4635	16,5243	10,7234
			30,00	0,8014	2,3559	1,2717	0,9183	5,1748	31,3705	4,8783	1,9368
			20,00	0,8114	3,1377	1,0037	0,6576	0,8766	28,2172	9,7489	3,0753
Ácido Caprilico (1) / Ácido Caprico (2)	0,09716	0,08228	70,00	0,7803	1,3467	1,3629	0,5326	17,5281	43,0273	11,8804	0,8358
			60,00	0,7898	1,5450	1,1410	0,3255	8,9316	1,7190	15,5298	8,8797
			50,00	0,7966	1,8354	1,2651	0,4612	7,1648	3,7822	13,9641	7,1630
			40,00	0,8083	2,4206	0,7807	0,0071	13,6453	3,3738	20,0429	13,6958
			30,00	0,8137	2,8600	1,0939	0,3157	9,0412	1,8777	15,8629	9,1550
			20,00	0,8235	3,6328	0,8458	0,0814	9,4750	1,4979	16,3538	9,6552
	0,05334	0,04517	70,00	0,7713	1,2035	1,5516	1,0637	10,2541	3,6909	14,1008	10,2579
			60,00	0,7825	1,3875	1,1180	0,6396	6,8837	0,0183	10,9164	6,9159
			50,00	0,7903	1,6482	1,1294	0,6585	5,1101	1,9460	9,2650	5,1743
			40,00	0,7986	2,0468	1,0707	0,6072	6,3081	0,7219	10,4585	6,4054
			30,00	0,8057	2,5251	1,1713	0,7145	5,5371	1,6183	9,7740	5,6730
			20,00	0,8147	3,1279	1,0322	0,5831	3,6512	3,7210	8,0305	3,8324
	0,03261	0,02762	70,00	0,7675	1,1389	1,5883	1,2811	8,9287	4,5898	11,4108	8,9503
			60,00	0,7768	1,2591	1,4059	1,1040	1,4779	3,2550	4,1913	1,5204
			50,00	0,7866	1,4173	1,1563	0,8598	5,9258	11,0589	2,9760	5,8578
			40,00	0,7945	1,9949	1,1480	0,8561	7,7488	3,2373	10,3482	7,8294
			30,00	0,8022	2,2216	1,1757	0,8882	3,0142	8,1012	0,0749	2,8980
			20,00	0,8110	3,0146	1,0625	0,7798	4,1126	0,6713	6,8856	4,2478
Ácido Caprilico (1) / Ácido Laurico (2)	0,07153	0,08975	70,00	0,7808	1,5798	1,0780	0,2290	4,7260	18,5914	26,8162	16,8013
			60,00	0,7874	1,7514	1,2260	0,3901	17,3245	2,1239	25,7221	18,0589
			50,00	0,7976	1,9071	0,9283	0,1089	7,6804	9,7560	17,3951	8,7503
			40,00	0,8047	2,3976	1,0272	0,2208	9,5091	8,0726	19,3936	10,8316
			30,00	0,8100	2,9702	1,3398	0,5445	8,6433	9,6450	19,0245	10,2887

			20,00	0,8192	3,7247	1,1640	0,3835	7,4028	11,7284	18,3746	9,4245
	0,05357	0,06722	70,00	0,7770	1,3250	1,0867	0,4307	13,7055	1,2200	20,3534	14,2089
			60,00	0,7820	1,5493	1,4549	0,8077	11,4482	1,7081	18,5084	12,1363
			50,00	0,7906	1,8074	1,3502	0,7146	7,8070	6,2780	15,4288	8,7226
			40,00	0,7992	2,1527	1,2503	0,6260	4,7346	10,2546	12,9178	5,9109
			30,00	0,8086	2,5772	1,0592	0,4466	0,6190	15,5119	9,5091	2,1160
			20,00	0,8129	3,4876	1,5019	0,8969	6,7933	8,8419	15,4975	8,4827
	0,0275	0,03451	70,00	0,7701	1,1569	1,2691	0,9172	8,5662	1,0029	12,4331	8,9160
			60,00	0,7784	1,3315	1,2211	0,8753	4,8384	3,2571	9,0091	5,3062
			50,00	0,7816	1,6946	1,8218	1,4799	9,3527	1,4098	13,4782	9,9088
			40,00	0,7916	2,0089	1,5355	1,2003	6,0809	2,4099	10,5292	6,7853
			30,00	0,7996	2,3430	1,5258	1,1963	0,3555	9,7337	4,6031	0,5516
			20,00	0,8086	3,1518	1,3721	1,0486	5,5449	3,5976	10,4266	6,5629
Ácido Caprico (1) / Ácido Laurico (2)	0,0847	0,07973	70,00	0,7789	1,2675	1,2031	0,3352	13,3470	44,3471	10,5572	2,3356
			60,00	0,7829	1,5849	1,6948	0,8413	14,2054	2,2745	19,5771	12,3071
			50,00	0,7920	1,8622	1,5197	0,6859	11,5661	0,8387	17,1739	9,6531
			40,00	0,8013	2,2327	1,3158	0,5015	9,5117	3,2968	15,3271	7,6034
			30,00	0,8154	2,8710	0,5197	0,2708	12,4168	0,0992	18,1255	10,6220
			20,00	0,8188	3,5821	1,0600	0,2824	11,2582	1,5514	17,1299	9,4985
	0,05155	0,04853	70,00	0,7713	1,1195	1,4868	0,9325	4,5386	4,2958	8,3161	3,1877
			60,00	0,7780	1,3493	1,6311	1,0879	5,2521	3,5924	9,0481	3,9388
			50,00	0,7840	1,6550	1,8549	1,3222	6,4826	2,3260	10,2781	5,2160
			40,00	0,7912	2,0548	1,9235	1,4020	7,6367	1,1456	11,4368	6,4178
			30,00	0,8035	2,5652	1,3488	0,8414	7,9609	0,8779	11,8025	6,7814
			20,00	0,8136	3,2561	1,0599	0,5649	8,3814	0,5096	12,2644	7,2460
	0,03162	0,02976	70,00	0,7653	1,0143	1,8444	1,4943	1,5793	7,6812	0,9586	2,4742
			60,00	0,7751	1,1387	1,5861	1,2445	8,2199	14,7785	5,4820	9,1534

			50,00	0,7816	1,4061	1,7563	1,4215	6,0658	12,5535	3,3469	6,9595
			40,00	0,7894	1,8649	1,7503	1,4228	1,9584	4,0968	4,5065	1,1538
			30,00	0,7964	2,1329	1,8497	1,5290	6,6062	13,2577	3,7948	7,4554
			20,00	0,8062	2,8620	1,6042	1,2912	0,3559	6,6851	2,3318	1,1285
Ácido Caprico (1) / Ácido Oléico (2)	0,06818	0,07854	70,00	0,7790	1,4393	0,9835	0,0952	2,7924	47,1093	22,0257	6,6790
			60,00	0,7811	1,6200	1,7179	0,8424	7,3811	28,2389	21,0483	8,7849
			50,00	0,7920	1,9983	1,3207	0,4676	7,7022	30,0941	22,4266	10,0283
			40,00	0,8041	2,4125	0,7635	0,0666	4,6014	37,1084	21,1050	8,1176
			30,00	0,8063	3,0135	1,4664	0,6487	3,0838	42,2861	21,3229	7,9693
			20,00	0,8134	3,4753	1,5467	0,7461	8,6365	63,2470	13,6746	1,4491
	0,04136	0,04764	70,00	0,7705	1,2214	1,4536	0,8927	7,6990	15,0285	15,8944	8,2123
			60,00	0,7802	1,4398	1,2092	0,6617	5,5262	19,3000	14,6090	6,5979
			50,00	0,7847	1,7761	1,6359	1,0981	6,3874	19,9500	16,1674	8,0822
			40,00	0,7947	2,1579	1,3507	0,8261	4,4639	24,4109	15,3502	6,9499
			30,00	0,8015	2,7599	1,4777	0,9638	5,8850	24,7845	17,6287	9,2093
			20,00	0,8113	3,3112	1,2354	0,7340	0,5953	36,0743	13,2060	4,0588
	0,02684	0,03092	70,00	0,7653	1,1697	1,7920	1,4200	8,4263	7,1406	13,9026	8,8154
			60,00	0,7781	1,3486	1,1380	0,7765	4,4564	12,9276	10,6603	5,2408
			50,00	0,7805	1,5898	1,8482	1,4921	1,2700	18,0262	8,2581	2,5399
			40,00	0,7912	2,0807	1,4739	1,1268	6,8185	12,8191	14,0378	8,5277
			30,00	0,8008	2,4589	1,2568	0,9180	1,0873	21,4841	9,5135	3,5428
			20,00	0,8083	3,1269	1,2984	0,9669	0,7503	23,8820	10,0902	3,9768
Ácido Caprico (1) / Ácido Linoleico (2)	0,08309	0,08815	70,00	0,7829	1,5129	0,8953	0,2055	3,6613	38,1253	21,2267	5,1207
			60,00	0,7898	1,6881	1,0054	0,0740	13,9854	12,7354	23,7605	12,1045
			50,00	0,7933	1,9568	1,5478	0,4849	9,4247	20,0162	20,3226	7,8703
			40,00	0,8040	2,4286	1,1699	0,1327	9,6726	21,1186	21,2125	8,6153
			30,00	0,8105	3,2691	1,3209	0,3036	15,6521	14,5778	27,1305	15,1999

			20,00	0,8183	3,9337	1,3164	0,3202	10,3817	23,4770	23,4152	10,5629
	0,04776	0,05067	70,00	0,7761	1,2608	0,9143	0,2516	12,7573	4,0661	18,4998	11,4648
			60,00	0,7813	1,4560	1,2545	0,6033	9,2399	9,0871	15,5640	8,1253
			50,00	0,7907	1,7365	1,0512	0,4148	7,4371	12,1840	14,2858	6,5730
			40,00	0,7991	2,1989	0,9739	0,3512	9,8814	10,2261	16,9849	9,3493
			30,00	0,8064	2,8263	1,0492	0,4389	12,2527	8,4161	19,6476	12,0865
			20,00	0,8115	3,2353	1,3830	0,7834	2,4783	21,8492	11,2986	2,7515
	0,02867	0,03042	70,00	0,7662	1,1268	1,7511	1,3406	7,0547	4,4101	10,8522	6,2347
			60,00	0,7756	1,3109	1,5295	1,1284	4,1971	8,1991	8,3473	3,5042
			50,00	0,7816	1,5150	1,7690	1,3753	0,6121	14,3050	4,0242	1,1534
			40,00	0,7905	2,0565	1,6244	1,2395	8,8297	4,2591	13,3145	8,5365
			30,00	0,8004	2,4607	1,3658	0,9898	4,8924	9,5575	9,9057	4,8279
			20,00	0,8092	3,0870	1,2485	0,8808	3,8279	11,6895	9,2825	4,0496
Ácido Oléico (1) / Ácido Laurico (2)	0,09263	0,07697	70,00	0,7825	1,4480	0,6721	0,3479	8,6404	30,8812	24,2631	9,0589
			60,00	0,7880	1,6743	0,9618	0,0385	3,8535	40,0460	21,4665	5,2328
			50,00	0,7937	2,1409	1,2190	0,2385	7,2241	37,5824	25,4747	9,5971
			40,00	0,8019	2,6995	1,1651	0,2070	7,8212	39,3726	27,3413	11,3703
			30,00	0,8101	3,2084	1,1050	0,1689	1,1583	52,6149	23,7480	6,4358
			20,00	0,8182	4,1456	1,0593	0,1446	0,6594	56,9048	25,2243	7,6680
	0,05335	0,04433	70,00	0,7710	1,2977	1,4140	0,7975	10,2481	15,9025	19,9462	10,7534
			60,00	0,7802	1,4279	1,2434	0,6417	1,3983	29,1206	12,8818	2,5927
			50,00	0,7897	1,8232	1,0227	0,4357	5,4173	25,7699	17,3266	7,2751
			40,00	0,7949	2,1197	1,3469	0,7713	1,0952	36,7144	12,7111	1,7758
			30,00	0,8036	2,8423	1,2405	0,6784	4,7763	31,1899	18,9296	8,4537
			20,00	0,8112	3,6037	1,2613	0,7118	3,4372	35,7934	19,1127	8,3193
	0,03433	0,02852	70,00	0,7634	1,1572	2,0599	1,6533	5,5125	13,5993	12,3939	5,9564
			60,00	0,7713	1,3197	2,0527	1,6553	0,2101	21,3081	8,0700	1,1262

			50,00	0,7825	1,6480	1,6047	1,2179	2,5184	19,9644	10,8511	3,9234
			40,00	0,7894	2,0131	1,7194	1,3408	1,2810	23,1563	10,4728	3,3087
			30,00	0,7973	2,5374	1,7062	1,3363	1,5850	24,6628	11,6066	4,3154
			20,00	0,8043	3,8408	1,8049	1,4430	16,8858	7,0939	26,1805	19,8973
Ácido Laurico (1) / Ácido Linoleico (2)	0,06576	0,06952	70,00	0,7894	1,3900	0,4567	1,3402	15,0340	8,8406	23,7891	13,2623
			60,00	0,7908	1,5432	0,3606	0,5112	7,7745	19,2417	17,7999	6,1841
			50,00	0,7975	1,9639	0,5092	0,3453	11,5648	15,4961	21,7301	10,4058
			40,00	0,8044	2,3420	0,6283	0,2089	8,2439	21,1478	19,4244	7,4777
			30,00	0,8114	2,9901	0,7214	0,0988	9,7071	20,6414	21,4019	9,4484
			20,00	0,8197	3,5513	0,6638	0,1383	2,8641	31,4792	16,2758	3,2015
	0,03889	0,04111	70,00	0,7791	1,2408	0,2480	0,2945	12,0431	4,1333	17,7052	10,9982
			60,00	0,7827	1,4417	0,7932	0,2594	9,0450	8,4453	15,2389	8,1761
			50,00	0,7891	1,6186	0,9878	0,4644	1,4671	18,3888	8,5839	0,7899
			40,00	0,7939	2,1182	1,3766	0,8625	7,1760	12,4748	14,3069	6,8251
			30,00	0,8099	2,5008	0,3502	0,1478	1,6224	20,3156	9,6854	1,6030
			20,00	0,8150	3,3070	0,6938	0,2049	5,3707	16,9231	13,6724	5,7462
	0,02437	0,02576	70,00	0,7650	1,1579	1,7560	1,4056	9,6910	1,2951	13,4439	9,0353
			60,00	0,7748	1,3292	1,4906	1,1486	5,6518	6,3693	9,8062	5,1110
			50,00	0,7814	1,4886	1,6627	1,3274	2,2670	15,9474	2,5177	2,6728
			40,00	0,7899	2,0293	1,5688	1,2411	7,7167	5,2788	12,3180	7,5389
			30,00	0,7980	2,3265	1,5303	1,2097	0,4889	15,4299	4,8683	0,4442
			20,00	0,8046	3,1548	1,6918	1,3776	5,9882	8,8170	11,3663	6,2901

[a] A fração mássica do solvente w_3 pode ser calculada por diferença. [b]A: Regra de Kay Simples em fração mássica; B: Regra de Kay Simples em fração molar; C: Regra de Kay Modificada em fração mássica; D: Regra de Kay Modificada em fração molar.

C7 – Dados experimentais e DMR dos modelos para densidade (ρ) e viscosidade cinemática (ν) em função da temperatura (T) dos sistemas contendo 1-hexanol como solvente [a].

SISTEMA	w_1	w_2	T (ºC)	ρ (g/cm³)	ν (mm².s^{-1})	DMR (%) para ρ^*		DMR (%) para ν^*			
						A	B	A	B	C	D
Ácido Caprilico (1) / Ácido Caprico (2)	0.1156	0.1166	70.00	0.8007	1.9348	1.1655	0.3401	0.0875	4.4412	1.9864	1.4389
			60.00	0.8085	2.3765	1.0516	0.2341	1.0517	5.0885	0.7955	2.3947
			50.00	0.8162	2.9664	0.9585	0.1487	1.7963	5.4923	0.1634	3.0923
			40.00	0.8238	3.7819	0.8829	0.0805	1.9191	5.2389	0.4884	3.1199
			30.00	0.8312	4.9410	0.8210	0.0259	1.2541	4.1642	0.0083	2.3065
			20.00	0.8386	6.6442	0.7710	0.0171	0.4592	2.0100	1.5424	0.3880
	0.0516	0.0521	70.00	0.7909	1.8241	0.6804	0.2587	0.7935	3.0519	0.2061	1.4881
			60.00	0.7987	2.2503	0.5697	0.1522	1.8516	3.9333	0.9691	2.5447
			50.00	0.8063	2.8221	0.4838	0.0702	2.6634	4.5567	1.8914	3.3349
			40.00	0.8139	3.6154	0.4166	0.0068	2.8475	4.5359	2.1793	3.4728
			30.00	0.8212	4.7422	0.3679	0.0382	2.3328	3.8024	1.7585	2.8853
			20.00	0.8285	6.3878	0.3321	0.0704	0.9906	2.2304	0.4974	1.4423
	0.0300	0.0303	70.00	0.7877	1.7968	0.4941	0.2393	0.5957	1.9640	0.0041	1.0145
			60.00	0.7955	2.2194	0.3863	0.1340	1.7134	2.9725	1.1924	2.1318
			50.00	0.8032	2.7923	0.3005	0.0506	2.3747	3.5156	1.9212	2.7799
			40.00	0.8107	3.6403	0.2373	0.0103	0.9696	1.9687	0.5846	1.3414
			30.00	0.8180	4.8514	0.1909	0.0545	0.9510	0.0959	1.2758	0.6265
			20.00	0.8253	6.4627	0.1578	0.0854	0.9749	0.2464	1.2560	0.7053
Ácido Caprilico (1) / Ácido Laurico (2)	0.1169	0.1120	70.00	0.8010	2.0458	1.1223	0.2451	1.9632	6.3132	6.0755	0.5989
			60.00	0.8088	2.5137	1.0100	0.1413	0.8433	7.2552	4.8311	0.5069
			50.00	0.8164	3.1528	0.9198	0.0593	0.3835	7.4731	4.2353	0.9151

			40.00	0.8240	4.0303	0.8482	0.0045	0.3086	7.2683	4.0286	0.9022
			30.00	0.8314	5.2806	0.7879	0.0572	1.0200	6.2126	4.6022	0.0595
			20.00	0.8386	7.1246	0.7587	0.0792	2.7944	4.0166	6.2281	1.8925
	0.0500	0.0479	70.00	0.7900	1.8382	0.7250	0.2936	1.3468	5.5817	0.5930	2.0408
			60.00	0.7978	2.2671	0.6150	0.1878	2.5474	6.6692	0.6804	3.2422
			50.00	0.8055	2.8444	0.5286	0.1055	3.4254	7.4160	1.6302	4.1051
			40.00	0.8130	3.6154	0.4634	0.0441	4.5398	8.4030	2.8042	5.1902
			30.00	0.8203	4.7422	0.4154	0.0000	4.1285	7.8045	2.4673	4.7231
			20.00	0.8276	6.4046	0.3792	0.0326	2.6041	6.0545	1.0217	3.1190
			70.00	0.7873	1.7356	0.5094	0.2470	4.9728	7.6549	3.7730	5.4100
			60.00	0.7952	2.1394	0.3976	0.1378	6.4178	9.0288	5.2636	6.8577
	0.0293	0.0281	50.00	0.8028	2.6765	0.3104	0.0531	7.7829	10.3169	6.6711	8.2164
			40.00	0.8104	3.4247	0.2446	0.0103	8.3700	10.8057	7.3034	8.7843
			30.00	0.8176	4.4691	0.2092	0.0435	8.6341	10.9623	7.6096	9.0172
			20.00	0.8249	5.9793	0.1796	0.0709	8.2029	10.4075	7.2191	8.5407
			70.00	0.7956	1.9348	0.9509	0.2519	3.3304	16.7087	1.3414	6.9766
			60.00	0.8033	2.5430	0.8547	0.3366	1.8269	10.8382	6.1773	1.6653
	0.0842	0.0833	50.00	0.8108	3.2124	0.7852	0.3950	1.5826	11.0794	5.8654	1.9355
			40.00	0.8182	4.1431	0.7291	0.4404	1.8818	10.7196	6.0845	1.6309
			30.00	0.8255	5.4789	0.6865	0.4727	2.9698	9.4836	7.0721	0.4956
Ácido Linoleico (1) / Ácido Caprico (2)			20.00	0.8329	7.3425	0.6326	0.5164	3.5449	8.8421	7.5834	0.1235
			70.00	0.7883	1.8933	0.8388	0.1549	0.3171	7.3893	2.8749	1.6706
			60.00	0.7969	2.3489	0.6288	0.0477	0.4501	8.1748	2.0719	2.4703
	0.0457	0.0453	50.00	0.8036	2.9734	0.6610	0.0098	0.6006	8.3026	1.8753	2.6351
			40.00	0.8110	3.6154	0.6056	0.0592	6.4980	14.6233	3.9229	8.6566
			30.00	0.8184	4.7422	0.5514	0.1074	6.2890	14.3793	3.7572	8.4400
			20.00	0.8257	6.7791	0.5102	0.1427	0.8497	6.6891	3.1837	1.1452

	0.0285	0.0282	70.00	0.7857	1.8366	0.7031	0.2685	0.2040	5.2381	1.4304	1.4708
			60.00	0.7935	2.2736	0.5955	0.1651	1.2501	6.3060	0.3646	2.5415
			50.00	0.8012	2.8728	0.5025	0.0762	1.6391	6.6882	0.0513	2.9430
			40.00	0.8086	3.7047	0.4484	0.0261	1.5076	6.5290	0.0490	2.8131
			30.00	0.8159	4.8962	0.4074	0.0112	0.5831	5.5435	0.9351	1.8752
			20.00	0.8233	6.5224	0.3552	0.0596	0.7344	5.6933	0.7670	2.0215
Ácido Laurico (1) / Ácido Linoleico (2)	0.0771	0.1001	70.00	0.7960	2.1015	0.8937	0.2103	1.1514	16.5891	7.7146	2.8854
			60.00	0.8037	2.6062	0.7981	0.2954	0.2908	17.6054	6.8816	3.7931
			50.00	0.8113	3.2915	0.7167	0.3665	0.1588	18.1514	6.4396	4.2686
			40.00	0.8187	4.2459	0.6613	0.4121	0.0226	18.0221	6.5535	4.1291
			30.00	0.8261	5.5993	0.6072	0.4567	0.6255	17.3059	7.1551	3.4508
			20.00	0.8334	7.5347	0.5660	0.4885	1.4249	16.4295	7.9087	2.6085
	0.0484	0.0628	70.00	0.7902	1.9672	0.7854	0.0578	0.6993	11.5963	5.0216	1.9278
			60.00	0.7979	2.4444	0.6900	0.0306	0.0037	12.3737	4.3352	2.6502
			50.00	0.8055	3.0940	0.6091	0.1047	0.2512	12.6661	4.0752	2.9175
			40.00	0.8129	3.9961	0.5543	0.1530	0.0097	12.4118	4.2960	2.6717
			30.00	0.8203	5.2756	0.5006	0.2003	0.7327	11.6065	5.0025	1.9078
			20.00	0.8276	7.0933	0.4600	0.2347	1.4439	10.8496	5.6862	1.1718
	0.0246	0.0319	70.00	0.7857	1.8646	0.6541	0.2711	0.3497	6.4001	2.6282	1.0187
			60.00	0.7935	2.3215	0.5470	0.1677	0.1791	6.9601	2.0996	1.5595
			50.00	0.8011	2.9544	0.4670	0.0913	0.0914	6.6723	2.3549	1.2884
			40.00	0.8085	3.8119	0.4132	0.0410	0.2070	6.5562	2.4618	1.1726
			30.00	0.8158	5.0130	0.3725	0.0036	0.5597	6.1939	2.8038	0.8145
			20.00	0.8232	6.7252	0.3206	0.0449	1.0424	5.7003	3.2766	0.3223
Ácido Caprílico (1) / Ácido Linoleico (2)	0.0845	0.0828	70.00	0.7958	1.9946	0.8187	0.0475	2.2845	9.9243	6.2256	0.5191
			60.00	0.8035	2.4671	0.7237	0.0401	1.3988	10.9363	5.3769	1.3556
			50.00	0.8111	3.0983	0.6430	0.1137	0.6252	11.8370	4.6582	2.0512

			40.00	0.8185	3.9947	0.5883	0.1615	0.9396	11.5293	5.0084	1.6016
			30.00	0.8259	5.2581	0.5346	0.2085	1.6261	10.8199	5.7428	0.7414
			20.00	0.8333	7.0181	0.4818	0.2547	1.8489	10.6522	6.0633	0.3234
	0.0543	0.0532	70.00	0.7902	1.8948	0.7541	0.2290	0.7770	7.6595	3.4019	1.1144
			60.00	0.7979	2.3504	0.6591	0.1391	0.0556	8.4381	2.6936	1.8026
			50.00	0.8056	2.9666	0.5659	0.0508	0.3301	8.8626	2.3270	2.1323
			40.00	0.8130	3.8247	0.5116	0.0012	0.1218	8.6538	2.5549	1.8395
			30.00	0.8204	5.0316	0.4582	0.0476	0.4201	8.0953	3.1256	1.1880
			20.00	0.8278	6.7255	0.4058	0.0955	0.6991	7.8359	3.4606	0.7825
			70.00	0.7864	1.8560	0.6082	0.3068	1.5482	3.2667	3.0038	0.4902
			60.00	0.7901	2.2917	1.0179	0.7180	0.2875	4.5800	1.7555	0.7591
	0.0299	0.0293	50.00	0.8001	2.8432	0.6340	0.3378	1.9204	6.8925	0.4179	2.9556
			40.00	0.8101	3.6951	0.2633	0.0293	0.9810	5.9107	0.5188	1.9625
			30.00	0.8184	4.9926	0.0956	0.1939	2.1344	2.6536	3.6088	1.2368
			20.00	0.8201	6.4634	0.7466	0.4576	0.8386	5.7912	0.7134	1.6959
			70.00	0.7948	2.2125	0.9364	0.3451	3.1433	21.7832	12.1354	1.1183
			60.00	0.8024	2.7411	0.8528	0.4166	1.7097	24.0887	11.1110	2.4677
	0.0835	0.0838	50.00	0.8099	3.6874	0.7831	0.4745	6.8054	18.1851	16.0125	3.0060
			40.00	0.8173	4.5384	0.7271	0.5191	1.8834	25.0470	11.9229	1.9200
			30.00	0.8246	5.8732	0.6843	0.5509	0.0341	28.1069	10.6590	3.6084
Ácido Oléico (1) / Ácido Linoléico (2)			20.00	0.8319	7.6507	0.6422	0.5821	3.1423	32.9862	8.2803	6.6215
			70.00	0.7889	2.0065	0.9148	0.0619	0.4088	17.7484	6.6215	2.4600
			60.00	0.7967	2.4450	0.8054	0.0391	2.6080	21.7144	3.9950	5.4579
	0.0536	0.0539	50.00	0.8043	3.1217	0.7232	0.1134	2.3414	21.8419	4.4708	5.0617
			40.00	0.8117	4.0137	0.6673	0.1616	2.9580	23.0739	4.1511	5.5522
			30.00	0.8191	5.3068	0.6125	0.2090	2.4691	23.0432	4.8933	4.8860
			20.00	0.8264	7.0566	0.5707	0.2434	3.3428	24.7174	4.4094	5.5862

	0.0283	0.0285	70.00	0.7846	1.8462	0.8057	0.3429	2.0787	12.7291	1.4129	3.6513
			60.00	0.7923	2.2453	0.7095	0.2512	5.2402	16.4692	1.5225	6.8009
			50.00	0.7999	2.9726	0.6277	0.1738	1.0841	12.1366	2.6142	2.5156
			40.00	0.8074	3.5273	0.5600	0.1102	10.0124	22.3662	5.8310	11.4850
			30.00	0.8146	4.7845	0.5305	0.0847	6.5345	18.8506	2.3142	7.8641
			20.00	0.8217	6.0374	0.5137	0.0718	12.9938	26.4771	8.3118	14.2844
Ácido Caprílico (1) / Ácido Oleico (2)	0.0833	0.0846	70.00	0.7893	2.2319	1.0937	0.4378	9.4763	31.7185	7.5771	3.5228
			60.00	0.7986	2.4542	0.8034	0.1527	4.0332	23.6764	3.4105	5.5570
			50.00	0.8075	3.0975	0.5696	0.0764	4.7181	25.0857	3.0897	5.9596
			40.00	0.8103	4.0321	1.0997	0.4536	3.8197	24.6755	4.2940	4.7018
			30.00	0.8201	5.2854	0.7482	0.1075	4.0201	25.6641	4.5520	4.4871
			20.00	0.8364	6.9263	0.3623	0.9929	6.2632	29.2347	3.0259	6.2355
	0.0450	0.0457	70.00	0.7825	2.0078	1.2175	0.8405	4.9874	5.3605	8.6896	4.0888
			60.00	0.7914	2.2134	0.9732	0.5990	7.9175	19.9880	3.5671	8.8051
			50.00	0.8016	2.9904	0.5594	0.1885	1.4456	13.1302	2.8105	2.1267
			40.00	0.8093	3.8248	0.4757	0.1068	2.3005	14.4701	2.1939	2.8006
			30.00	0.8106	4.8512	1.1914	0.8217	5.8389	18.8840	0.9390	6.1247
			20.00	0.8266	6.0490	0.0789	0.2851	13.4979	28.0412	7.9255	13.5085
	0.0281	0.0286	70.00	0.7801	1.6412	1.1990	0.9572	12.9131	20.9199	10.1076	13.5894
			60.00	0.7894	2.0379	0.8983	0.6585	13.8540	22.1436	10.9291	14.4483
			50.00	0.7952	2.5436	1.0488	0.8097	15.8298	24.5137	12.7344	16.3249
			40.00	0.8030	3.4051	0.9302	0.6925	11.5708	20.2100	8.4497	11.9199
			30.00	0.8087	4.2034	1.0888	0.8518	18.5552	28.0681	15.0611	18.7629
			20.00	0.8165	5.5386	0.9889	0.7532	20.2439	30.2779	16.4857	20.2571
Ácido Caprico (1) / Ácido Laurico (2)	0.0824	0.0827	70.00	0.7888	1.9273	1.1116	0.4800	14.7327	28.7435	2.8284	10.5788
			60.00	0.7956	2.6948	1.1221	0.4960	13.3330	9.8634	14.3945	11.6614
			50.00	0.8026	3.3974	1.1123	0.4917	13.2665	10.1353	14.1783	11.6917

			40.00	0.8124	4.3192	0.7590	0.1458	12.6126	9.8073	13.3938	11.1522
			30.00	0.8175	5.3476	0.9820	0.3726	8.0573	5.4800	8.7513	6.6857
			20.00	0.8273	6.4327	0.6319	0.0298	1.4078	3.8304	0.7621	2.6989
	0.0451	0.0453	70.00	0.7803	1.5538	1.4904	1.1224	17.4274	20.4696	16.4935	18.8006
			60.00	0.7904	2.1359	1.0715	0.7081	6.5933	9.1034	5.8613	7.7876
			50.00	0.7998	2.8631	0.7638	0.4048	0.6123	2.7417	0.0220	1.6738
			40.00	0.8076	3.6984	0.6572	0.3016	0.0532	1.9295	0.4432	1.0253
			30.00	0.8104	4.7802	1.1797	0.8253	1.1296	2.7794	0.7087	2.0074
			20.00	0.8211	5.9604	0.7100	0.3602	7.9216	9.4159	7.5457	8.7224
			70.00	0.7752	1.1725	1.8258	1.5894	53.6867	56.2538	52.9147	54.8368
			60.00	0.7836	1.8146	1.6275	1.3937	24.0673	25.9483	23.5301	24.9569
	0.0282	0.0283	50.00	0.7901	2.4784	1.6723	1.4404	15.0777	16.6434	14.6528	15.8547
			40.00	0.8019	3.1235	1.0514	0.8229	17.4438	18.8575	17.0780	18.1742
			30.00	0.8090	4.2046	1.0288	0.8024	14.1257	15.3188	13.8284	14.7600
			20.00	0.8147	4.8371	1.1911	0.9662	32.1735	33.3442	31.8862	32.8019
			70.00	0.7902	2.2138	0.9769	0.2220	7.7606	33.4253	8.0675	4.6796
			60.00	0.8069	2.6935	0.2536	0.9928	5.1355	13.0664	12.0606	3.6211
	0.0840	0.0856	50.00	0.8095	3.4827	0.2927	0.4443	6.7266	11.6371	13.8249	5.5564
			40.00	0.8167	4.4311	0.2617	0.4687	5.3235	13.8563	12.8749	4.5127
			30.00	0.8200	5.8545	0.7108	0.0166	5.8219	13.8690	13.7377	5.4512
Ácido Caprico (1) / Ácido Oléico (2)			20.00	0.8265	7.1284	0.7706	0.0489	3.6186	26.0506	5.6099	3.4708
			70.00	0.7843	1.9924	0.9942	0.5573	4.1746	6.6566	8.0130	3.1139
			60.00	0.7903	2.3738	1.1093	0.6758	0.7474	12.4009	3.4342	1.7011
	0.0460	0.0469	50.00	0.8006	3.1210	0.6867	0.2587	2.6445	8.9124	6.8543	1.9061
			40.00	0.8116	4.1605	0.1791	0.2430	5.7659	5.7494	10.0348	5.2586
			30.00	0.8196	5.3086	0.0583	0.3598	3.0474	9.1892	7.6752	2.7743
			20.00	0.8201	6.2831	0.8496	0.4318	9.5769	23.9119	4.0333	9.5581

	0.0287	0.0292	70.00	0.7785	1.6254	1.4026	1.1230	14.0332	22.4087	11.1391	14.8410
			60.00	0.7816	2.0145	1.8986	1.6201	15.2277	23.8886	12.1985	15.9289
			50.00	0.7952	2.7098	1.0387	0.7649	8.8009	17.1944	5.8217	9.3351
			40.00	0.8047	3.6382	0.7186	0.4481	4.5206	12.8230	1.5227	4.8901
			30.00	0.8119	4.7605	0.6907	0.4226	4.8057	13.4073	1.6382	5.0077
			20.00	0.8197	5.2187	0.5844	0.3188	27.7986	38.6762	23.7041	27.8052
Ácido Oléico (1) / Ácido Laurico (2)	0.0830	0.0837	70.00	0.7872	1.6207	1.2041	0.4423	30.4775	20.2912	35.1542	28.8189
			60.00	0.7983	1.8865	0.6716	0.0796	28.4036	17.8791	33.2815	26.7548
			50.00	0.8018	2.0631	1.1014	0.3535	20.5861	8.8716	26.0702	18.8285
			40.00	0.8096	2.5872	0.9942	0.2536	22.1834	10.6613	27.6352	20.5373
			30.00	0.8178	2.9208	0.8390	0.1058	14.0730	1.2984	20.1864	12.3471
			20.00	0.8266	3.8574	0.6160	0.1095	17.6109	5.3082	23.5700	16.0525
	0.0454	0.0457	70.00	0.7814	1.2538	1.2822	0.8453	16.5241	8.9985	19.7637	15.3796
			60.00	0.7895	1.5217	1.1298	0.6973	17.5976	10.1390	20.8377	16.5064
			50.00	0.7926	1.8971	1.6174	1.1866	19.8708	12.5869	23.0657	18.8504
			40.00	0.8023	2.2782	1.2611	0.8355	18.0594	10.5767	21.3754	17.0613
			30.00	0.8103	2.6385	1.1317	0.7103	11.8603	3.7717	15.4843	10.8401
			20.00	0.8195	3.3069	0.8444	0.4278	11.0154	2.8053	14.7368	10.0444
	0.0283	0.0285	70.00	0.7702	1.0073	2.4400	2.1593	0.5146	6.4536	1.9715	1.3893
			60.00	0.7765	1.3293	2.5156	2.2372	8.7714	3.3578	11.0581	8.0046
			50.00	0.7853	1.5146	2.2582	1.9829	2.9611	2.8241	5.4280	2.1765
			40.00	0.7932	1.9270	2.1207	1.8482	6.3643	0.7543	8.7809	5.6401
			30.00	0.8054	2.3956	1.4445	1.1761	6.2006	0.5506	8.6607	5.5109
			20.00	0.8138	2.9559	1.2538	0.9882	3.8421	1.9835	6.4080	3.1756

[a] A fração mássica do solvente w_3 pode ser calculada por diferença. [b]A: Regra de Kay Simples em fração mássica; B: Regra de Kay Simples em fração molar; C: Regra de Kay Modificada em fração mássica; D: Regra de Kay Modificada em fração molar.

C8 – Dados experimentais e DMR dos modelos para densidade (ρ) e viscosidade cinemática (ν) em função da temperatura (T) dos sistemas contendo hexano como solvente [a].

SISTEMA	w_1	w_2	T (ºC)	ρ (g/cm³)	ν (mm².s⁻¹)	DMR (%) para ρ^*		DMR (%) para ν^*			
						A	B	A	B	C	D
Ácido Oléico (1) / Ácido Linoléico (2)	0,0941	0,09125	70,00	0,6836	0,7984	0,1930	5,6912	11,1359	89,4255	57,5329	37,4327
			60,00	0,6892	0,8084	0,4353	5,8039	5,0191	133,6681	55,7556	33,1494
			50,00	0,6917	1,0306	0,2187	5,4851	0,1486	132,8437	64,0110	44,0001
			40,00	0,6958	1,3694	0,2578	5,4109	5,8524	127,5494	71,6529	54,5299
			30,00	0,6988	1,6795	0,1384	5,1888	1,3302	146,5572	75,5203	59,4868
			20,00	0,7039	2,2266	0,3351	5,2710	1,7825	152,9714	80,6237	66,7879
	0,05918	0,05739	70,00	0,6561	0,5325	0,7189	2,9854	0,2854	97,7762	41,5000	24,8420
			60,00	0,6601	0,6401	0,7554	2,8693	2,8781	102,1739	48,9456	33,3294
			50,00	0,6681	0,7824	0,1768	3,3484	6,2772	106,7412	56,9622	42,7193
			40,00	0,6751	0,9770	0,2340	3,6683	8,8962	112,0052	64,1674	51,3625
			30,00	0,6797	1,1719	0,2943	3,6518	4,9027	132,1362	68,5767	56,4767
			20,00	0,6864	1,7560	0,6844	3,9574	18,3344	108,5418	78,1620	69,0591
	0,03107	0,03013	70,00	0,6349	0,4058	1,3509	0,6992	0,0676	68,4563	27,8471	17,4844
			60,00	0,6404	0,4698	1,1865	0,8144	3,1054	73,5567	34,8858	24,8808
			50,00	0,6574	0,5952	0,7345	2,6535	13,5782	65,9913	47,2929	38,5720
			40,00	0,6609	0,6625	0,5972	2,4759	9,7819	85,7129	51,0070	42,2964
			30,00	0,6694	0,7443	1,1884	3,0144	3,6841	111,8711	54,3614	45,6623
			20,00	0,6766	0,9149	1,6087	3,3871	3,5273	126,9014	61,5497	53,6612
Ácido Caprílico (1) / Ácido Linoleico (2)	0,0819	0,08326	70,00	0,6838	0,5011	1,9686	5,2144	9,5333	87,1025	32,9984	15,5572
			60,00	0,6891	0,6519	1,9796	5,2260	3,7018	71,4687	45,7319	30,6220
			50,00	0,6911	0,7510	1,5151	4,7786	3,5595	79,9011	51,1837	36,5202
			40,00	0,6998	0,8646	2,0009	5,2510	1,1129	92,9634	55,6578	41,3178
			30,00	0,7030	1,0312	1,7331	4,9954	0,3696	104,4065	60,6629	46,9984

			20,00	0,7167	1,2977	2,9148	6,1432	1,3675	109,7526	67,2225	54,9266
	0,0447	0,04544	70,00	0,6722	0,4347	3,3816	5,2673	3,8451	46,4540	29,7982	19,9718
			60,00	0,6828	0,4788	4,1485	6,0196	2,9802	54,5767	33,2415	23,2789
			50,00	0,6892	0,5275	4,3074	6,1764	1,8512	64,9482	37,6627	27,6651
			40,00	0,6917	0,5871	3,9489	5,8264	0,5022	78,3523	41,8711	31,8743
			30,00	0,6993	0,6499	4,2895	6,1623	6,1699	98,8967	44,8598	34,7162
			20,00	0,7039	0,8188	4,2376	6,1145	0,4259	99,3092	54,5081	45,5128
	0,02769	0,02815	70,00	0,6523	0,3461	1,9004	3,1268	4,5159	44,1355	15,3874	8,1200
			60,00	0,6502	0,3999	0,8205	2,0608	1,3707	41,8468	23,4863	16,4906
			50,00	0,6625	0,4268	1,9233	3,1503	0,5269	52,2968	26,4767	19,2655
			40,00	0,6689	0,4897	2,1355	3,3609	2,7202	55,8026	33,7021	26,7426
			30,00	0,6734	0,5571	2,0668	3,2943	2,7134	65,1057	39,0038	32,1679
			20,00	0,6801	0,6186	2,3404	3,5666	1,1937	83,2413	43,1135	36,2760
Ácido Caprílico (1) / Ácido Oleico (2)	0,08123	0,07786	70,00	0,6537	0,7078	1,2950	1,5798	33,4437	129,4731	48,9351	32,6480
			60,00	0,6606	0,8230	1,0235	1,8512	13,9013	64,5210	56,8079	44,2576
			50,00	0,6693	0,8474	0,4964	2,3716	1,4239	97,9921	56,5340	42,9158
			40,00	0,6776	0,9949	0,0256	2,8379	1,5606	113,9108	61,2887	48,2350
			30,00	0,6804	1,3092	0,3759	2,5073	3,9621	111,4533	68,8727	57,5983
			20,00	0,6898	1,5476	0,2636	3,1398	3,6898	138,4591	72,3911	61,5945
	0,04777	0,04579	70,00	0,6491	0,6452	0,3911	2,1582	28,1255	18,8022	52,1647	44,6529
			60,00	0,6577	0,7244	0,9171	2,6798	27,5030	26,1836	55,3457	47,8686
			50,00	0,6613	0,8025	0,6902	2,4622	25,3048	37,9270	58,5086	51,0446
			40,00	0,6687	0,8993	1,0450	2,8165	21,9077	52,9353	61,5441	54,1265
			30,00	0,6738	0,9834	1,0560	2,8334	13,8383	78,6380	63,0500	55,4244
			20,00	0,6792	1,2673	1,1250	2,9086	17,3064	81,7159	70,1715	63,5547
	0,02791	0,02675	70,00	0,6394	0,5819	0,3270	1,3966	34,2176	3,4034	49,5320	44,9610
			60,00	0,6472	0,6421	0,7597	1,8277	34,1740	1,6869	52,2119	47,6054

			50,00	0,6547	0,7649	1,1376	2,2048	38,8630	0,4092	58,8571	54,6058
			40,00	0,6609	0,8526	1,3171	2,3859	37,8220	8,9033	61,8060	57,5841
			30,00	0,6694	0,9612	1,8428	2,9098	35,6659	20,3277	64,5380	60,3539
			20,00	0,6716	1,0727	1,4725	2,5479	31,2958	37,9202	67,0907	62,9283
Ácido Caprilico (1) / Ácido Caprico (2)	0,07854	0,07742	70,00	0,6609	0,6748	0,2130	2,1339	23,2729	75,0786	46,1180	35,0149
			60,00	0,6690	0,7312	0,2194	2,5624	21,2465	7,4968	50,9081	42,3876
			50,00	0,6735	0,8051	0,1138	2,4660	19,3407	12,9061	53,7625	45,1284
			40,00	0,6794	0,8398	0,2205	2,5777	11,1463	27,4635	53,6171	44,3224
			30,00	0,6856	0,9033	0,3639	2,7256	3,0608	42,3484	54,3455	44,5554
			20,00	0,6892	1,0271	0,1673	2,5431	1,6192	52,9290	57,8606	48,1357
	0,04643	0,04577	70,00	0,6489	0,5372	0,3199	1,7943	23,4374	3,6943	42,1516	36,5142
			60,00	0,6548	0,5712	0,4417	1,9183	20,8306	1,8204	42,9607	37,0475
			50,00	0,6595	0,6062	0,3956	1,8773	18,0336	8,3281	44,6433	38,4827
			40,00	0,6677	0,6524	0,8599	2,3395	14,7670	15,8234	46,5506	40,1819
			30,00	0,6730	0,7144	0,9088	2,3929	11,0220	24,3187	48,6815	42,1532
			20,00	0,6790	0,7898	1,0774	2,5650	6,8224	34,2402	51,6833	45,0863
	0,02978	0,02935	70,00	0,6341	0,4940	0,7359	0,2517	26,9165	12,8751	39,8734	36,1014
			60,00	0,6425	0,5196	0,1978	0,7872	24,7455	8,4594	40,2278	36,2428
			50,00	0,6495	0,5439	0,1260	1,1109	22,5227	3,3068	41,3855	37,1954
			40,00	0,6521	0,5763	0,2304	0,7612	19,8411	2,8072	42,7127	38,3335
			30,00	0,6592	0,6200	0,1181	1,1098	16,6568	9,9700	44,2203	39,6739
			20,00	0,6673	0,6712	0,6172	1,6080	13,0705	18,5234	46,5828	41,9166
Ácido Caprilico (1) / Ácido Laurico (2)	0,07676	0,07168	70,00	0,6573	0,6555	0,4811	1,9537	28,5868	90,5823	45,2836	32,8411
			60,00	0,6638	0,7221	0,2977	2,1389	16,8590	23,0860	50,9373	41,2921
			50,00	0,6696	0,8083	0,1986	2,2424	15,4556	29,1963	54,6009	45,0069
			40,00	0,6743	0,8104	0,2706	2,1796	2,0184	54,4190	52,6668	41,9387
			30,00	0,6853	0,9294	0,5984	3,0354	1,5503	64,8134	56,3515	45,7674

			20,00	0,6900	1,0834	0,5449	2,9926	5,4107	76,3600	60,7587	50,5231
	0,04823	0,04503	70,00	0,6402	0,5095	1,0740	0,5519	15,3935	14,2916	38,9701	31,8780
			60,00	0,6516	0,5496	0,0827	1,5315	13,0210	20,9588	40,6869	33,3571
			50,00	0,6598	0,5928	0,3925	2,0037	10,4280	28,9826	43,3734	35,8678
			40,00	0,6624	0,6505	0,0309	1,6531	7,4685	38,0356	46,3773	38,7718
			30,00	0,6713	0,7286	0,6091	2,2273	4,1714	48,0462	49,6738	42,0554
			20,00	0,6795	0,8273	1,1044	2,7210	0,5265	59,5902	53,8653	46,3730
	0,03015	0,02815	70,00	0,6313	0,4558	1,1475	0,0957	18,6520	2,4612	34,9545	30,2338
			60,00	0,6413	0,4848	0,3461	0,7003	16,6715	7,8396	36,0650	31,1365
			50,00	0,6491	0,5137	0,0940	1,1389	14,5868	14,3494	38,0820	32,9702
			40,00	0,6517	0,5526	0,2568	0,7950	12,1137	21,9643	40,4030	35,1461
			30,00	0,6595	0,6056	0,1880	1,2388	9,2410	30,7254	43,0379	37,6835
			20,00	0,6647	0,6701	0,2477	1,3022	6,0175	41,1891	46,6446	41,2738
Ácido Caprico (1) / Ácido Laurico (2)	0,08644	0,08962	70,00	0,6574	0,9190	1,2880	1,7829	11,3278	40,7005	60,6882	49,3489
			60,00	0,6613	0,7480	1,4861	1,5948	23,0706	14,9215	52,1588	40,6569
			50,00	0,6717	0,8094	0,6889	2,3724	19,8079	23,5639	54,1628	42,2824
			40,00	0,6792	0,8897	0,3381	2,7180	16,1383	33,1446	56,3752	44,2163
			30,00	0,6824	0,9966	0,6116	2,4591	12,0964	43,5696	58,7728	46,4507
			20,00	0,6920	1,1317	0,0679	3,1262	7,6975	55,2766	61,9132	49,6327
	0,04901	0,05082	70,00	0,6413	0,5923	1,0305	0,8360	31,8394	8,5596	47,9568	41,3017
			60,00	0,6576	0,6274	0,7035	2,5403	29,3761	2,5619	48,5137	41,5040
			50,00	0,6658	0,6637	1,1719	3,0029	26,8216	4,4849	49,9085	42,5799
			40,00	0,6698	0,7118	1,0248	2,8619	23,8077	12,6550	51,4899	43,8832
			30,00	0,6734	0,7761	0,8245	2,6692	20,3148	21,9877	53,2603	45,4276
			20,00	0,6847	0,8548	1,7545	3,5870	16,4527	32,8886	55,8588	47,9098
	0,0301	0,03121	70,00	0,6343	0,5437	0,7212	0,4617	35,2047	19,3201	45,8420	41,6003
			60,00	0,6407	0,5693	0,4867	0,6951	33,1751	14,6656	45,9466	41,4456

			50,00	0,6492	0,5936	0,0646	1,2417	31,1977	9,2710	46,8213	42,0709
			40,00	0,6562	0,6260	0,3936	1,5691	28,7790	2,8122	47,8162	42,8289
			30,00	0,6616	0,6698	0,4794	1,6564	25,8647	4,8355	48,9414	43,7357
			20,00	0,6721	0,7212	1,3352	2,5053	22,6490	13,9828	50,8700	45,4984
Ácido Caprico (1) / Ácido Oléico (2)	0,077	0,07871	70,00	0,6531	0,8668	1,2193	1,9002	0,8121	84,3299	59,7392	45,6260
			60,00	0,6642	0,9731	0,3165	2,7792	29,3759	39,0924	64,2846	53,1508
			50,00	0,6703	0,9854	0,1720	2,9241	17,8159	70,3145	63,5132	51,2377
			40,00	0,6781	1,1493	0,2319	3,3211	14,7414	85,3744	67,3402	55,5041
			30,00	0,6853	1,3806	0,5453	3,6313	11,6062	100,8826	71,2805	60,0917
			20,00	0,6910	1,7048	0,6455	3,7368	8,5102	117,0443	75,6601	65,4124
	0,04662	0,04766	70,00	0,6490	0,6363	0,3665	2,3269	27,9355	22,6433	51,9371	43,6484
			60,00	0,6556	0,6971	0,5991	2,5576	25,4808	33,7446	54,0455	45,5900
			50,00	0,6630	0,7700	0,9512	2,9058	22,9468	46,9306	57,2011	48,7343
			40,00	0,6695	0,8710	1,1695	3,1235	20,1069	61,7238	60,7288	52,3927
			30,00	0,6723	1,0137	0,8581	2,8224	17,0377	77,8377	64,5696	56,5173
			20,00	0,6800	1,2107	1,2691	3,2307	13,9072	95,5509	69,1656	61,6270
	0,02915	0,02979	70,00	0,6314	0,5611	1,0948	0,1857	30,9864	5,3250	47,7018	42,1481
			60,00	0,6393	0,6028	0,6182	0,6580	28,8722	14,4745	49,1470	43,3961
			50,00	0,6451	0,6502	0,4726	0,8037	26,7555	25,6158	51,6446	45,7781
			40,00	0,6501	0,7159	0,4607	0,8179	24,2594	38,7326	54,5662	48,6653
			30,00	0,6618	0,8090	0,5968	1,8647	21,4085	53,8027	57,9184	52,0805
			20,00	0,6684	0,9346	0,8726	2,1406	18,4148	71,2795	62,2779	56,6634
Ácido Caprico (1) / Ácido Linoleico (2)	0,07076	0,07216	70,00	0,6542	0,7781	0,7367	2,2253	3,7793	68,3935	56,4205	43,4097
			60,00	0,6614	0,8564	0,4159	2,5398	33,3092	19,3198	60,4350	50,0548
			50,00	0,6689	0,8954	0,0511	2,8976	27,1083	37,1036	60,9204	49,8697
			40,00	0,6768	0,9621	0,3735	3,3143	20,6659	56,6625	62,1023	50,5760
			30,00	0,6832	1,1078	0,5606	3,5013	17,3032	71,0429	65,2962	53,9698

			20,00	0,6870	1,3030	0,4071	3,3596	13,8195	86,8551	69,1871	58,3371
	0,04184	0,04267	70,00	0,6421	0,6096	0,4317	1,4043	33,5608	2,0159	50,6200	43,5793
			60,00	0,6505	0,6526	0,1011	1,9293	31,2896	10,4947	51,7320	44,3986
			50,00	0,6551	0,7005	0,0451	1,8768	28,9920	20,6599	53,7938	46,2526
			40,00	0,6599	0,7654	0,0118	1,8470	26,3023	32,4846	56,1673	48,4993
			30,00	0,6631	0,8552	0,2360	1,6072	23,2360	45,9627	58,8563	51,1600
			20,00	0,6673	0,9726	0,3176	1,5318	19,9796	61,5577	62,4482	54,9003
	0,02597	0,02648	70,00	0,6306	0,5554	1,0235	0,1536	36,2555	11,7345	47,6970	43,1231
			60,00	0,6464	0,5860	0,6774	1,8358	34,3381	5,1217	48,2433	43,4279
			50,00	0,6494	0,6177	0,3833	1,5467	32,5050	2,8464	49,6780	44,6580
			40,00	0,6526	0,6609	0,1253	1,2937	30,2656	12,4778	51,3771	46,1880
			30,00	0,6582	0,7208	0,2481	1,4173	27,5905	23,9458	53,3753	48,0653
			20,00	0,6628	0,7966	0,2274	1,3998	24,7208	37,7652	56,3456	51,0152
Ácido Oléico (1) / Ácido Laurico (2)	0,08515	0,07538	70,00	0,6529	0,7532	1,2834	2,0814	15,1692	65,5028	55,7674	40,5932
			60,00	0,6627	0,8613	0,5652	2,7807	12,9870	77,3543	59,2770	44,3184
			50,00	0,6710	0,9976	0,0897	3,2461	10,6955	90,7515	63,6182	49,1905
			40,00	0,6785	1,1858	0,2642	3,5949	8,3253	104,4848	68,0389	54,3781
			30,00	0,6801	1,4513	0,2525	3,1031	5,9673	118,1294	72,4056	59,7168
			20,00	0,6882	1,8243	0,2033	3,5534	3,6506	132,0486	77,0193	65,5895
	0,05207	0,04609	70,00	0,6448	0,5986	0,3297	1,8137	18,4618	45,1822	48,6049	38,1403
			60,00	0,6501	0,6677	0,2954	1,8504	16,5227	56,5275	51,7286	41,2425
			50,00	0,6581	0,7518	0,1697	2,3094	14,5142	69,8601	55,8885	45,5875
			40,00	0,6627	0,8682	0,1089	2,2543	12,3288	84,2337	60,3463	50,4100
			30,00	0,6691	1,0326	0,3329	2,4785	10,0438	99,2463	64,9825	55,5858
			20,00	0,6789	1,2605	1,0672	3,2033	7,7519	115,2797	70,1778	61,5670
	0,03309	0,0293	70,00	0,6357	0,5132	0,4781	0,9246	20,6645	27,1408	42,5653	35,2755
			60,00	0,6421	0,5608	0,2430	1,1586	18,9634	37,0521	45,0683	37,6456

			50,00	0,6468	0,6158	0,2905	1,1142	17,2500	49,0788	48,6913	41,2567
			40,00	0,6518	0,6922	0,2642	1,1431	15,2906	62,6902	52,7642	45,4388
			30,00	0,6578	0,8002	0,0815	1,3265	13,1328	77,6581	57,2258	50,1409
			20,00	0,6606	0,9473	0,3663	1,0500	10,9171	94,4799	62,5695	55,9187
Ácido Laurico (1) / Ácido Linoleico (2)	0,07257	0,07323	70,00	0,6571	0,6965	0,2628	2,8614	22,9891	36,9545	53,4411	40,2607
			60,00	0,6624	0,7711	0,2401	2,8873	20,5012	47,5006	55,8017	42,4317
			50,00	0,6705	0,8604	0,2031	3,3212	17,8871	59,7415	59,0913	45,7548
			40,00	0,6755	0,9811	0,1924	3,3164	15,0417	72,9161	62,6116	49,5005
			30,00	0,6798	1,1474	0,0952	3,2285	12,0421	86,7251	66,2860	53,5953
			20,00	0,6855	1,3712	0,1980	3,3364	8,9631	101,5819	70,5377	58,5684
	0,04527	0,04568	70,00	0,6439	0,5886	0,3030	1,7351	26,5990	18,6677	48,4184	39,5127
			60,00	0,6511	0,6384	0,0327	2,0665	24,4252	27,9791	50,2230	41,0663
			50,00	0,6600	0,6954	0,6197	2,6447	22,1972	39,0826	53,0242	43,7435
			40,00	0,6635	0,7726	0,4026	2,4357	19,6528	51,6001	56,1543	46,8697
			30,00	0,6679	0,8793	0,3242	2,3630	16,8352	65,3654	59,5756	50,4211
			20,00	0,6709	1,0202	0,0507	2,1007	13,8812	80,8691	63,8202	55,0148
	0,02797	0,02823	70,00	0,6346	0,5226	0,4775	0,8190	29,2426	2,6854	44,1489	38,2859
			60,00	0,6429	0,5573	0,0407	1,3321	27,3881	10,2062	45,3079	39,2021
			50,00	0,6495	0,5944	0,3040	1,5941	25,5763	19,3181	47,4361	41,1479
			40,00	0,6524	0,6449	0,0023	1,2941	23,4102	30,0395	49,9043	43,4958
			30,00	0,6599	0,7149	0,4086	1,7024	20,8882	42,4131	52,7262	46,2739
			20,00	0,6611	0,8048	0,1189	1,1853	18,2045	57,0013	56,5354	50,1770

[a] A fração mássica do solvente w_3 pode ser calculada por diferença. [b]A: Regra de Kay Simples em fração mássica; B: Regra de Kay Simples em fração molar; C: Regra de Kay Modificada em fração mássica; D: Regra de Kay Modificada em fração molar.

APÊNDICE D – Dados de densidade e viscosidade de sistemas formados por ésteres metílicos.

D1 – Dados experimentais e DMR para densidade (ρ) e viscosidade cinemática (ν) em função da temperatura (T) dos sistemas binários contendo ésteres metílicos[a].

SISTEMA	w_1	w_2	T (ºC)	ρ (g/cm³)	ν (mm².s⁻¹)	DMR (%) para ρ^*		DMR (%) para ν^*			
						A	B	A	B	C	D
Metil Caprilato (1) / Metil Caprato (2)	0,79958	0,20042	70,00	0,8326	0,9072	0,0001	0,0053	16,4768	17,1283	17,0642	17,6575
			60,00	0,8414	1,0217	0,0001	0,0070	16,0988	16,7967	16,7652	17,3971
			50,00	0,8501	1,1340	0,0069	0,0157	13,6426	14,4097	14,4192	15,1092
			40,00	0,8588	1,2922	0,0068	0,0172	12,4650	13,2984	13,3621	14,1064
			30,00	0,8675	1,4981	0,0090	0,0213	11,7621	12,6724	12,8132	13,6188
			20,00	0,8761	1,7567	0,0100	0,0237	10,6590	11,6624	11,9063	12,7852
	0,49992	0,50008	70,00	0,8322	0,9747	0,0060	0,0028	14,9549	15,9471	15,8326	16,8155
			60,00	0,8407	1,0913	0,0048	0,0068	13,5782	14,6473	14,5816	15,6400
			50,00	0,8493	1,2252	0,0000	0,0144	11,5192	12,6808	12,6772	13,8262
			40,00	0,8578	1,4103	0,0024	0,0147	10,5959	11,8455	11,9232	13,1578
			30,00	0,8663	1,6448	0,0058	0,0144	9,6497	11,0063	11,1994	12,5379
			20,00	0,8748	1,9543	0,0058	0,0166	8,8253	10,3011	10,6455	12,0994
	0,2003	0,7997	70,00	0,8316	1,0504	0,0059	0,0000	14,3050	14,9251	14,8421	15,5133
			60,00	0,8400	1,1834	0,0071	0,0008	13,0474	13,7114	13,6588	14,3808
			50,00	0,8484	1,3505	0,0023	0,0074	11,9690	12,6789	12,6646	13,4403
			40,00	0,8568	1,5574	0,0057	0,0058	10,7085	11,4707	11,5060	12,3434
			30,00	0,8651	1,8272	0,0160	0,0024	9,6800	10,5025	10,6080	11,5178
			20,00	0,8734	2,1845	0,0147	0,0003	8,7155	9,6049	9,8021	10,7934
Metil Caprilato (1) / Metil Linoleato (2)	0,79303	0,20697	70,00	0,8366	0,9874	0,0159	0,1868	2,2984	12,8985	11,4516	18,7098
			60,00	0,8452	1,1038	0,0148	0,1668	0,0519	11,3538	10,1151	17,7371
			50,00	0,8536	1,2469	0,0054	0,1399	2,3501	9,7481	8,7797	16,8011
			40,00	0,8621	1,4265	0,0031	0,1206	4,8784	8,1398	7,5335	15,9964
			30,00	0,8705	1,6551	0,0049	0,0968	7,6087	6,5259	6,4320	15,4015

			20,00	0,8789	1,9525	0,0084	0,0797	10,7897	4,7008	5,3046	14,8587
	0,50015	0,49985	70,00	0,8416	1,3050	0,0288	0,3338	1,5390	12,8653	10,0613	22,8661
			60,00	0,8497	1,4743	0,0297	0,3012	3,9609	11,2354	8,6999	22,1313
			50,00	0,8577	1,6868	0,0201	0,2606	6,4422	9,6182	7,4330	21,5361
			40,00	0,8657	1,9551	0,0198	0,2299	9,2187	7,8391	6,1179	20,9830
			30,00	0,8737	2,3010	0,0128	0,1947	12,4010	5,8575	4,7886	20,5499
			20,00	0,8817	2,7690	0,0036	0,1613	15,7198	3,8958	3,7082	20,4496
	0,20211	0,79789	70,00	0,8464	1,7657	0,0005	0,2387	4,1930	12,5893	10,3141	20,5460
			60,00	0,8540	2,0180	0,0037	0,2168	2,3930	11,1494	9,0216	19,7525
			50,00	0,8616	2,3373	0,0025	0,1863	0,5742	9,7159	7,7796	19,0516
			40,00	0,8691	2,7514	0,0029	0,1679	1,2532	8,3070	6,6259	18,4955
			30,00	0,8767	3,3015	0,0009	0,1420	3,1592	6,8774	5,5521	18,1150
			20,00	0,8843	4,0548	0,0103	0,1138	5,1549	5,4105	4,5570	17,9039
Metil Caprilato (1) / Metil Oleato (2)	0,7976	0,2024	70,00	0,8342	0,9974	0,0250	0,0744	1,8750	10,8839	10,3098	18,5214
			60,00	0,8427	1,1177	0,0216	0,0536	4,8420	9,0023	8,8915	17,6000
			50,00	0,8512	1,2670	0,0137	0,0285	8,1862	6,9638	7,4838	16,7596
			40,00	0,8597	1,4548	0,0128	0,0118	11,9386	4,7622	6,1250	16,0360
			30,00	0,8681	1,6956	0,0016	0,0139	16,2356	2,3806	4,9228	15,5608
			20,00	0,8765	2,0140	0,0015	0,0303	21,3549	0,3594	3,8182	15,2871
	0,50084	0,49916	70,00	0,8360	1,4052	0,0711	0,1615	4,2271	12,3645	10,7002	25,1061
			60,00	0,8441	1,5958	0,0655	0,1240	7,6103	10,1555	9,0717	24,3586
			50,00	0,8521	1,8350	0,0588	0,0860	11,5707	7,5947	7,2973	23,6117
			40,00	0,8600	2,1419	0,0558	0,0540	16,0145	4,7686	5,5154	22,9840
			30,00	0,8680	2,5462	0,0448	0,0163	21,0983	1,6145	3,8097	22,6043
			20,00	0,8760	3,0981	0,0397	0,0132	26,9951	1,9893	2,1832	22,4855
	0,20221	0,79779	70,00	0,8375	1,9849	0,0682	0,1396	3,4720	12,7636	11,1266	22,6727
			60,00	0,8450	2,2968	0,0671	0,1133	1,3364	11,1005	9,7770	22,0023

			50,00	0,8526	2,6939	0,0661	0,0875	1,2727	9,0542	8,1458	21,1867
			40,00	0,8601	3,2262	0,0662	0,0648	3,7372	7,1778	6,8133	20,7271
			30,00	0,8676	3,9451	0,0584	0,0359	6,5387	5,0573	5,4291	20,3710
			20,00	0,8752	4,9554	0,0518	0,0100	9,6638	2,7030	4,0538	20,1806
Metil Caprilato (1) / Metil Laurato (2)	0,79994	0,20006	70,00	0,8323	0,9183	0,0144	0,0297	10,5754	13,3232	13,1956	15,4450
			60,00	0,8410	1,0252	0,0154	0,0360	8,8798	11,8584	11,8667	14,2760
			50,00	0,8496	1,1545	0,0259	0,0510	6,9374	10,1883	10,3764	12,9704
			40,00	0,8582	1,3184	0,0256	0,0558	5,1042	8,6675	9,0971	11,8957
			30,00	0,8668	1,5278	0,0334	0,0680	3,3395	7,2785	8,0472	11,0822
			20,00	0,8753	1,8023	0,0377	0,0756	1,4908	5,8785	7,1096	10,4147
	0,49973	0,50027	70,00	0,8314	1,0948	0,0264	0,0525	9,7766	13,7127	13,4104	17,2072
			60,00	0,8398	1,2300	0,0273	0,0624	7,6583	11,8982	11,7874	15,8658
			50,00	0,8481	1,3989	0,0399	0,0830	5,4808	10,0627	10,2046	14,5976
			40,00	0,8564	1,6164	0,0384	0,0900	3,4087	8,3721	8,8508	13,5910
			30,00	0,8647	1,9011	0,0472	0,1065	1,4192	6,8253	7,7717	12,9094
			20,00	0,8730	2,2714	0,0570	0,1220	1,1556	4,7905	6,3725	11,9898
	0,19903	0,80097	70,00	0,8307	1,3121	0,0093	0,0277	11,9974	14,3076	14,0476	16,7160
			60,00	0,8388	1,4939	0,0127	0,0374	10,4533	12,9087	12,7595	15,6163
			50,00	0,8468	1,7253	0,0278	0,0581	8,9786	11,5916	11,5864	14,6513
			40,00	0,8548	2,0205	0,0228	0,0592	7,3515	10,1444	10,3286	13,6345
			30,00	0,8629	2,4105	0,0294	0,0712	5,7380	8,7370	9,1818	12,7704
			20,00	0,8709	2,9424	0,0428	0,0886	4,1396	7,3681	8,1581	12,0692
Metil Caprilato (1) / Metil Palmitato (2)	0,79654	0,20346	70,00	0,8320	1,0292	0,0089	0,0495	3,3825	13,3519	13,9111	20,5205
			60,00	0,8405	1,1576	0,0141	0,0674	0,8793	11,7184	12,8186	19,8380
			50,00	0,8491	1,3096	0,0252	0,0901	2,5021	9,4347	11,2543	18,7779
			40,00	0,8576	1,5038	0,0303	0,1056	6,1244	7,1135	9,8958	17,9780
			30,00	0,8660	1,7518	0,0391	0,1254	10,8899	4,1627	8,4431	17,2483

			20,00	0,8744	2,0803	0,0425	0,1386	16,3659	0,8681	7,1532	16,7530
	0,50952	0,49048	70,00	0,8305	1,4501	0,0282	0,1003	3,7690	16,3119	16,5073	27,5307
			60,00	0,8386	1,6561	0,0379	0,1326	1,1066	14,5364	15,4010	27,0972
			50,00	0,8466	1,9150	0,0580	0,1734	1,9981	12,4714	14,2040	26,6720
			40,00	0,8547	2,2457	0,0742	0,2082	5,7100	10,0033	12,8838	26,2518
			30,00	0,8627	2,6858	0,0864	0,2401	10,6970	6,7061	11,3408	25,8892
			20,00	0,8707	3,2815	0,0961	0,2672	16,4699	2,8966	9,8290	25,6897
	0,20013	0,79987	70,00	0,8291	2,0619	0,0326	0,0878	11,3582	18,0941	17,7898	26,2150
			60,00	0,8367	2,3966	0,0431	0,1156	9,6044	16,6910	16,7377	25,6804
			50,00	0,8443	2,8315	0,0617	0,1500	7,7594	15,2320	15,7254	25,2484
			40,00	0,8519	3,4022	0,0776	0,1803	5,5715	13,4918	14,5634	24,7687
			30,00	0,8595	4,1873	0,0855	0,2033	2,4699	10,9936	12,9323	24,0696
Metil Caprilato (1) / Metil Estearato (2)	0,80427	0,19573	70,00	0,8318	1,0729	0,0290	0,0770	1,9910	12,9083	14,2059	22,9856
			60,00	0,8403	1,2032	0,0355	0,0995	5,9239	10,4963	12,6714	22,0483
			50,00	0,8488	1,3645	0,0431	0,1227	10,4629	7,7770	11,1034	21,1520
			40,00	0,8573	1,5706	0,0492	0,1423	15,6213	4,8235	9,7001	20,4970
			30,00	0,8657	1,8341	0,0544	0,1620	22,0472	1,2458	8,3215	20,0007
			20,00	0,8741	2,1849	0,0548	0,1753	29,3520	2,7087	7,2022	19,8113
	0,5001	0,4999	70,00	0,8301	1,5842	0,0555	0,1461	6,7486	12,2694	13,0510	29,0592
			60,00	0,8381	1,8169	0,0645	0,1854	10,7502	9,7450	11,6169	28,6503
			50,00	0,8460	2,1099	0,0734	0,2240	15,4855	6,7477	10,0250	28,2311
			40,00	0,8540	2,4832	0,0844	0,2606	21,4123	2,9597	8,1161	27,7224
			30,00	0,8619	2,9835	0,0894	0,2932	28,4989	1,5096	6,2536	27,4877
Metil Caprilato (1) / Metil Araquidato (2)	0,80156	0,19844	70,00	0,8316	1,1274	0,0455	0,1026	6,7555	13,3857	15,0962	25,9949
			60,00	0,8401	1,2547	0,0537	0,1298	12,6020	9,8828	12,7536	24,4872
			50,00	0,8485	1,4256	0,0746	0,1661	18,3828	6,7464	11,1529	23,7233
			40,00	0,8569	1,6418	0,0321	0,1629	25,2809	3,0992	9,5711	23,0853

			30,00	0,8653	1,9178	0,0441	0,1913	33,9896	1,4090	7,9740	22,5905
	0,50575	0,49425	70,00	0,8299	2,4366	0,0651	0,1734	20,4222	38,0631	38,6991	52,7374
			60,00	0,8378	2,9045	0,0800	0,2245	19,8983	38,2850	39,8298	54,2240
			50,00	0,8457	3,3966	0,1087	0,2824	16,1492	36,1154	38,8782	54,2090
			40,00	0,8536	4,0841	0,0051	0,2433	12,6865	34,2829	38,5932	54,7997
Metil Caprilato (1) / Metil Beheneato (2)	0,80156	0,19844	70,00	0,8316	1,1878	0,0407	0,1062	12,5094	13,7810	16,3150	29,2337
			60,00	0,8400	1,3374	0,0514	0,1385	18,4064	10,8173	14,8371	28,6010
			50,00	0,8484	1,5258	0,0613	0,1718	25,3535	7,4400	13,4419	28,1441
			40,00	0,8568	1,7653	0,0657	0,1971	34,1135	3,2629	12,0272	27,8189
			30,00	0,8651	2,0699	0,0747	0,2265	45,6711	2,2282	10,4705	27,5554
Metil Caprilato (1) / Metil Miristato (2)	0,79234	0,20766	70,00	0,8320	1,0140	0,0254	0,0528	10,6220	16,3579	16,5187	20,7556
			60,00	0,8406	1,1156	0,0300	0,0659	6,9008	13,2472	13,7336	18,3389
			50,00	0,8492	1,2747	0,0356	0,0806	5,4548	12,3373	13,2430	18,1354
			40,00	0,8577	1,4620	0,0377	0,0908	2,9915	10,5726	12,0387	17,3010
			30,00	0,8662	1,6913	0,0456	0,1060	0,2790	8,2059	10,4604	16,1827
			20,00	0,8747	2,0083	0,0431	0,1110	3,1818	6,3355	9,6486	15,8515
	0,4989	0,5011	70,00	0,8309	1,2941	0,0344	0,0812	8,5406	16,2121	16,1505	23,2831
			60,00	0,8391	1,4644	0,0423	0,1036	6,0350	14,2867	14,6431	22,2730
			50,00	0,8473	1,6781	0,0476	0,1245	3,2603	12,1839	13,0907	21,2883
			40,00	0,8555	1,9536	0,0517	0,1426	0,3615	10,0450	11,6724	20,4997
			30,00	0,8636	2,3118	0,0626	0,1660	2,9513	7,6438	10,2587	19,8250
			20,00	0,8717	2,7920	0,0616	0,1779	6,8476	4,8368	8,7843	19,2117
	0,20215	0,79785	70,00	0,8297	1,6790	0,0419	0,0765	12,8125	17,1707	16,9321	22,2008
			60,00	0,8375	1,9319	0,0562	0,1015	11,1068	15,7174	15,7109	21,3324
			50,00	0,8454	2,2582	0,0595	0,1164	9,3885	14,2761	14,5698	20,5861
			40,00	0,8532	2,6838	0,0628	0,1300	7,5649	12,7605	13,4400	19,9039
			30,00	0,8610	3,2580	0,0753	0,1518	5,7145	11,2561	12,4514	19,4314

			20,00	0,8688	4,0549	0,0697	0,1557	3,7090	9,6392	11,5099	19,0840
Metil Caprato (1) / Metil Oleato (2)	0,79906	0,20094	70,00	0,8328	1,3557	0,0269	0,0797	11,2146	17,3878	17,0438	21,5593
			60,00	0,8409	1,5401	0,0279	0,0717	9,2184	15,8359	15,6950	20,4676
			50,00	0,8489	1,7692	0,0242	0,0591	6,9203	14,0882	14,2311	19,3121
			40,00	0,8569	2,0683	0,0276	0,0545	4,7422	12,5339	13,0542	18,4676
			30,00	0,8649	2,4644	0,0344	0,0549	2,4800	11,0134	12,0470	17,8356
			20,00	0,8730	3,0056	0,0330	0,0466	0,0905	9,5200	11,2603	17,4748
	0,49054	0,50946	70,00	0,8352	1,7417	0,0666	0,1605	8,3243	16,8839	16,0155	23,9849
			60,00	0,8429	2,0036	0,0649	0,1426	6,3306	15,3917	14,7981	23,1992
			50,00	0,8506	2,3371	0,0608	0,1227	4,0579	13,7234	13,5094	22,4243
			40,00	0,8583	2,7767	0,0626	0,1103	1,7900	12,1284	12,4135	21,8902
			30,00	0,8660	3,3678	0,0640	0,1005	0,6873	10,4363	11,3916	21,5114
			20,00	0,8737	4,1793	0,0587	0,0828	3,6951	8,3845	10,2549	21,1425
	0,20054	0,79946	70,00	0,8373	2,2016	0,0840	0,1536	10,6949	15,7216	14,9390	21,0072
			60,00	0,8447	2,5571	0,0856	0,1432	9,0149	14,2852	13,6588	20,0624
			50,00	0,8521	3,0240	0,0848	0,1307	7,3378	12,8832	12,4724	19,2626
			40,00	0,8595	3,6458	0,0863	0,1217	5,6892	11,5344	11,4043	18,6243
			30,00	0,8670	4,5029	0,0821	0,1091	4,0791	10,2549	10,4968	18,2024
			20,00	0,8744	5,7299	0,0744	0,0923	2,5333	9,0738	9,8112	18,0673
Metil Caprato (1) / Metil Linoleato (2)	0,79864	0,20136	70,00	0,8351	1,3161	0,0209	0,1657	12,8055	17,7095	16,8152	20,6021
			60,00	0,8432	1,4879	0,0209	0,1559	11,0212	16,1761	15,3354	19,2873
			50,00	0,8513	1,7387	0,0162	0,1422	11,1132	16,4359	15,6844	19,7310
			40,00	0,8593	2,0336	0,0208	0,1381	10,0323	15,6267	14,9797	19,1913
			30,00	0,8673	2,4365	0,0300	0,1402	9,5674	15,4423	14,9414	19,3119
			20,00	0,8753	2,9691	0,0264	0,1297	8,7554	14,9886	14,6809	19,2524
	0,4995	0,5005	70,00	0,8408	1,5974	0,0358	0,2902	9,5715	16,7171	15,0792	21,7961
			60,00	0,8486	1,8240	0,0367	0,2738	8,0714	15,5081	13,9489	20,9244

			50,00	0,8563	2,1394	0,0294	0,2510	7,8598	15,5101	14,0768	21,2348
			40,00	0,8641	2,5339	0,0338	0,2401	7,1377	15,0783	13,7982	21,2056
			30,00	0,8718	3,0268	0,0382	0,2321	5,4469	13,8106	12,7238	20,4975
			20,00	0,8795	3,7006	0,0288	0,2105	3,7850	12,6294	11,8090	19,9932
	0,20034	0,79966	70,00	0,8471	1,9830	0,1153	0,3029	12,1814	16,4585	15,2380	20,2722
			60,00	0,8545	2,2845	0,1189	0,2939	11,1530	15,5652	14,3923	19,6045
			50,00	0,8620	2,6707	0,1155	0,2791	10,2455	14,7993	13,6907	19,0926
			40,00	0,8695	3,1776	0,1214	0,2737	9,4779	14,1830	13,1614	18,7698
			30,00	0,8769	3,8518	0,1203	0,2635	8,6024	13,4859	12,5802	18,4349
			20,00	0,8844	4,7945	0,1125	0,2468	7,9779	13,0505	12,3020	18,4245
Metil Caprato (1) / Metil Araquidato (2)	0,80329	0,19671	70,00	0,8304	1,4311	0,0206	0,0510	2,8669	14,5164	15,8854	23,1352
			60,00	0,8384	1,6354	0,0269	0,0675	0,1359	12,5680	14,6313	22,3324
			50,00	0,8464	1,8956	0,0388	0,0869	3,4903	10,4840	13,4729	21,6847
			40,00	0,8544	2,2313	0,0100	0,0652	7,3669	8,1457	12,3615	21,1514
			30,00	0,8624	2,6739	0,0196	0,0634	12,1249	5,3251	11,2212	20,6870
	0,7170	0,2830	70,00	0,8300	1,5987	0,0250	0,0657	0,9165	14,8721	16,3789	25,8811
			60,00	0,8380	1,8398	0,0296	0,0841	2,1543	12,9585	15,2887	25,3566
			50,00	0,8458	2,1414	0,0477	0,1122	6,0074	10,5476	13,9803	24,7267
			40,00	0,8537	2,5351	0,0203	0,0805	10,3921	7,8807	12,7666	24,2727
			30,00	0,8616	3,0565	0,0269	0,0843	15,8576	4,5726	11,4433	23,8464
Metil Caprato (1) / Metil Laurato (2)	0,79864	0,20136	70,00	0,8310	1,2308	0,0014	0,0014	17,8079	18,4020	18,3891	18,9303
			60,00	0,8392	1,3917	0,0022	0,0060	16,3656	17,0029	17,0192	17,5970
			50,00	0,8475	1,5932	0,0038	0,0008	14,9680	15,6559	15,7123	16,3325
			40,00	0,8556	1,8522	0,0020	0,0077	13,7163	14,4628	14,5735	15,2419
			30,00	0,8637	2,2002	0,0085	0,0023	12,9037	13,7156	13,8990	14,6200
			20,00	0,8718	2,6602	0,0038	0,0028	11,9010	12,7936	13,0776	13,8624
	0,50145	0,49855	70,00	0,8306	1,3224	0,0098	0,0143	16,3677	17,2654	17,2328	18,1222

			60,00	0,8387	1,5056	0,0086	0,0148	15,0946	16,0510	16,0622	17,0092
			50,00	0,8468	1,7358	0,0168	0,0243	13,8089	14,8341	14,9049	15,9191
			40,00	0,8549	2,0328	0,0109	0,0201	12,6062	13,7107	13,8617	14,9533
			30,00	0,8629	2,4265	0,0062	0,0161	11,5287	12,7240	12,9828	14,1628
			20,00	0,8709	2,9624	0,0153	0,0261	10,5481	11,8495	12,2550	13,5379
	0,19311	0,80689	70,00	0,8302	1,4730	0,0209	0,0238	18,2743	18,8009	18,7730	19,3444
			60,00	0,8382	1,6834	0,0227	0,0268	17,0106	17,5695	17,5672	18,1760
			50,00	0,8461	1,9511	0,0353	0,0402	15,8013	16,3972	16,4295	17,0817
			40,00	0,8541	2,2965	0,0264	0,0324	14,5800	15,2189	15,2976	16,0006
			30,00	0,8620	2,7598	0,0272	0,0337	13,5511	14,2378	14,3787	15,1392
			20,00	0,8700	3,3932	0,0360	0,0430	12,5392	13,2816	13,5067	14,3351
Metil Caprato (1) / Metil Miristato (2)	0,77427	0,22573	70,00	0,8307	1,2935	0,0037	0,0135	14,3953	16,7290	16,9119	18,8658
			60,00	0,8389	1,4703	0,0090	0,0217	12,8566	15,3632	15,6838	17,7628
			50,00	0,8470	1,6932	0,0127	0,0288	11,3135	14,0247	14,5302	16,7536
			40,00	0,8551	1,9791	0,0084	0,0274	9,7605	12,7098	13,4577	15,8448
			30,00	0,8631	2,3560	0,0025	0,0233	8,2092	11,4396	12,5109	15,0851
			20,00	0,8712	2,8698	0,0019	0,0256	6,7210	10,2852	11,7931	14,5805
	0,49563	0,50437	70,00	0,8301	1,5004	0,0159	0,0309	13,0639	16,1518	16,3296	19,3302
			60,00	0,8381	1,7177	0,0214	0,0409	11,3982	14,6913	15,0499	18,2433
			50,00	0,8460	1,9949	0,0255	0,0503	9,7033	13,2350	13,8348	17,2509
			40,00	0,8539	2,3558	0,0238	0,0530	8,0165	11,8191	12,7326	16,3995
			30,00	0,8618	2,8390	0,0234	0,0553	6,3283	10,4426	11,7700	15,7226
			20,00	0,8697	3,6141	0,0215	0,0580	7,4594	11,8029	13,6274	17,7809
	0,20038	0,79962	70,00	0,8295	1,7627	0,0278	0,0382	14,1565	15,9825	16,0398	18,1432
			60,00	0,8372	2,0347	0,0371	0,0507	12,6738	14,6051	14,7682	17,0071
			50,00	0,8449	2,3854	0,0380	0,0553	11,1770	13,2288	13,5321	15,9282
			40,00	0,8526	2,8502	0,0377	0,0580	9,8064	11,9899	12,4736	15,0453

			30,00	0,8604	3,4797	0,0444	0,0666	8,4478	10,7798	11,4992	14,2728
			20,00	0,8681	4,3625	0,0365	0,0619	7,1170	9,6168	10,6477	13,6551
Metil Caprato (1) / Metil Beheneato (2)	0,80708	0,19292	70,00	0,8303	1,4888	0,0176	0,0539	1,4676	14,4779	16,5116	25,5347
			60,00	0,8383	1,7059	0,0257	0,0742	5,1076	12,3609	15,3504	24,9233
			50,00	0,8463	1,9787	0,0285	0,0907	9,5121	9,8400	14,1068	24,3185
			40,00	0,8543	2,3325	0,0270	0,1010	14,9019	6,8442	12,8831	23,8424
Metil Caprato (1) / Metil Estearato (2)	0,80374	0,19626	70,00	0,8305	1,3755	0,0086	0,0325	6,4945	14,5217	15,5567	20,9792
			60,00	0,8386	1,5677	0,0114	0,0435	3,9223	12,6569	14,2001	19,9737
			50,00	0,8466	1,8113	0,0165	0,0566	1,1825	10,7453	12,9493	19,1132
			40,00	0,8547	2,1246	0,0156	0,0620	1,9460	8,6273	11,7177	18,3321
			30,00	0,8627	2,5431	0,0045	0,0575	5,4565	6,3666	10,6773	17,8090
	0,5134	0,4866	70,00	0,8294	1,8919	0,0303	0,0733	5,5467	16,0245	17,0416	26,3600
			60,00	0,8373	2,1898	0,0246	0,0823	2,8607	14,0866	15,7559	25,6595
			50,00	0,8450	2,5717	0,0321	0,1042	0,1439	11,9478	14,4567	25,0233
			40,00	0,8527	3,0685	0,0367	0,1203	3,7888	9,3543	12,9803	24,3345
			30,00	0,8604	3,7538	0,0285	0,1239	7,7680	6,6116	11,7460	23,9922
Metil Caprato (1) / Metil Palmitato (2)	0,78649	0,21351	70,00	0,8306	1,3451	0,0027	0,0215	11,1368	15,9623	16,4357	20,0912
			60,00	0,8387	1,5252	0,0060	0,0307	8,8635	14,0819	14,8356	18,7324
			50,00	0,8467	1,7672	0,0153	0,0450	7,2704	12,9049	14,0217	18,1582
			40,00	0,8548	2,0722	0,0164	0,0504	5,2387	11,3915	12,9951	17,4217
			30,00	0,8628	2,4791	0,0063	0,0444	2,7985	9,6679	12,0317	16,8379
			20,00	0,8708	3,0220	0,0093	0,0520	0,1647	7,5649	10,9304	16,1698
	0,5050	0,4950	70,00	0,8300	1,7109	0,0200	0,0110	11,0574	17,2898	17,7296	23,5582
			60,00	0,8378	1,9409	0,0169	0,0237	7,7619	14,4983	15,3032	21,5754
			50,00	0,8456	2,2509	0,0056	0,0433	4,9506	12,2177	13,5015	20,2317
			40,00	0,8534	2,6826	0,0007	0,0567	2,9002	10,7079	12,6101	19,7941
			30,00	0,8612	3,2876	0,0026	0,0602	0,6540	9,1635	12,0075	19,7655

			20,00	0,8690	4,1186	0,0022	0,0681	2,0191	7,2982	11,3481	19,7518
	0,20077	0,79923	70,00	0,8289	2,1511	0,0027	0,0251	12,8577	16,4407	16,5562	20,8725
			60,00	0,8365	2,5215	0,0063	0,0357	11,8450	15,5929	15,9063	20,4554
			50,00	0,8441	2,9912	0,0182	0,0536	10,3816	14,3343	14,9042	19,7434
			40,00	0,8516	3,6206	0,0298	0,0704	8,9173	13,0986	14,0012	19,1716
			30,00	0,8592	4,4845	0,0196	0,0651	6,5300	11,0391	12,4553	18,1052
Metil Laurato (1) / Metil Araquidato (2)	0,80095	0,19905	70,00	0,8294	1,8950	0,0401	0,0567	12,9539	18,8284	19,7140	23,8908
			60,00	0,8371	2,1182	0,0446	0,0666	7,8172	14,3956	15,7079	20,3002
			50,00	0,8448	2,4837	0,0655	0,0915	5,3343	12,5223	14,3587	19,2692
			40,00	0,8525	2,9662	0,0097	0,0541	2,6541	10,5605	13,0787	18,3465
			30,00	0,8602	3,6286	0,0124	0,0617	0,1499	8,6160	12,0463	17,7146
Metil Laurato (1) / Metil Beheneato (2)	0,79981	0,20019	70,00	0,8293	2,1716	0,0421	0,0642	17,7683	25,8729	27,1441	32,4484
			60,00	0,8370	2,4073	0,0465	0,0756	11,6193	20,8343	22,7188	28,6105
			50,00	0,8447	2,8322	0,0562	0,0944	8,8458	18,9556	21,5696	27,8592
			40,00	0,8524	3,3956	0,0486	0,0936	5,5952	16,8250	20,4424	27,1997
Metil Laurato (1) / Metil Estearato (2)	0,79295	0,20705	70,00	0,8294	1,9174	0,0416	0,0537	18,8215	22,3352	22,9688	25,6777
			60,00	0,8371	2,2156	0,0454	0,0614	17,2008	20,9901	21,8730	24,7537
			50,00	0,8449	2,5986	0,0550	0,0754	15,4768	19,5846	20,7834	23,8567
			40,00	0,8526	3,1058	0,0506	0,0736	13,7161	18,1993	19,8125	23,1037
			30,00	0,8604	3,7957	0,0520	0,0790	11,8086	16,7538	18,9337	22,4810
			20,00	0,8681	4,7580	0,0615	0,0926	9,9134	15,3533	18,1991	22,0077
Metil Laurato (1) / Metil Oleato (2)	0,79483	0,20517	70,00	0,8317	1,8378	0,0048	0,0396	20,4856	22,9829	22,7337	24,7933
			60,00	0,8395	2,1152	0,0067	0,0333	19,1256	21,7713	21,5884	23,7541
			50,00	0,8472	2,4752	0,0179	0,0172	17,8591	20,6788	20,5891	22,8758
			40,00	0,8550	2,9762	0,0104	0,0210	17,4201	20,4071	20,4375	22,8344
			30,00	0,8627	3,5800	0,0146	0,0132	15,2732	18,5243	18,7169	21,2931
			20,00	0,8704	4,5710	0,0278	0,0041	15,9842	19,4305	19,8340	22,5241

	0,49866	0,50134	70,00	0,8344	2,1655	0,0407	0,1151	19,4354	22,9948	22,5247	25,9615
			60,00	0,8420	2,5086	0,0440	0,1110	18,0378	21,7842	21,4069	25,0180
			50,00	0,8495	2,9554	0,0390	0,0979	16,6296	20,5955	20,3480	24,1622
			40,00	0,8571	3,5521	0,0435	0,0961	15,3609	19,5640	19,4836	23,5154
			30,00	0,8646	4,3715	0,0374	0,0840	14,1786	18,6500	18,7923	23,0680
			20,00	0,8722	5,5237	0,0246	0,0643	12,8708	17,6604	18,1024	22,6649
	0,20153	0,79847	70,00	0,8370	2,5764	0,0803	0,1330	21,2530	23,3826	23,0213	25,4680
			60,00	0,8444	3,0486	0,0818	0,1294	21,1889	23,3833	23,0808	25,6136
			50,00	0,8517	3,6288	0,0809	0,1227	20,1920	22,4912	22,2640	24,9324
			40,00	0,8591	4,3940	0,0848	0,1222	19,0506	21,4693	21,3374	24,1620
			30,00	0,8665	5,4645	0,0782	0,1113	18,1554	20,7016	20,6966	23,6919
			20,00	0,8739	7,0023	0,0706	0,0988	17,3382	20,0277	20,1912	23,3822
Metil Laurato (1) / Metil Linoleato (2)	0,79927	0,20073	70,00	0,8344	1,7919	0,0342	0,1429	21,8355	23,5791	23,0702	24,5778
			60,00	0,8422	2,0566	0,0364	0,1402	20,7007	22,4885	21,9783	23,5218
			50,00	0,8500	2,3956	0,0255	0,1246	19,6494	21,4796	20,9688	22,5465
			40,00	0,8577	2,8399	0,0335	0,1284	18,7171	20,5899	20,0805	21,6925
			30,00	0,8655	3,4368	0,0286	0,1195	17,8937	19,8135	19,3090	20,9579
			20,00	0,8732	4,2650	0,0124	0,0993	17,2052	19,1748	18,6786	20,3661
	0,50112	0,49888	70,00	0,8418	2,0580	0,2141	0,3977	22,1609	24,7491	23,9079	26,4325
			60,00	0,8494	2,3742	0,2168	0,3923	21,3299	23,9701	23,1290	25,7035
			50,00	0,8569	2,7793	0,2054	0,3730	20,5777	23,2671	22,4272	25,0489
			40,00	0,8645	3,3412	0,2116	0,3723	20,6568	23,3707	22,5424	25,1869
			30,00	0,8721	4,1542	0,2063	0,3601	21,8394	24,5472	23,7455	26,3830
			20,00	0,8797	5,2597	0,1919	0,3390	22,5722	25,2951	24,5187	27,1693
	0,19841	0,80159	70,00	0,8476	2,4392	0,2028	0,3311	25,9442	27,4801	26,9237	28,6374
			60,00	0,8551	2,8394	0,2105	0,3331	25,7459	27,2987	26,7460	28,4802
			50,00	0,8624	3,3319	0,2030	0,3201	25,1425	26,7203	26,1685	27,9324

			40,00	0,8698	3,9699	0,2106	0,3229	24,4583	26,0647	25,5141	27,3120
			30,00	0,8773	4,8413	0,2078	0,3153	24,0159	25,6502	25,1049	26,9363
			20,00	0,8847	6,0123	0,1926	0,2955	23,1243	24,7997	24,2588	26,1394
Metil Laurato (1) / Metil Miristato (2)	0,79867	0,20133	70,00	0,8298	1,7474	0,0276	0,0295	23,1113	23,5042	23,5796	23,9403
			60,00	0,8376	2,0066	0,0297	0,0320	21,8726	22,2926	22,3966	22,7804
			50,00	0,8455	2,3415	0,0388	0,0419	20,7608	21,2119	21,3533	21,7635
			40,00	0,8533	2,7785	0,0314	0,0349	19,6687	20,1550	20,3435	20,7832
			30,00	0,8611	3,3598	0,0357	0,0396	18,4959	19,0240	19,2743	19,7486
			20,00	0,8690	4,1733	0,0424	0,0471	17,5304	18,1066	18,4381	18,9515
	0,5005	0,4995	70,00	0,8295	1,8991	0,0278	0,0309	23,1298	23,7109	23,8179	24,3950
			60,00	0,8373	2,1891	0,0323	0,0360	21,8698	22,4884	22,6375	23,2516
			50,00	0,8450	2,5633	0,0380	0,0430	20,6427	21,3049	21,5091	22,1661
			40,00	0,8528	3,0606	0,0329	0,0386	19,5990	20,3086	20,5815	21,2849
			30,00	0,8605	3,7377	0,0396	0,0459	18,6982	19,4612	19,8226	20,5784
			20,00	0,8683	4,6850	0,0425	0,0502	17,8491	18,6741	19,1514	19,9677
	0,20058	0,79942	70,00	0,8292	2,0239	0,0387	0,0407	22,0935	22,4556	22,5190	22,9092
			60,00	0,8368	2,3555	0,0479	0,0503	21,2961	21,6778	21,7669	22,1797
			50,00	0,8445	2,7771	0,0475	0,0508	20,2767	20,6825	20,8052	21,2459
			40,00	0,8522	3,3389	0,0447	0,0485	19,4102	19,8420	20,0063	20,4774
			30,00	0,8598	4,0924	0,0525	0,0566	18,3632	18,8258	19,0444	19,5519
Metil Linoleato (1) / Metil Estearato (2)	0,78372	0,21628	70,00	0,8463	2,5306	0,1386	0,1373	17,0696	17,0853	17,8296	17,8440
			60,00	0,8525	2,9440	0,0250	0,0236	15,9824	16,0002	16,9230	16,9390
			50,00	0,8598	3,4510	0,0192	0,0178	14,2411	14,2614	15,4237	15,4417
			40,00	0,8670	4,2164	0,0223	0,0209	14,4411	14,4639	15,9126	15,9326
			30,00	0,8743	5,1911	0,0222	0,0208	13,2908	13,3170	15,1826	15,2051
			20,00	0,8815	6,5901	0,0108	0,0094	12,6123	12,6421	14,9813	15,0065
	0,80015	0,19985	70,00	0,8410	2,7429	0,0823	0,0807	21,0551	21,0661	21,1676	21,1791

			60,00	0,8482	3,2183	0,0839	0,0824	20,3479	20,3603	20,4903	20,5032
			50,00	0,8554	3,7903	0,0855	0,0840	18,5312	18,5456	18,7195	18,7346
			40,00	0,8627	4,6012	0,0895	0,0880	17,6354	17,6518	17,8810	17,8983
			30,00	0,8699	5,7275	0,0830	0,0815	16,8681	16,8869	17,1890	17,2090
			20,00	0,8772	7,3428	0,0743	0,0728	16,1551	16,1766	16,5780	16,6011
Metil Oleato (1) / Metil Linoleato (2)	0,50435	0,49565	70,00	0,8441	2,5905	0,0369	0,0346	19,6239	19,6421	19,8076	19,8258
			60,00	0,8514	3,0142	0,0413	0,0390	18,6018	18,6224	18,8358	18,8565
			50,00	0,8586	3,5690	0,0422	0,0398	17,6832	17,7070	17,9905	18,0142
			40,00	0,8659	4,3095	0,0488	0,0464	16,8887	16,9161	17,2907	17,3180
			30,00	0,8731	5,3222	0,0438	0,0415	16,0934	16,1249	16,6213	16,6528
			20,00	0,8804	6,7714	0,0355	0,0332	15,4909	15,5272	16,1897	16,2259
	0,21107	0,78893	70,00	0,8474	2,5083	0,0144	0,0128	20,2793	20,2918	20,4040	20,4160
			60,00	0,8547	2,8939	0,0236	0,0221	18,9867	19,0010	19,1467	19,1604
			50,00	0,8620	3,4043	0,0212	0,0197	18,0669	18,0835	18,2780	18,2937
			40,00	0,8692	4,0865	0,0302	0,0287	17,3999	17,4191	17,6769	17,6950
			30,00	0,8765	5,0111	0,0277	0,0262	16,7351	16,7573	17,1005	17,1213
			20,00	0,8837	6,3215	0,0106	0,0091	16,2865	16,3123	16,7727	16,7966
Metil Oleato (1) / Metil Araquidato (2)	0,81309	0,18691	70,00	0,8365	3,0011	0,0559	0,0405	19,9040	20,3188	20,7664	21,1337
			60,00	0,8437	3,5420	0,0565	0,0410	18,9293	19,3804	19,9272	20,3232
			50,00	0,8509	4,2595	0,0504	0,0354	17,9182	18,4108	19,0805	19,5088
			40,00	0,8581	5,2338	0,0973	0,0791	16,9918	17,5326	18,3598	18,8247
			30,00	0,8653	6,6051	0,0900	0,0718	16,1371	16,7351	17,7691	18,2764
Metil Oleato (1) / Metil Beheneato (2)	0,80307	0,19693	70,00	0,8363	3,1899	0,0536	0,0221	20,2047	21,5105	22,3278	23,4102
			60,00	0,8434	3,7836	0,0495	0,0177	19,2952	20,7092	21,7259	22,8835
			50,00	0,8506	4,5702	0,0542	0,0215	18,2533	19,7924	21,0578	22,3004
			40,00	0,8578	5,6593	0,0560	0,0227	17,3912	19,0842	20,6921	22,0350
	0,80013	0,19987	70,00	0,8330	2,0076	0,0441	0,0316	14,7273	15,1649	14,9053	15,3209

			60,00	0,8405	2,2965	0,0544	0,0188	12,3449	12,7687	12,5078	12,9116
			50,00	0,8481	2,7158	0,0551	0,0164	11,4875	11,8817	11,6278	12,0048
			40,00	0,8556	3,2856	0,0535	0,0160	11,0948	11,4529	11,2106	11,5545
			30,00	0,8631	4,0910	0,0634	0,0040	11,3515	11,6663	11,4418	11,7456
			20,00	0,8707	5,3454	0,0588	0,0074	13,5320	13,7911	13,5951	13,8465
Metil Miristato (1) / Metil Linoleato (2)	0,50365	0,49635	70,00	0,8392	2,2439	0,0304	0,0942	19,9348	20,5837	20,1875	20,8328
			60,00	0,8466	2,6071	0,0339	0,0866	19,1929	19,8116	19,4205	20,0360
			50,00	0,8541	3,0769	0,0384	0,0793	18,5217	19,0986	18,7179	19,2920
			40,00	0,8615	3,7213	0,0348	0,0795	18,4565	18,9806	18,6183	19,1402
			30,00	0,8689	4,6127	0,0427	0,0683	18,6866	19,1495	18,8132	19,2743
			20,00	0,8763	5,7712	0,0479	0,0612	17,5986	17,9965	17,6909	18,0875
	0,20043	0,79957	70,00	0,8455	2,3399	0,0214	0,0631	19,5220	19,9472	19,6799	20,1242
			60,00	0,8529	2,7134	0,0166	0,0652	18,8234	19,2297	18,9658	19,3893
			50,00	0,8596	3,1877	0,0921	0,0122	18,0447	18,4252	18,1679	18,5633
			40,00	0,8676	3,8150	0,0071	0,0705	17,4219	17,7712	17,5244	17,8862
			30,00	0,8749	4,6666	0,0185	0,0568	16,9075	17,2201	16,9886	17,3111
			20,00	0,8822	5,8569	0,0264	0,0477	16,4745	16,7424	16,5334	16,8084
Metil Estearato (1) / Metil Oleato (2)	0,20126	0,79874	70,00	0,8364	2,9253	0,0601	0,0607	20,9538	20,9452	21,1783	21,1702
			60,00	0,8437	3,4333	0,0619	0,0626	19,7289	19,7194	19,9998	19,9908
			50,00	0,8510	4,1136	0,0802	0,0808	18,6782	18,6676	19,0005	18,9906
			40,00	0,8582	5,0410	0,0783	0,0790	17,8178	17,8061	18,2087	18,1978
			30,00	0,8655	6,3516	0,0729	0,0735	17,1523	17,1391	17,6373	17,6252
Metil Miristato (1) / Metil Estearato (2)	0,80803	0,19197	70,00	0,8288	2,2756	0,0374	0,0417	18,6916	20,0440	20,2674	21,4147
			60,00	0,8363	2,6548	0,0423	0,0484	17,3347	18,7876	19,1074	20,3293
			50,00	0,8439	3,1591	0,0411	0,0486	16,2023	17,7630	18,2000	19,5000
			40,00	0,8514	3,8226	0,0422	0,0507	14,8280	16,5223	17,1172	18,5121
			30,00	0,8589	4,7787	0,0484	0,0587	14,1539	15,9978	16,8052	18,3016

			20,00	0,8665	6,1554	0,0386	0,0501	13,7676	15,7534	16,7867	18,3757
Metil Miristato (1) / Metil Araquidato(2)	0,80937	0,19063	70,00	0,8288	2,3770	0,0234	0,0310	18,0158	20,7278	21,0698	23,2130
			60,00	0,8363	2,7758	0,0406	0,0511	16,4412	19,3623	19,8772	22,1572
			50,00	0,8438	3,2913	0,0476	0,0590	14,6116	17,7849	18,5265	20,9679
			40,00	0,8513	4,0122	0,0010	0,0230	13,4124	16,8534	17,8829	20,4862
			30,00	0,8588	5,0034	0,0082	0,0348	12,0026	15,7726	17,1891	19,9845
Metil Miristato (1) / Metil Beheneato (2)	0,8054	0,1946	70,00	0,8286	2,4691	0,0410	0,0525	15,5501	20,2823	20,9429	24,4094
			60,00	0,8360	2,8919	0,0590	0,0748	13,7391	18,8552	19,8237	23,5087
			50,00	0,8435	3,4477	0,0537	0,0742	11,7978	17,3643	18,7311	22,6629
			40,00	0,8510	4,2054	0,0525	0,0772	9,8320	15,9489	17,8665	22,0835
Metil Miristato (1) / Metil Oleato (2)	0,80084	0,19916	70,00	0,8310	2,2017	0,0003	0,0324	19,7077	20,5218	20,2937	21,0326
			60,00	0,8385	2,5256	0,0123	0,0182	17,3725	18,2339	18,0082	18,7881
			50,00	0,8460	2,9977	0,0111	0,0177	16,4515	17,3534	17,1381	17,9519
			40,00	0,8536	3,6336	0,0110	0,0161	15,7612	16,7061	16,5054	17,3547
			30,00	0,8611	4,5259	0,0214	0,0040	15,4765	16,4675	16,2882	17,1748
			20,00	0,8687	5,7920	0,0149	0,0093	15,1575	16,2047	16,0549	16,9865
	0,50037	0,49963	70,00	0,8340	2,4081	0,0507	0,1051	19,5199	20,7604	20,3846	21,6109
			60,00	0,8414	2,8174	0,0467	0,0975	18,5963	19,8834	19,5168	20,7887
			50,00	0,8489	3,3623	0,0475	0,0953	17,8711	19,2114	18,8609	20,1847
			40,00	0,8563	4,0982	0,0482	0,0931	17,3511	18,7475	18,4191	19,7975
			30,00	0,8637	5,1194	0,0373	0,0795	16,9523	18,4126	18,1154	19,5558
			20,00	0,8711	6,5521	0,0338	0,0740	16,2051	17,7480	17,4927	19,0133
	0,19494	0,80506	70,00	0,8369	2,6428	0,0749	0,1112	20,1168	20,8752	20,6265	21,4490
			60,00	0,8441	3,0974	0,0710	0,1049	19,1716	19,9571	19,7137	20,5672
			50,00	0,8514	3,6965	0,0729	0,1049	18,2329	19,0509	18,8164	19,7075
			40,00	0,8587	4,5077	0,0760	0,1061	17,5040	18,3558	18,1341	19,0648
			30,00	0,8660	5,6385	0,0664	0,0946	16,9150	17,8046	17,6012	18,5766

			20,00	0,8733	7,2482	0,0613	0,0882	16,1711	17,1069	16,9287	17,9591
Metil Miristato (1) / Metil Palmitato (2)	0,79168	0,20832	70,00	0,8289	2,2012	0,0305	0,0324	20,5374	20,8968	20,9371	21,2704
			60,00	0,8364	2,5687	0,0395	0,0420	19,5641	19,9442	20,0043	20,3558
			50,00	0,8440	3,0374	0,0414	0,0441	18,3230	18,7280	18,8128	19,1858
			40,00	0,8515	3,7109	0,0433	0,0461	18,2319	18,6608	18,7779	19,1712
			30,00	0,8591	4,5407	0,0511	0,0546	16,1950	16,6800	16,8693	17,3102
			20,00	0,8667	5,7996	0,0439	0,0476	15,4711	16,0068	16,2789	16,7618
	0,50484	0,49516	70,00	0,8286	2,3476	0,0283	0,0313	19,9659	20,4926	20,5471	21,0701
			60,00	0,8361	2,7445	0,0354	0,0393	18,8795	19,4357	19,5191	20,0712
			50,00	0,8436	3,2642	0,0410	0,0453	17,8158	18,4048	18,5241	19,1085
			40,00	0,8511	3,9626	0,0443	0,0488	16,8354	17,4633	17,6310	18,2537
			30,00	0,8587	4,9306	0,0474	0,0527	15,4940	16,1922	16,4628	17,1543
			20,00	0,8662	6,3346	0,0386	0,0443	14,5627	15,3295	15,7195	16,4781
Metil Laurato (1) / Metil Palmitato (2)	0,80629	0,19371	70,00	0,8296	1,6807	0,0303	0,0373	15,0206	16,6471	16,9073	18,2721
			60,00	0,8374	1,9520	0,0328	0,0417	14,3331	16,0572	16,4178	17,8524
			50,00	0,8452	2,2852	0,0459	0,0566	13,0448	14,8957	15,3881	16,9129
			40,00	0,8529	2,7269	0,0421	0,0539	11,8955	13,8922	14,5557	16,1816
			30,00	0,8607	3,3115	0,0448	0,0584	10,1712	12,3931	13,3471	15,1250
			20,00	0,8685	4,1495	0,0561	0,0716	9,0133	11,4714	12,7812	14,7109
	0,49826	0,50174	70,00	0,8291	2,1410	0,0237	0,0358	21,1738	23,3573	23,6699	25,8015
			60,00	0,8367	2,5147	0,0270	0,0423	20,7995	23,0883	23,5333	25,7641
			50,00	0,8443	2,8549	0,0432	0,0617	16,3369	18,8705	19,5139	21,9786
			40,00	0,8519	3,4339	0,0475	0,0677	14,9874	17,6990	18,5768	21,2085
			30,00	0,8596	4,2329	0,0515	0,0746	13,2270	16,1996	17,4681	20,3429
			20,00	0,8672	5,3660	0,0623	0,0888	11,6010	14,8517	16,5994	19,7302

[a] A fração mássica do solvente w_3 pode ser calculada por diferença. [b]A: Regra de Kay Simples em fração mássica; B: Regra de Kay Simples em fração molar; C: Regra de Kay Modificada em fração mássica; D: Regra de Kay Modificada em fração molar

D2 – Dados experimentais e DMR dos modelos para densidade (ρ) e viscosidade cinemática (ν) em função da temperatura (T) dos sistemas cuja composição é similar à de biodiesel de coco, palma e soja [a].

	Fração Mássica w_i							T (ºC)	ρ (g/cm³)	ν (mm².s^{-1})	DMR (%) para ρ^*		DMR (%) para ν^*			
	Caprilato	Caprato	Laurato	Miristato	Palmitato	Estearato	Oleato				A	B	A	B	C	D
Palma	0.00786	0.0081	0.01905	0.00979	0.43035	0.05738	0.37225	70.00	0.8344	2.6154	0.0409	0.0761	18.7308	19.5882	19.5625	20.7392
								60.00	0.8417	3.6326	0.0374	0.0696	30.5089	31.2554	31.2895	32.3297
								50.00	0.8491	4.6653	0.0394	0.0685	34.6103	35.3279	35.4260	36.4429
								40.00	0.8564	5.2607	0.0308	0.0570	28.5263	29.3275	29.5278	30.6858
								30.00	0.8637	6.7954	0.0217	0.0456	29.8348	30.6267	30.9582	32.1393
								20.00	0.8711	7.2468	0.0218	0.0433	14.2280	15.2076	15.8062	17.3175
Coco	0.07799	0.0704	0.46264	0.18006	0.09505	0.02779	0.06963	70.00	0.8315	1.7678	0.0655	0.0723	17.0420	21.0836	21.0273	25.0174
								60.00	0.8393	2.0282	0.0598	0.0583	15.2166	19.5202	19.6619	23.9070
								50.00	0.8470	2.3665	0.0377	0.0280	13.4809	18.0758	18.4765	23.0024
								40.00	0.8548	2.8141	0.0402	0.0233	11.8359	16.7551	17.4932	22.3278
								30.00	0.8626	3.4190	0.0363	0.0126	10.0341	15.3531	16.5729	21.7792
								20.00	0.8703	4.2660	0.0182	0.0124	8.3035	14.0631	15.8956	21.5086
Soja	-	-	-	0.00482	0.12057	0.04973	0.23845	70.00	0.8436	2.6029	0.0469	0.0684	20.7597	20.7695	21.0528	21.0606
								60.00	0.8509	3.0508	0.0551	0.0761	20.3474	20.3486	20.7120	20.7106
								50.00	0.8582	3.6141	0.0550	0.0755	19.5353	19.5265	20.0001	19.9878
								40.00	0.8655	4.3592	0.0612	0.0810	18.7007	18.6795	19.2993	19.2735
								30.00	0.8727	5.3835	0.0482	0.0677	17.8358	17.7912	18.6249	18.5753
								20.00	0.8800	6.8381	0.0396	0.0588	17.1024	17.0333	18.1318	18.0574