JEAN MICHEL CHAVES ORBEN

POTENCIAL DE GERAÇÃO E EMISSÕES EM MOTOR GERADOR UTILIZANDO DIESEL E BIODIESEL DE CANOLA E SOJA

CASCAVEL
PARANÁ - BRASIL
MARÇO - 2024

JEAN MICHEL CHAVES ORBEN

POTENCIAL DE GERAÇÃO E EMISSÕES EM MOTOR GERADOR UTILIZANDO DIESEL E BIODIESEL DE CANOLA E SOJA

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura, para obtenção do título de Mestre
Orientador: Dr. Jair Antonio Cruz Siqueira
Coorientador: Dr. Carlos Eduardo Camargo Nogueira
Coorientador: Dr. Marcio Antonio Vilas Boas
Coorientador: Dr. Reginaldo Ferreira Santos

CASCAVEL
PARANÁ - BRASIL
MARÇO – 2024

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Chaves Orben, Jean Michel
POTENCIAL DE GERAÇÃO E EMISSÕES EM MOTOR GERADOR UTILIZANDO DIESEL E BIODIESEL DE CANOLA E SOJA / Jean Michel Chaves Orben; orientador Jair Antonio Cruz Siqueira; coorientador Reginaldo Ferreira Santos. -- Cascavel, 2024.
142 p.

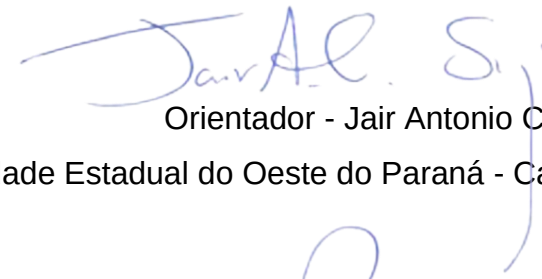
Dissertação (Mestrado Acadêmico Campus de Cascavel) -- Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Programa de Pós-Graduação em Energia na Agricultura, 2024.

1. Biodiesel. 2. Energia. 3. Emissões. 4. Canola. I. Cruz Siqueira, Jair Antonio, orient. II. Santos, Reginaldo Ferreira, coorient. III. Título.

JEAN MICHEL CHAVES ORBEN

Potencial de geração e emissões em motor gerador utilizando diesel e biodiesel de canola e soja

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Energia na Agricultura, área de concentração Agroenergia, linha de pesquisa Fontes renováveis e racionalização de energia na agroindústria e agricultura, APROVADO pela seguinte banca examinadora:



Orientador - Jair Antonio Cruz Siqueira
Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Cascavel (UNIOESTE)



Maritane Prior
Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Cascavel (UNIOESTE)



Fernando de Lima Caneppele
Universidade de São Paulo (USP)

Cascavel, 04 de março de 2024

Dedico aos meus pais, que a cada grau acadêmico que conquisto, são coroados com mais cabelos brancos
Dedico também à minha amada esposa, Rafaela Adam Baioco Orben

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à minha esposa e companheira Rafaela Adam Baioco Orben por todo companheirismo, amor, puxões de orelha, incentivo, além de toda ajuda neste trabalho, desde a extração do óleo das sementes, a redução amostral acidental do óleo de canola extravirgem, por me acompanhar várias noites no laboratório nos processos de transesterificação, por lavar a vidraria para podermos ir para casa mais cedo, as jantas no RU, por me ajudar na queima do biodiesel durante vários finais de semana, por digitar mais de 4000 valores no Excel (encontrados no Apêndice 1), enfim, por tudo. Muitíssimo obrigado!

Agradeço aos meus pais Fortunato Lole Orben e Miriam de Fátima Chaves Orben por me incentivarem, por me empurrarem para fora do ninho para que eu pudesse criar asas, e por sempre me dar bons conselhos e esperança de que algum dia todo esse trabalho trará frutos, além é claro da realização deste sonho meu. Ah, e claro, por toda ajuda financeira nessa fase de transição.

Agradeço especialmente ao meu orientador, o caríssimo Dr. Jair Antonio Cruz Siqueira, por me mostrar que a pesquisa não precisa ser nem chata nem tortuosa, mas extremamente divertida. Por ser essa pessoa tão acessível, por responder as minhas mensagens em horário não comercial, por ser um amigo tão humilde e ao mesmo tempo tão incrível e inteligente, que nunca mediu esforços para me orientar.

Agradeço a Deus, pois nos momentos em que pedi por mais força, mais sabedoria, e mais paciência, ter me dado desafios que me tornou mais forte, mais sábio, e mais paciente.

Agradeço à professora Dra. Luciene Kazue Tokura por sempre me ajudar com a minha dissertação e meu mestrado, sempre proativa em auxiliar a conseguir os materiais necessários.

Agradeço ao meu colega e amigo Rafael Venturin Piacentini pela ajuda no trabalho, por me tranquilizar na reta final e me ajudar com a análise estatística. Agradeço principalmente por ter sido a melhor e mais eficiente dupla que eu já tive em qualquer trabalho acadêmico, e pela nossa amizade.

Agradeço ao meu coorientador e professor Dr. Reginaldo Ferreira Santos por me introduzir no caminho do biodiesel, e por sempre mostrar oportunidades, viagens, congressos. Pelas excelentes aulas, pela amizade, pelas ideias e pelas conversas.

Agradeço à secretária do programa Vandérleia Schmidt, por ser tão prestativa, e pela paciência para responder as perguntas minhas e de todos os alunos do programa, sendo que está tudo no regulamento ou no calendário acadêmico, e por não medir esforços para as coisas funcionarem dentro do PPGEA.

Agradeço a todos os amigos que fiz no mestrado, pessoas e pesquisadores incríveis, aos quais desejo todo sucesso do mundo.

Agradeço ao professor Dr. Luiz Antônio Zanão e ao IDR-Paraná pelas sementes de soja e canola.

Agradeço à Distribuidora Estrada pelo diesel AS10 puro utilizado neste trabalho.

Agradeço à Poollab pelas caracterizações físico-químicas das amostras.

Agradeço aos meus coorientadores doutores Reginaldo, Duda e Márcio pelas orientações, dicas e sugestões para o meu trabalho e desempenho acadêmico.

Agradeço aos professores doutores Duda, Maritane, Waldir, Zanão, Jair, Reginaldo, e Petrauski pelas aulas incríveis nas disciplinas do programa.

Agradeço a minha irmã Marina Chaves Orben, por nossa doce e divertida rivalidade, e que mesmo não tendo seguido carreira acadêmica, ainda possui um currículo Lattes tão maior que o meu.

Agradeço ao meu irmão Alisson Luiz Menegussi Zamprônio por sempre ter me incentivado a estudar muito e ser exemplo de inteligência.

Agradeço ao meu avô Antônio Vaz de Chaves por ainda estar entre nós, e por sempre ter cuidado de mim enquanto tinha forças.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela bolsa de estudos que me foi concedida e foi essencial para me manter nesse período intenso de pesquisa.

Tired of lying in the sunshine, staying home to watch the rain
You are young and life is long, and there is time to kill today
And then one day you find ten years have got behind you
No one told you when to run, you missed the starting gun

Time – Pink Floyd

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Repartição da oferta de energia (OIE) 2022. 6
Figura 2: Percentual de outras fontes de energia renováveis. 7
Figura 3: Reação de Transesterificação catalisada por hidróxido de potássio. 10
Figura 4: Localização do LABTES, UNIOESTE. 20
Figura 5: Sementes de canola na extrusora, e torta resultante à direita. 21
Figura 6: Óleo de canola extravirgem, pré-filtragem. 22
Figura 7: Filtragem do óleo de canola. 22
Figura 8: Óleo de soja extravirgem (esquerda) e óleo de canola extravirgem (direita). 23
Figura 9: Processo de transesterificação. 24
Figura 10: Separação das fases do biodiesel e glicerol. 25
Figura 11: Secagem do biodiesel. 26
Figura 12: Blendas do biodiesel de soja refinado. 26
Figura 13: Motor gerador Branco BD-8000 E3. 28
Figura 14: Torque, consumo e potência 29
Figura 15: Projeto elétrico do gerador utilizado. 30
Figura 16: Indicações de voltagem, amperagem, potência instantânea e energia total gerada, no display. 31
Figura 17: Banco de cargas resistivas. 32
Figura 18: Conjunto de disjuntores que ativam as cargas. 33
Figura 19: Analisador de Gases TM 131 Tecnomotor. 34
Figura 20: Sonda dos gases que foi inserida no escapamento. 35
Figura 21: Massa específica das amostras a 20 ºC, em Kg / m³. 43
Figura 22: Ponto de fulgor mínimo das amostras, em ºC. 44
Figura 23: Máxima temperatura do ponto de congelamento das amostras, em °C. 45
Figura 24: Viscosidade das amostras a 40 ºC, em cSt. 46
Figura 25: Porcentagem de ésteres nas amostras das amostras. 47
Figura 26: Porcentagem de aromáticos das amostras. 48
Figura 27: Percentual de olefinas nas amostras. 49
Figura 28: Percentual de benzeno nas amostras. 50
Figura 29: Percentual de tolueno nas amostras. 51

Figura 30: Percentual de glicerol nas amostras. 52
Figura 31: Água (ppm) por Karl Fischer. 53
Figura 32: Médias das repetições das potências instantâneas medidas. 55
Figura 33: Emissões de hidrocarbonetos, em ppm. 58
Figura 34: Emissões de NOX, em ppm 62
Figura 35: Emissões de CO, em %. 66
Figura 36: Emissões de CO_2, em %. 69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Especificações da prensa Eurolumi YJ-220 21
Tabela 3: Ensaios e métodos das caracterizações dos óleos 27
Tabela 4: Especificações do motor de acionamento 29
Tabela 5: Especificações do gerador 30
Tabela 6: Especificações do medidor multifuncional 32
Tabela 7: Combinação dos disjuntores para ativação das cargas 33
Tabela 8: Especificações técnicas do analisador de gases TM 131 34
Tabela 9: Tabela de teste ANOVA para tomada de decisão 40
Tabela 10: Características do óleo e biodiesel de canola refinado 42
Tabela 11: Características do biodiesel e óleo de soja refinado e extravirgem, e canola refinado 43
Tabela 12: Teste ANOVA da potência instantânea carga 2 54
Tabela 13: Teste ANOVA da potência instantânea carga 3 54
Tabela 14: Teste ANOVA da potência instantânea carga 4 54
Tabela 15: Teste ANOVA da potência instantânea carga 5 55
Tabela 16: Teste ANOVA dos hidrocarbonetos para carga 2 56
Tabela 17: Teste ANOVA dos hidrocarbonetos para carga 3 56
Tabela 18: Teste ANOVA dos hidrocarbonetos para carga 4 56
Tabela 19: Teste ANOVA dos hidrocarbonetos para carga 5 56
Tabela 20: Grupos formados a partir do Teste Tukey para HC na carga 2, fator blenda 57
Tabela 21: Grupos formados a partir do Teste Tukey para HC na carga 3, fator blenda 57
Tabela 22: Teste ANOVA dos óxidos de nitrogênio para carga 2 58
Tabela 23: Teste ANOVA dos óxidos de nitrogênio para carga 3 59
Tabela 24: Teste ANOVA dos óxidos de nitrogênio para carga 4 59
Tabela 25: Teste ANOVA dos óxidos de nitrogênio para carga 5 59
Tabela 26: Grupos formados a partir do Teste Tukey para NOX na carga 2, fator blenda 59
Tabela 27: Grupos formados a partir do Teste Tukey para NOX na carga 4, fator blenda 60

Tabela 28: Grupos formados a partir do Teste Tukey para NOX na carga 5, fator blenda 60
Tabela 29: Grupos formados a partir do Teste Tukey para NOX na carga 2, fator biodiesel 60
Tabela 30: Grupos formados a partir do Teste Tukey para NOX na carga 3, fator biodiesel 61
Tabela 31: Grupos formados a partir do Teste Tukey para NOX na carga 4, fator biodiesel 61
Tabela 32: Grupos formados a partir do Teste Tukey para NOX na carga 5, fator biodiesel 61
Tabela 33: Teste ANOVA do monóxido de carbono para carga 2.....63
Tabela 34: Teste ANOVA do monóxido de carbono para carga 3.....63
Tabela 35: Teste ANOVA do monóxido de carbono para carga 4.....63
Tabela 36: Teste ANOVA do monóxido de carbono para carga 5.....63
Tabela 37: Grupos formados a partir do Teste Tukey para CO na carga 2, fator blenda 64
Tabela 38: Grupos formados a partir do Teste Tukey para CO na carga 3, fator blenda 64
Tabela 39: Grupos formados a partir do Teste Tukey para CO na carga 4, fator blenda 64
Tabela 40: Grupos formados a partir do Teste Tukey para CO na carga 5, fator blenda 65
Tabela 41: Grupos formados a partir do Teste Tukey para CO na carga 3, fator biodiesel 65
Tabela 42: Teste ANOVA do dióxido de carbono para carga 2.....67
Tabela 43: Teste ANOVA do dióxido de carbono para carga 3.....67
Tabela 44: Teste ANOVA do dióxido de carbono para carga 4.....67
Tabela 45: Teste ANOVA do dióxido de carbono para carga 5.....67
Tabela 46: Grupos formados a partir do Teste Tukey para CO_2 na carga 2, fator biodiesel 68
Tabela 47: Grupos formados a partir do Teste Tukey para CO_2 na carga 3, fator biodiesel 68

Tabela 48: Grupos formados a partir do Teste Tukey para CO_2 na carga 4, fator biodiesel 68

RESUMO

ORBEN, Jean Michel Chaves. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, março de 2024. **Potencial de geração e emissões em motor gerador utilizando diesel e biodiesel de canola e soja.** Orientador: Prof. Dr. Jair Antonio Cruz Siqueira.

Este trabalho comparou a eficiência de queima e as emissões de um motor gerador alimentado por diferentes tipos de combustíveis: diesel S10, biodiesel de óleo de canola refinado, biodiesel de óleo de soja extravirgem, biodiesel de óleo de soja refinado, e biodiesel de óleo de soja extravirgem. Diferentes misturas de biodiesel (B5, B10, B20, B40, B80, B100) foram testadas para avaliar o desempenho e o impacto ambiental do uso de biodiesel em comparação com o diesel S10 (B0). A produção dos biodieseis ocorreu no Laboratório de Tecnologia e Sustentabilidade (LABTES) da UNIOESTE, *Campus* de Cascavel, Paraná, enquanto a caracterização das amostras foi realizada pelo Laboratório Poollab, em Itajaí, Santa Catarina. Os testes foram conduzidos em um motor gerador de 5 kVA sob cargas variadas de 1.000 a 6.000 W. Os parâmetros avaliados incluíram potência instantânea, emissões de monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO2), óxidos de nitrogênio (NOx), e hidrocarbonetos (HC), utilizando análises estatísticas ANOVA e teste de Tukey com 5% de significância. Os resultados revelaram que a adição de biodiesel ao diesel S10 pode diminuir significativamente as emissões de HC e NOx, com diferenças estatísticas notáveis já a partir de 5% de biodiesel na mistura. Essa tendência na redução das emissões se manteve com o aumento da concentração de biodiesel, sem alterações significativas nas emissões a partir de 5% de biodiesel. Não houve diferenças significativas na potência para as diferentes blendas ou matérias-primas. Este trabalho também destacou que, apesar das semelhanças físico-químicas entre os diferentes biodieseis, pequenas diferenças incrementais foram observadas. A característica mais distintiva foi o conteúdo de ésteres, indicando uma qualidade superior dos óleos extravirgens em comparação aos refinados, embora isso não tenha se traduzido em aumento de potência.

PALAVRAS-CHAVE: Combustível; Renovável, Energia; Culturas energéticas; Sustentabilidade.

"O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001”

ABSTRACT

ORBEN, Jean Michel Chaves. State University of West Paraná, March 2024. **Potential for generation and emissions in generator engines using diesel and biodiesel from canola and soy.** Advisor: Prof. Dr. Jair Antonio Cruz Siqueira.

This study compared the combustion efficiency and emissions of a generator engine fueled by different types of fuels: S10 diesel, refined canola oil biodiesel, extra virgin soybean oil biodiesel, refined soybean oil biodiesel, and extra virgin soybean oil biodiesel. Various biodiesel blends (B5, B10, B20, B40, B80, B100) were tested to assess performance and environmental impact of biodiesel use compared to S10 diesel (B0). The biodiesels were produced at the Laboratory of Technology and Sustainability (LABTES) of UNIOESTE, Cascavel campus, Paraná, while sample characterization was performed by the Poollab Laboratory in Itajaí, Santa Catarina. The tests were conducted on a 5 kVA generator engine under various loads from 1,000 to 6,000 W. Evaluated parameters included instantaneous power, emissions of carbon monoxide (CO), carbon dioxide (CO2), nitrogen oxides (NOx), and hydrocarbons (HC), using ANOVA statistical analyses and Tukey's test with a 5% significance. The results revealed that adding biodiesel to S10 diesel can significantly reduce HC and NOx emissions, with notable statistical differences starting from 5% biodiesel in the blend. This trend in emission reduction continued with increasing biodiesel concentration, without significant changes in emissions from 5% biodiesel onwards. There were no significant differences in power for the different blends or raw materials. This work also highlighted that, despite the physico-chemical similarities between the different biodiesels, small incremental differences were observed. The most distinctive feature was the ester content, indicating a superior quality of extra virgin oils compared to refined ones, although this did not translate into an increase in power.

KEYWORDS: Fuel; Renewable Energy; Energy Crops; Sustainability.

"This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001"

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 1

1.1 Objetivos 2
1.1.1 Objetivo Geral 2
1.1.2 Objetivos Específicos 2

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 4

2.1 Energia 4
2.2 Fontes Renováveis de Energia 5
2.2.1 Uso de Energia no Brasil 6
2.3 Diesel 7
2.4 Sustentabilidade Energética e Biocombustíveis 8
2.5 Matérias Primas para a Produção de Biodiesel 10
2.5.1 Culturas Energéticas 12
2.5.2 Óleo Refinado e Óleo Extravirgem 15
2.6 Características do Biodiesel para a Utilização em Motores Diesel 16
2.7 Desempenho nos Motores com Biodiesel 17
2.8 Emissões dos Motores com Biodiesel 18

3 MATERIAL E MÉTODOS 20

3.1 Localização do Experimento 20
3.2 Extração do óleo extravirgem 20
3.3 Óleo Diesel 23
3.4 Óleo Refinado 23
3.5 Produção do Biodiesel 24
3.6 Blendas de Biodiesel 26
3.7 Caracterização do Biodiesel 27
3.8 Conjunto Moto Gerador 28
3.9 Medidor Multifuncional e Análise da Potência Instantânea 31
3.10 Banco de Resistências 32
3.11 Cargas 33
3.12 Análise de Emissões 33

3.13 Análise Estatística dos Resultados 35
3.14 Teste ANOVA 36
3.15 Teste de Tukey 40
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES 42
4.1 Resultados das análises do laboratório PoolLab 42
4.1.1 Especificações gerais 42
4.1.2 Massa específica a 20 °C 43
4.1.3 Ponto de fulgor 44
4.1.4 Ponto de congelamento 45
4.1.5 Viscosidade a 40 °C 46
4.1.6 Ésteres 47
4.1.7 Aromáticos totais 48
4.1.8 Olefinas 49
4.1.9 Benzeno 50
4.1.10 Tolueno 51
4.1.11 Glicerol 52
4.1.12 Água por Karl Fischer 53
4.2 Resultados da Queima 54
4.2.1 Potência instantânea 54
4.2.2 Hidrocarbonetos 56
4.2.3 Óxidos de Nitrogênio 58
4.2.4 Monóxido de Carbono 63
4.2.5 Dióxido de Carbono 66
5 CONCLUSÕES 70
6 REFERÊNCIAS 73
APÊNDICE 1 79
ANEXO 1 – TABELA F A 5% DE SIGNIFICANCIA 130
ANEXO 2 – TABELA TUKEY A 5% DE SIGNIFICANCIA 131

1 INTRODUÇÃO

Desde o domínio humano sobre o fogo, há a constante descoberta e transformação de diferentes formas de energia, sempre com o objetivo de elevar o padrão de vida e expandir as possibilidades de nossa existência. Desde a primeira revolução industrial, com o uso generalizado da máquina a vapor, percebe-se crescente necessidade energética, elevados níveis de gases poluentes na atmosfera, e a busca por fontes de energia inesgotáveis, fatores que impulsionaram o uso do biodiesel como alternativa energética (SYVITSKI et al., 2020).

Entre as principais matérias-primas para a fabricação de biodiesel, destacam-se a soja e a canola. Nos Estados Unidos, a soja contribui com 52% da matéria-prima utilizada na produção de biodiesel. Na Europa, a colza é a principal fonte de matéria-prima, representando 47% do total. É importante notar que a canola é uma variedade específica de colza, selecionada para ter baixos níveis de ácido erúcico e alta qualidade para a produção de óleo comestível (RAMOS et al., 2019). O biodiesel é constituído por ésteres metílicos e etílicos, de ácidos graxos, derivados de óleos vegetais e gorduras animais (NABGAN et al., 2022).

O uso do biodiesel em motores de combustão interna, em geral, reduz a emissão de gases poluentes. Como desvantagem, apresenta custo de produção mais elevado. Esse fator eventualmente irá perder a relevância, devido à finitude dos combustíveis fósseis. Outra desvantagem é apresentar maior viscosidade em relação ao óleo diesel, o que pode reduzir a eficiência de queima e aumentar o consumo específico. Entretanto, a mistura do biodiesel com o óleo mineral produz resultados satisfatórios, relacionados à eficiência e às emissões de gases. Por isso, avalia-se o desempenho dos biocombustíveis em motores de combustão interna, para encontrar as misturas, matérias-primas e aditivos mais viáveis (AGRAWAL et al., 2019).

Ao promover a produção de biocombustíveis como alternativa sustentável, é fundamental considerar a questão da segurança alimentar. Políticas públicas e estratégias de desenvolvimento devem garantir que as culturas destinadas à produção do óleo para biocombustíveis coexistam harmoniosamente com a

produção alimentícia, a fim de evitar conflitos e impactos negativos na oferta de alimentos (PEREIRA; FRANCESCHINI; PRIORE, 2020).

Para isso, sugere-se a diversificação das matérias-primas utilizadas na produção de biocombustíveis. Investir em pesquisas para identificar novas fontes de óleos vegetais que não concorram diretamente com a produção de alimentos é uma abordagem promissora. Além das culturas tradicionais como soja e canola, podem ser exploradas plantas oleaginosas pouco conhecidas, ou mesmo resíduos agrícolas e industriais (MIZIK; GYARMATI, 2021).

A soja é a principal matéria prima para o biodiesel no contexto brasileiro, e apesar de não possuir alto teor oleico, é tão utilizada por ser cultivada em áreas extensas, além de fixar naturalmente o nitrogênio do ar no solo (CERRI et al., 2017a). A canola é uma cultura com alto teor de óleo, e bastante consolidada em países de clima frio (NABGAN et al., 2022). É possível que haja diferenças significativas para o biodiesel produzido a partir dessas matérias primas, inclusive considerando o processo de produção de óleos, seja refinado ou extravirgem.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar a potência e as emissões de um conjunto motor gerador operando com diesel puro S10, e diferentes blendas de biodiesel de canola e biodiesel de soja, refinado e extravirgem.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Determinar a caracterização física e química do biodiesel de soja extravirgem, do biodiesel de soja refinado, do biodiesel de canola extravirgem, do biodiesel de canola refinado, e do diesel S10 puro;
- Avaliar as emissões de CO, CO_2, HC e NOX do motor gerador operando com as blendas de biodiesel de soja refinado, de soja extravirgem, de canola extravirgem, de canola refinado, e de diesel S10 puro;

- Avaliar a potência instantânea do motor gerador com a utilização de blendas de biodiesel de soja refinado, de soja extravirgem, de canola extravirgem, e de canola refinado, nas misturas de 5%, 10%, 20%, 40%, 80% e 100%.
- Comparar o desempenho e as emissões entre os quatro tipos de biodiesel, e o diesel.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Energia

A energia apresenta várias definições, sendo uma delas a capacidade de realizar trabalho. É uma propriedade fundamental do universo, e está distribuída de inúmeras formas no universo, como a energia térmica, cinética, elétrica, química, dentre outras. A energia, apesar de não poder ser criada, é constantemente convertida em outras formas. O progresso da humanidade está bastante correlacionado com o uso da energia, e desde o uso primitivo do fogo, a capacidade humana de converter energia de modo a aproveitá-la cresce em taxas exponenciais (SASMAZ et al., 2020).

Durante muitos anos, utilizou-se a energia proveniente do carvão e da lenha, mas foi durante a Primeira Revolução Industrial que os combustíveis fósseis se tornaram uma das principais fontes de energia. O uso em larga escala desses recursos foi impulsionado pela industrialização e desenvolvimentos tecnológicos (SYVITSKI et al., 2020).

Essa mudança impactou diretamente na qualidade de vida da humanidade, visto que há grande correlação entre o uso de energia nos países e a qualidade de vida. A disponibilidade e a eficiência no uso de recursos energéticos impactam diretamente na vida da população, por exemplo, acesso a serviços básicos, padrões de consumo e desenvolvimento industrial, e assim, oferecendo mais oportunidades de emprego (ABOUL-ATTA; RASHED, 2021).

Por outro lado, em países menos desenvolvidos, o acesso à energia é limitado, seja por desafios logísticas ou restrições econômicas. A falta de energia elétrica impede o funcionamento adequado de hospitais e centros de saúde. Também compromete o acesso à educação de qualidade, prejudicando o desenvolvimento da população e perpetuando o ciclo da pobreza. Sendo então considerado essencial o acesso às fontes de energia, os combustíveis fósseis, geralmente de custo de produção mais baixo, ainda não podem ser totalmente substituídos (PIAO; MANAGI, 2023).

Com a utilização de combustíveis fósseis em grande escala, algumas questões tornaram-se evidentes. A extração e distribuição de combustíveis fósseis

envolvem atividades pesadas e arriscadas de mão de obra. Conflitos territoriais não são incomuns onde há abundância do recurso, e há o deslocamento de comunidades para a extração do combustível. Além disso, a queima de combustíveis fósseis figura como uma das principais fontes de emissões de gases de efeito estufa, como o dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O). Ainda, os combustíveis fósseis são finitos. O eventual esgotamento desses recursos, bem como os aspectos sociais e ambientais abordados fomentaram a o desenvolvimento de alternativas mais sustentáveis, e renováveis (OLSON; LENZMANN, 2016).

2.2 Fontes Renováveis de Energia

A natureza possui um ciclo contínuo de renovação de energia, tendo o sol como a principal fonte, fornecendo uma quantidade imensa de energia para a Terra, fomentando inúmeros processos naturais. Desses processos, apresentam-se vários recursos naturais considerados inesgotáveis, por exemplo, a energia solar, fotovoltaica, eólica, hidrelétrica, e a maremotriz. Também, as plantas capturam a energia solar, e por meio da fotossíntese, produzem biomassa, que pode ser utilizada como fonte de energia (BANERJEE; MISHRA; MARUTA, 2021).

O uso das fontes renováveis de energia é essencial para reduzir a dependência pelos combustíveis fósseis. Ao optar-se por essas fontes, o suprimento energético é diversificado, reduzindo riscos associados à escassez de recursos não renováveis. Também, as fontes renováveis são mais limpas, devido ao fato de não liberarem gases de efeito estufa ou outros poluentes durante seu processo de geração de energia, minimizando assim os impactos negativos à saúde humana e ao ecossistema (HAO et al., 2021).

Por fim, ao investir nessas alternativas, são criadas oportunidades para o desenvolvimento de comunidades locais, impulsionando a economia, criando empregos no setor energético, aumentando a oferta energética e melhorando a logística de distribuição (SARKODIE; ADAMS, 2020).

Mundialmente, aproximadamente 16% da energia utilizada provém de fontes renováveis. O Brasil destaca-se nesse cenário, com quase 49% de sua energia gerada a partir de fontes renováveis, o que é notável considerando o tamanho e a complexidade da economia brasileira (EPE, 2023).

2.2.1 Uso de Energia no Brasil

Anualmente, a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) realiza o Balanço Energético Nacional (BEN), mostrando importantes dados relativos à oferta e consumo de energia no Brasil. Sendo notavelmente diversificada, a matriz energética brasileira apresenta uma combinação de fontes renováveis e não renováveis (EPE, 2023). Dentre as fontes renováveis, figuram a energia de biomassa da cana e a energia hidrelétrica, apresentados na Figura 1.

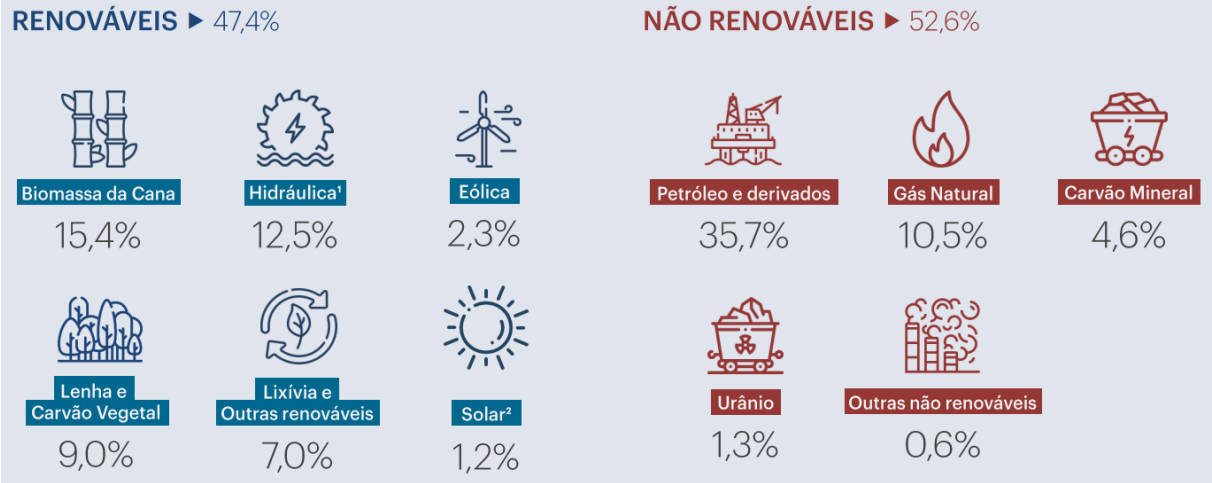


Figura 1: Repartição da oferta de energia (OIE) 2022.
Fonte: EPE (2023)

Dentro da categoria “outras renováveis”, o biodiesel possui participação de 24,9%, conforme Figura 2. Entretanto, isso corresponde apenas a 1,74% da energia consumida no país em 2022. Em relação ao ano de 2021, houve aumento de 5,2% do uso de energia proveniente de fontes renováveis, e redução de 4,3% de fontes não renováveis. A energia solar cresceu em 51,5%, e a energia hidráulica apresentou crescimento de 14%. Já o biodiesel teve queda de 5,7%, para 5,3 Mtep (tonelada equivalente de petróleo). O petróleo e seus derivados apresentaram aumento de 4,3%, de 103,6 Mtep para 108,1 Mtep, diferença que supera toda a produção nacional de biodiesel (EPE, 2023).

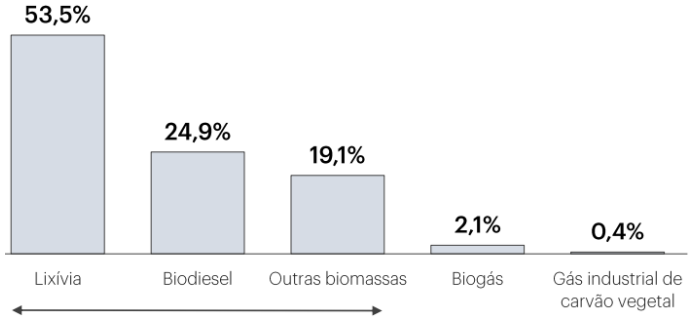


Figura 2: Percentual de outras fontes de energia renováveis.
Fonte: EPE (2021)

O Brasil possui grande dependência da energia hidrelétrica em sua matriz, explorando seu potencial hídrico para a geração de eletricidade, e representando 61,9% da energia elétrica utilizada no país. Entretanto, existem desafios relacionados aos impactos ambientais devidos aos alagamentos e aos períodos de escassez hídrica. Em territórios intencionalmente alagados, a natureza é drasticamente transformada, espécies de plantas, animais e peixes desaparecem, e comunidades são deslocadas (EPE, 2023).

Outra fonte energética essencial no país é o diesel, representando 17,8% da energia utilizada no país, e 44,6% da energia do setor de transportes (EPE, 2023).

2.3 Diesel

Desempenhando papel fundamental em qualquer matriz energética, o diesel é utilizado em importantes setores da economia, como o transporte rodoviário, no setor agrícola e no industrial. Deriva do petróleo bruto, que é extraído a partir de depósitos subterrâneos e apresenta uma mistura de hidrocarbonetos, compostos químicos constituídos principalmente por carbono e hidrogênio (WRIGHT; LEWIS, 2022).

A obtenção do diesel se dá pela destilação fracionada. O petróleo é aquecido a altas temperaturas em uma torre de destilação, e são separados os componentes devido aos diferentes pontos de ebulição. Esse processo de obtenção possui um custo de produção relativamente baixo em comparação com as alternativas renováveis, além de apresentar uma elevada densidade energética, facilidade de distribuição e armazenamento. Por essas razões, é amplamente utilizado e quase insubstituível em economias emergentes. Entretanto, o uso do

diesel fóssil emite gases poluentes e de efeito estufa, causando a degradação do meio ambiente e mudanças climáticas (VAN ASSELT, 2021).

Muitos países, dentre eles, a China, países da União Europeia e alguns estados dos EUA já estabeleceram leis para evitar o uso de diesel. Em 2019, 10 estados membros da União Europeia assinaram um acordo para eliminar gradualmente o uso dos veículos movidos a combustíveis fósseis até 2030. Apesar de ainda haver previsões de que o petróleo não acabará em menos de 40 anos, é necessário realizar uma transição gradual para novas fontes, que sejam eficientes para atender as demandas atualmente supridas pelo diesel. Dessa forma, surgem oportunidades para promover o desenvolvimento de uma economia sustentável, e impulsionando o crescimento de setores econômicos que se alinhem com a preservação ambiental (AI et al., 2022).

2.4 Sustentabilidade Energética e Biocombustíveis

O Brasil, expoente mundial na produção de energia renovável, tem papel fundamental na transição mundial para as fontes de energias limpas. O país é uma potência agrícola, e apresenta-se a oportunidade da utilização da biomassa como alternativa, pois permite uma economia sustentável e impulsiona diversos setores econômicos. Atualmente existem investimentos em pesquisa visando melhora de eficiência de biocombustíveis, e implementa leis que favorecem a utilização de energias limpas (NIKAS et al., 2022).

O Programa Nacional do Álcool (Pró-Álcool) foi criado no país em 1975, pelo decreto nº 76.593, para atender à demanda de combustíveis automotivos, causada pela crise mundial do petróleo. O programa apresentou resultados positivos, e os veículos movidos a esse combustível se popularizaram no mercado brasileiro. Em 1991, aproximadamente 60% da frota de carros do país era movida a álcool. Porém, houve aumento da quantidade dos latifúndios de cana-de-açúcar, e com isso, o aumento do preço de alguns alimentos (KARP et al., 2021).

Outro incentivo importante é a lei nº 13.263/2016, que institui a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio), determinando metas obrigatórias de adição de biodiesel ao diesel mineral comercializado em território nacional (GRANGEIA; SANTOS; LAZARO, 2022). O Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) aprovou em dezembro de 2023 a antecipação da mistura de

14% de biodiesel ao diesel vendido ao consumidor no Brasil para março de 2024. Anteriormente, a previsão era de que o índice fosse alcançado apenas em 2025. A previsão é de que em 2025 deva ser misturado 15% de biodiesel ao diesel (CNPE, 2024).

Essas políticas públicas são fundamentais, pois aceleram o desenvolvimento dos biocombustíveis e tornam a transição menos abrupta. Além de emitirem menos gases poluentes, os gases emitidos são absorvidos novamente pelas plantas no sequestro de carbono, ao contrário do diesel mineral, que libera substâncias que estavam no subsolo há milhares de anos. Os recursos para a produção dos biocombustíveis são renováveis, como a soja, a cana-de-açúcar, o milho e a canola. Os biocombustíveis também promovem maior segurança energética, pois os países têm a possibilidade de produzir as matérias primas de modo local, reduzindo a dependência de fontes com preços voláteis. Ainda, gera empregos na cadeia produtiva e estimula o desenvolvimento rural (RODRIGUES, 2021).

Nesse contexto, é necessário manter a cadeia produtiva de biomassa de forma sustentável. Nesse quesito, é crucial a escolha da matéria prima para a produção de biomassa, de modo que não cause outros impactos ambientais devidos à produção em larga escala de alguma cultura, e deve coexistir com a produção agrícola de alimentos, para garantir a segurança alimentar a população (RAMOS et al., 2019b).

A expansão da produção de biodiesel muitas vezes compete com áreas anteriormente dedicadas à produção de alimentos, levando a preocupações sobre a disponibilidade e acessibilidade dos recursos alimentares. A intensificação da produção de culturas para biocombustíveis pode levar à conversão de terras agrícolas utilizadas para o cultivo de alimentos básicos para a produção de matérias-primas para biocombustíveis. Isso pode resultar em aumento dos preços dos alimentos e desafiar a segurança alimentar de comunidades locais. Portanto, é essencial adotar abordagens integradas e sustentáveis que equilibrem as necessidades de produção de biocombustíveis com a segurança alimentar das populações locais (CHONG et al., 2021).

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) representam um conjunto abrangente de metas estabelecidas pelas Nações Unidas, com o intuito de abordar os desafios globais e promover um futuro mais equitativo e sustentável para todos, e a produção e utilização do biodiesel pode alinhar-se com várias dessas

metas. O uso do biodiesel contribui para a redução das emissões de gases de efeito estufa, alinhando-se ao ODS 13, que busca ação contra a mudança global do clima. Além disso, ao promover a diversificação da matriz energética e reduzir a dependência de combustíveis fósseis, o biodiesel está em consonância com o ODS 7, que visa assegurar acesso à energia limpa e acessível. Outro ponto relevante é a geração de oportunidades econômicas, especialmente em áreas rurais, o que contribui para o crescimento econômico sustentável (ODS 8) e a redução das desigualdades (ODS 10). No entanto, é essencial garantir que a produção de biodiesel seja realizada de forma sustentável, respeitando princípios como o uso responsável da terra e da água (ODS 12) e a proteção da biodiversidade (ODS 15). Portanto, ao adotar políticas e práticas que fomentem o desenvolvimento sustentável do biodiesel, é possível avançar significativamente em direção aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, contribuindo para uma economia próspera e equilibrada.

2.5 Matérias Primas para a Produção de Biodiesel

O biodiesel é produzido a partir de matérias-primas diversas, como óleos vegetais, como a soja e a canola, e gorduras animais, em especial, o sebo bovino. Também são utilizados óleos residuais (óleos de frituras descartados), utilizando predominantemente o processo de transesterificação. Nesse método, o óleo (triglicerídeo) reage com um álcool, usualmente metanol ou etanol anidro, em presença de um catalisador, como o hidróxido de potássio (KOH), resultando em biodiesel e glicerol (FERRERO; FABA; EIMER, 2021). A Figura 3 apresenta a reação de transesterificação catalisada por hidróxido de potássio.

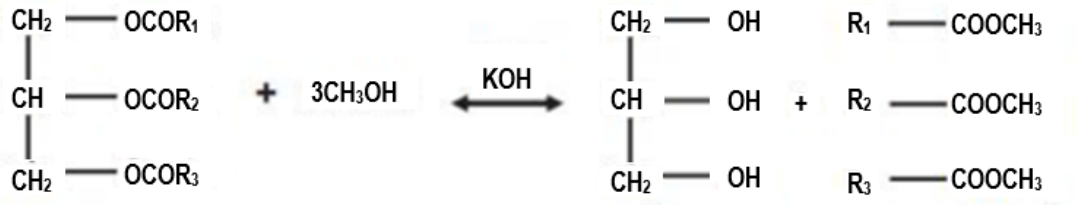


Figura 3: Reação de Transesterificação catalisada por hidróxido de potássio.
Fonte: Adaptado de Nobre (2022)

A importância da matéria-prima do biodiesel afeta o desempenho do combustível e suas propriedades durante a queima nos motores a diesel. Cada

insumo irá produzir biodiesel com diferentes características físicas e químicas. Por exemplo, o óleo de coco apresenta elevado ponto de névoa, já o biodiesel de crambe possui propriedades antioxidantes (FERRERO; FABA; EIMER, 2021).

As questões econômicas e territoriais também são importantes ao eleger as culturas vegetais para a produção de biodiesel. Isso inclui fatores como o teor de óleo da cultura, complexidade do processo de extração, produtividade por unidade de área, compatibilidade da cultura com o ambiente de cultivo e disponibilidade regional, sazonalidade, e como se insere na rotação de culturas local (LONGATI; BATISTA; CRUZ, 2020).

Além disso, é importante considerar as políticas públicas e incentivos governamentais que podem influenciar na preferência por determinadas matérias-primas para a produção de biodiesel. Os impactos socioambientais associados à produção das fontes de matéria-prima também devem ser considerados. Uma preocupação válida é evitar que áreas destinadas ao cultivo de alimentos sejam desviadas para a produção energética, resultando assim em escassez alimentar (MIZIK; GYARMATI, 2021). Por isso, é interessante optar por culturas que se encaixem no ciclo de rotação, permitindo a coexistência com culturas alimentícias. Por exemplo, a torta resultante do processo de prensagem das matérias-primas pode ser direcionada para o consumo animal, dependendo da cultura, tornando a produção mais sustentável e menos impactante para a disponibilidade de alimentos (JIA et al., 2020).

Sendo o quarto maior produtor mundial do combustível, o Brasil apresenta vasta diversidade de matérias primas que podem ser utilizadas para sua produção. Entretanto, mais de 70% do biodiesel feito no país provém da soja, seguido pelo sebo bovino. Embora a soja não apresente alto teor de óleo em relação às oleaginosas, e ainda possua baixa estabilidade à oxidação, é utilizada devido à sua abundância no mercado nacional (SILVEIRA et al., 2019).

Os critérios para a produção de biodiesel no Brasil estão estabelecidos pela Resolução nº 45 da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP, 2014), que estipula restrições para uma variedade de parâmetros físicos e químicos. Além disso, a Resolução especifica as normas de ensaio que devem ser aplicadas na análise desses parâmetros (REIS, 2022).

2.5.1 Culturas Energéticas

2.5.1.1 Cultura da Soja

A soja (*Glycine max*) é uma planta pertencente à família das leguminosas (*Fabaceae*), e considerada uma das mais importantes culturas do mundo. É um dos principais produtos agrícolas do mundo. Seus grãos apresentam teor médio de 38% de proteína, e 19% de lipídios. É uma cultura fundamental para garantir a segurança alimentar mundial, utilizada na alimentação humana e animal e excelente alternativa proteica para vegetarianos, possuindo fração lipídica rica em ácidos graxos poli-insaturados e carboidratos com atividade prebiótica. Seu óleo também é produto importante, utilizado na indústria, em produtos farmacêuticos, na alimentação humana e na produção de biocombustível (JIA et al., 2020).

Um dos principais desafios da produção da soja é a ocorrência de pragas e doenças, como o pulgão da soja, o besouro mexicano do feijão, a ferrugem asiática e o nematoide do cisto da soja. Há ainda a preocupação sobre o impacto ambiental causado pela cultura. Tem sido associada ao desmatamento amazônico, especialmente no Brasil. Devido a sua cultura em larga escala, há a redução de biodiversidade (HAMPF et al., 2021).

Entretanto, a cultura é economicamente interessante e sustentável devido principalmente à fixação natural de nitrogênio. Realizando simbiose com as bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, o nitrogênio atmosférico é convertido em compostos que podem ser absorvidos pela planta, reduzindo assim o custo com fertilizantes nitrogenados, e promovendo a sustentabilidade agrícola, sendo muito utilizada em sistemas de rotação de culturas (HERRIDGE et al., 2022).

Originária da Ásia oriental, sendo cultivada inicialmente na China, há mais de 5000 anos, e se disseminou para outras partes do mundo. No século XX, a soja foi introduzida na América, sendo cultivada em larga escala no continente (ZHANG et al., 2021).

A soja é uma cultura anual, apresentando sistema radicular robusto, podendo atingir até 2 metros de profundidade. As folhas são trifoliadas, de alta taxa fotossintética. Produz flores brancas ou púrpuras, que se autopolinizam originando as vagens com os grãos. É cultivada em diversos climas, geralmente em regiões com temperaturas entre 20ºC e 30ºC e estações distintas. Sua produtividade é de

aproximadamente 3,6 t por hectare, considerada elevada em relação a outras culturas (LIN et al., 2021). Os principais produtores mundiais são o Brasil, os Estados Unidos, Argentina, China e Índia (JIA et al., 2020).

O maior produtor do insumo é o Brasil, seguido de perto pelos Estados Unidos. A expansão desse cultivo ocorreu no país após 1970, havendo diversas variedades bem adaptadas ao clima brasileiro. A produção se concentra nas regiões Sul e Centro-Oeste. As exportações da soja e seus derivados, como o óleo e o farelo são substanciais para o saldo positivo da balança comercial. Em 2021, o Brasil exportou 39 bilhões de dólares em soja, tornando-se o maior exportador mundial do produto. O principal destino é a China (PONTELLI et al., 2021).

A soja é importante para a produção de energia renovável, mas há questões debates sobre a sustentabilidade da cultura, devido ao desmatamento de áreas nativas para o cultivo da soja, o uso de defensivos agrícolas e a prevalência da soja transgênica (LIU et al., 2020). No entanto, ainda permanece como a principal matéria prima para óleo e biodiesel no Brasil.

2.5.1.2 Biodiesel de Soja

O biodiesel de soja é amplamente utilizado, correspondendo a 86% da produção brasileira (ANP, 2023). Nos Estados Unidos, corresponde a 52% do biodiesel no país (TAHERIPOUR; TYNER, 2020). Apresenta baixo custo de produção em relação às outras matérias-primas, principalmente devido à abundância do grão. É produzido em larga escala por meio da transesterificação do óleo de soja (CERRI et al., 2017).

O processo de extração de óleo resulta na torta de soja, que é bastante nutritiva para a alimentação animal. Além disso, embora o diesel convencional seja mais econômico, as políticas públicas viabilizam a produção dessa fonte energética (ANP, 2023). O teor de óleo da soja é de aproximadamente 19% do peso das sementes, o que é menor se comparado ao teor de óleo de outras culturas, como a canola, que apresenta até 45%, e apresenta maior conteúdo de ácidos graxos saturados (RAMOS et al., 2019).

2.5.1.3 Cultura da Canola

A canola (*Brassica napus* L.), pertencente à família das crucíferas (*Brassicaceae*), é uma cultura de inverno desenvolvida na década de 1970, através do cruzamento entre a colza e o nabo pelos cientistas Keith Downey e Baldur R. Stefansson, visando reduzir os ácidos elúricos e glucosinolatos presentes na colza, tornando mais viáveis ao consumo humano. Seu nome deriva de "*Canada Oil Low Acid*" (óleo do Canadá com Baixo Teor de Ácido) (NELSON et al., 2022).

Sua produção se deve principalmente ao seu teor de óleo, contendo em média 40% de óleo e 23% de proteína (CHMIELEWSKA et al., 2021). A torta resultante do processo de extração de óleo é utilizada na alimentação animal (LAVIOLA et al., 2022).

A canola é uma planta anual, crescendo até dois metros de altura. É característica pelas suas flores amareladas, que se desenvolvem em vagens contendo 20 a 30 sementes pequenas. É bem adaptada a uma variedade de solos, produzindo bem com pH entre 5 e 8. Apresenta boa tolerância a frio, resistindo a temperaturas abaixo de zero, mas requer solos bem drenados. Seu ciclo de cultivo é também influenciado pelo fotoperíodo e pela temperatura. Existem diversas variedades de canola, algumas se favorecem do plantio no inverno, e outras, na primavera. Sua produtividade é de aproximadamente 1,5 t (ASSIS et al., 2019; LAVIOLA et al., 2022).

O maior produtor mundial é o Canadá, representando quase 30 bilhões de dólares para a economia do país. A cultura também é muito difundida na União Europeia, China e Índia (NELSON et al., 2022). O Brasil não figura entre os grandes produtores de Canola.

O cultivo da canola no Brasil se iniciou em 1974, no Rio Grande do Sul, e em 1980 no Paraná. O cultivo da canola tem seus desafios no país, como pragas, doenças e condições climáticas adversas (ASSIS et al., 2019). Entretanto, pesquisas são realizadas a fim de desenvolver genótipos menos sensíveis ao fotoperíodo, permitindo o cultivo nas regiões nacionais de menor latitude (NELSON et al., 2022).

A produção de canola no Brasil é em torno de 50 mil toneladas, produzidas em 35 mil hectares, sendo que 92% dessa produção vem do Rio Grande do Sul. Para atender a demanda nacional do óleo comestível, seriam necessários 100 mil hectares da cultura, portanto, torna-se interessante para o produtor, visto que muitos

contratos são fechados antes da implantação do cultivo. Também, é vista como promissora dentro da rotação de culturas, juntamente com o milho, trigo e soja (EMBRAPA, 2014). Considerando o cenário canadense e a crescente demanda energética, como o grão é excelente produtor de óleo, também é matéria prima para biocombustível.

2.5.1.4 Biodiesel de Canola

As sementes de canola apresentam alto teor de óleo, tornando uma cultura interessante para a produção de biodiesel. Possui melhor fluidez em baixas temperaturas se comparado ao biodiesel de soja. Estima-se que mais de 75% do biodiesel de canola produzido no mundo seja produzido no Canadá, e é preferido em regiões mais frias devido a melhor fluidez em relação ao biodiesel de outras fontes. A CCGA (*Canadian Canola Growers Association*) vem trabalhado para aumentar o conteúdo de biodiesel no diesel canadense, sendo ainda modestos 2% (CCGA, 2022).

Na Europa, é muito difundido o biodiesel de colza, planta da qual a canola é uma variedade. É produzido em grande escala via transesterificação. Além de apresentar ponto de congelamento inferior em relação ao biodiesel de soja, demora mais para oxidar, devido ao baixo teor de ácidos graxos. Os principais motivos para a sua utilização em larga escala é o alto teor de óleo, chegando a 45% do peso de sementes, e sua cultura em larga escala, especialmente na Europa e Canadá, países onde o clima é mais severo (GUPTA et al., 2022; ÖZTÜRK; CAN, 2022).

2.5.2 Óleo Refinado e Óleo Extravirgem

De modo geral, os óleos vegetais são extraídos das sementes utilizando técnicas químicas, bioquímicas ou mecânicas. As técnicas químicas utilizam solventes, em que um solvente, como o hexano, é utilizado para dissolver e separar o óleo do resto da semente. Esse óleo passa por um processo de desodorização e colorização, e dá origem ao óleo refinado (NDE; ANUANWEN, 2020).

A prensagem mecânica, por sua vez, é o método mais antigo, que envolve a prensagem das sementes de culturas energéticas, podendo ser a quente, originando

o óleo virgem, ou a frio, originando o óleo extravirgem. A prensagem a frio mantém mais nutrientes e compostos voláteis, e resulta em óleos de qualidade nutricional altíssima. Já a prensagem a quente apresenta maiores teores de óleo, e possui qualidade nutricional inferior à dos óleos extravirgens, mas ainda muito superior à dos óleos refinados (RAMOS et al., 2019).

2.6 Características do Biodiesel para a Utilização em Motores Diesel

A mistura diesel com biodiesel já é bastante consolidada, há vários estudos que verificam a viabilidade de substituição do mineral pelo renovável, e em muitos países, como no Brasil, é obrigatória a mistura de um percentual de biodiesel no diesel mineral. O biodiesel pode ser utilizado diretamente sem a necessidade de nenhuma alteração nos motores diesel (VAN ASSELT, 2021; WRIGHT; LEWIS, 2022).

Além da eficiência de queima e emissões, observam-se impactos nos motores diesel. O biodiesel possui propriedades lubrificantes inferiores à do diesel convencional, podendo acelerar os desgastes no motor, em especial, nos sistemas de injeção, o que requer manutenções mais constantes. Algumas soluções propostas são utilizar regularmente o combustível diesel mineral, ou então trabalhar com misturas (blendas) de diesel e biodiesel, em diferentes porcentagens. Outras características físico-químicas importantes são a densidade, a viscosidade, o poder calorífico, as propriedades de fluxo e o ponto de fulgor (GAUR et al., 2022).

A densidade é representada pela quantidade da massa por unidade de volume do combustível. Varia entre 0,860 g/cm^3 e 0,921 g/cm^3. Esse valor depende da composição de ácidos graxos e da pureza da matéria prima, e valores adequados são importantes para garantir a injeção correta no motor, evitando assim a perda de potência (SINGH; AGARWAL, 2020).

A viscosidade é a resistência do biodiesel ao fluxo. Quanto mais viscoso, mais devagar ele irá escorrer, e maior o tamanho de sua gotícula. O biodiesel apresenta viscosidade maior que o diesel, e se esse valor for muito elevado, impacta negativamente o processo de combustão, reduzindo a eficiência de pulverização do combustível por apresentar reduzida área superficial, resultando em uma queima incompleta (SARIN et al., 2021).

O poder calorífico estabelece a quantidade de energia que será liberada ao realizar a combustão do biodiesel, e se relaciona com o rendimento energético do combustível. Um poder maior calorífico irá apresentar um consumo inferior. O biodiesel puro apresenta poder calorífico aproximadamente 9% menor que o do diesel puro (GONGORA et al., 2022).

As propriedades de fluxo se referem ao ponto de névoa, ponto de fluidez e ponto de entupimento. São características que dificultam o uso do biodiesel em baixas temperaturas (GAUR et al., 2022).

O ponto de fulgor é a temperatura mínima na qual a mistura ar combustível irá entrar em combustão. Apesar de todos esses fatores, em geral, favorecerem o uso do diesel em relação ao biodiesel, diferentes matérias primas e aditivos, bem como proporções de blendas, trazem resultados cada vez mais viáveis (SILVEIRA, 2021).

O biodiesel é também mais suscetível à oxidação e degradação térmica, tornando seu armazenamento mais desafiador. Pode ocorrer ainda a absorção de água por parte do biocombustível, podendo promover a formação de emulsões ou corrosões de tanques de armazenamento. Em vista de reduzir esses problemas, são pesquisados aditivos para aprimorar as características do biodiesel, tornando-o mais atrativo para a indústria, somando aos benefícios ambientais relacionados às emissões de gases, e melhorando seu desempenho (GAUR et al., 2022).

2.7 Desempenho nos Motores com Biodiesel

Conforme Gongora *et al.* (2022), o uso de biodiesel é amplamente utilizado em mistura com o diesel de petróleo. No ano de 2023, a mistura utilizada era 12% de biodiesel (B12) no Brasil (ANP, 2023). Apesar de alguns estudos indicarem desempenho reduzido em relação ao diesel mineral, outras pesquisas demonstram desempenhos similares ou até superiores. Ao realizar a queima de biodiesel de cártamo em um motor gerador, obteve consumo específico 2% menor que o do diesel, e eficiência estatisticamente similar.

Nobre *et al.* (2023), avaliando a eficiência energética em um motor gerador, ao realizar a queima de biodiesel de canola, concluíram que as maiores eficiências

ocorriam nas blendas de B10 e B20. O uso de misturas de biodiesel pode apresentar impacto positivo no desempenho do motor.

Com isso, verifica-se que não há consenso quanto a mistura que irá demonstrar a melhor eficiência energética. Fatores como a matéria-prima e as condições específicas de cada motor são determinantes para os resultados (RAMOS et al., 2019b). Esse contexto também é valido para as análises das emissões.

2.8 Emissões dos Motores com Biodiesel

O biodiesel é a alternativa direta e renovável ao diesel mineral (GRANGEIA; SANTOS; LAZARO, 2022), por isso, os autores avaliaram as emissões provenientes de diferentes blendas para diversas culturas. As emissões de gases poluentes em motores a biodiesel são comparadas com as emissões nesses motores utilizando o diesel convencional, e verificam-se diferentes faixas de porcentagens para as blendas, visando atingir altas eficiências de queima e baixos níveis de poluição.

Sobre os gases de escape, o biodiesel reduz significativamente as emissões de dióxido de carbono (CO_2), responsável pelo efeito estufa. Gongora *et al.* (2022) compararam diferentes blendas de biodiesel de cártamo com diesel e concluíram que o menor nível de emissões foi da blenda B11. Em relação aos óxidos de nitrogênio (NOx), a utilização de biodiesel resultou em aumento de emissões. Para o monóxido de carbono (CO) e dióxido de carbono (CO_2), as emissões foram menores para blendas com maior quantidade de biodiesel.

Santos (2023) avaliou as emissões de um motor gerador funcionando com diferentes blendas de biodiesel de gergelim. As emissões de óxido nitroso (NOx) e dióxido de carbono (CO_2) não apresentaram diferenças significativas para as diferentes blendas. Quanto ao monóxido de carbono, o trabalho mostrou que as emissões foram menores para o biodiesel puro (B100) e para o diesel puro (D100), sendo a maior emissão a da mistura de 40% (B40).

Simsek (2020) indica que para o biodiesel, é reduzida a emissão de compostos orgânicos voláteis (COV) e material particulado (MP), prejudiciais à saúde humana. Essas características são atribuídas à capacidade do biodiesel realizar combustão mais completa.

Uma vantagem significativa do biodiesel é que as emissões de enxofre são praticamente nulas. O diesel convencional contém altas concentrações do elemento,

presente no petróleo bruto e liberado na forma de dióxido de enxofre (SO_2) (GONGORA et al., 2022), gás poluente e causador das chuvas ácidas.

Em suma, é necessário realizar análises detalhadas da eficiência e das emissões de diferentes matérias-primas, buscando soluções relevantes. Esse estudo contínuo é fundamental para encontrar alternativas eficientes e sustentáveis.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização do Experimento

O trabalho foi desenvolvido na Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, *Campus* de Cascavel – PR, no Laboratório de Tecnologias Sustentáveis (LABTES). A localização geográfica é definida pelas coordenadas de latitude 24º 59’ 18,1” Sul e longitude 53º 26’ 55,4” Oeste, e altitude de aproximadamente 790 metros, georreferenciado na Figura 4.



Figura 4: Localização do LABTES, UNIOESTE.
Fonte: Google Earth (2024)

3.2 Extração do óleo extravirgem

As sementes de soja e de canola foram fornecidas pelo IDR-PR (Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná), localizado em Santa Tereza do Oeste – PR, BR 163 S/N. Para o experimento, utilizou-se de 8 kg de sementes de canola e 8 kg de sementes de soja. O processo descrito nessa seção foi realizado separadamente tanto para as sementes de canola, quanto para as sementes de soja. Cada conjunto

de sementes foi submetido a uma extrusora de grãos a frio, modelo Eurolumi YJ-220 visto na Figura 5. As especificações se encontram na Tabela 1.



Figura 5: Sementes de canola na extrusora, e torta resultante à direita.
Fonte: Autor (2023)

Tabela 1: Especificações da prensa Eurolumi YJ-220

Especificação	**Detalhe**
Referência	YJ-220
Marca	Eurolume
Medida	47,5x23x25cm
Voltagem	220v
Uso	Doméstico/ Semi Profissional
Cor	Prata
Material	Aço Inox
Peso	10kg

Fonte: Eurolume (2024)

Esse processo ocorre em temperaturas inferiores a 60 ºC, o que confere a denominação de extravirgem, e resulta em dois subprodutos. A torta, que pode ser utilizada para a alimentação animal, e contém alto índice proteico, e um óleo com resíduos de poeira e outros sólidos da semente, como visto na Figura 6.

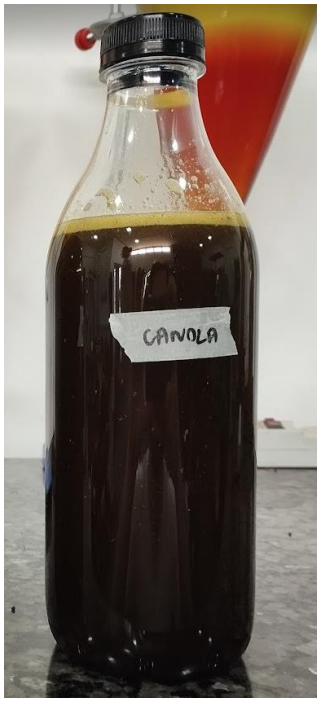


Figura 6: Óleo de canola extravirgem, pré-filtragem.
Fonte: Autor (2023)

Para a remoção desses resíduos, foi realizado dois processos de filtragem, utilizando um filtro comum de papel, conforme Figura 7.



Figura 7: Filtragem do óleo de canola.
Fonte: Autor (2023)

Após a filtragem, o óleo foi colocado em garrafas esterilizadas, conforme Figura 8, e amostras de 150 ml do óleo de soja e do óleo de canola foram enviados ao laboratório PoolLab, situado em Itajaí – SC, aos cuidados do químico Roberto Silva, CRQ 13400326, para obter os resutados das análises de massa específica, ponto de fulgor, sedimentos, teor de biodiesel, ponto de congelamento, viscosidade, aromáticos, olefinas, benzeno, tolueno, corrosividade e quantidade de água nas amostras.



Figura 8: Óleo de soja extravirgem (esquerda) e óleo de canola extravirgem (direita).
Fonte: Autor (2023)

3.3 Óleo Diesel

Utilizou-se óleo diesel mineral tipo A-S10 fornecido pela empresa comercial distribuidora denominada "Estrada Distribuidora de Derivados de Petróleo LTDA". A empresa está situada na BR 277, km 579, na cidade de Cascavel, estado do Paraná. Este diesel, ao contrário do que se encontra nos postos de combustível, não leva a mistura obrigatória de biodiesel em sua composição, e será chamado de B0. Por esse fator, também é possível fazer as misturas com o biodiesel de modo mais preciso e sem a mistura de outros produtos.

3.4 Óleo Refinado

Os óleos refinados utilizados foram o óleo de soja da marca Soya, denominado óleo de soja refinado, e óleo de canola da marca Suavit, denominado

óleo de canola refinado, ambos adquiridos no supermercado. Uma fração de cada óleo foi enviada ao laboratório PoolLab para análise.

3.5 Produção do Biodiesel

O procedimento descrito nessa seção foi repetido para o óleo de canola extravirgem, para o óleo de canola refinado, para o óleo de soja extravirgem e para o óleo de soja refinado. Foi realizado o processo de transesterificação na rota etílica, no LABTES (Laboratório de Tecnologias Sustentáveis). Para isso, foi preparada uma solução de hidróxido de potássio (KOH) como catalisador, e metanol (CH_3OH), seguindo a metodologia de Knothe *et al.* (2006).

Para cada porção de óleo, foram utilizados 500mL de óleo vegetal, 150mL de metanol e 10mL de hidróxido de potássio, mantendo a solução sob agitação magnética e elevando a temperatura para aproximadamente 65ºC. A reação resultou em uma solução turva, conforme Figura 9, indicando o início da transesterificação.



Figura 9: Processo de transesterificação.
Fonte: Autor (2023)

Após aproximadamente 1h, a solução se tornava mais límpida, sinalizando que estava pronta para a próxima etapa. Em seguida, a solução era transferida para um funil de separação, onde ocorria a decantação por 24 horas. O funil apresentava

duas fases distintas: uma superior contendo aproximadamente 560mL de biodiesel diluído e uma inferior mais densa contendo aproximadamente 100mL de subproduto glicerol, conforme Figura 10.



Figura 10: Separação das fases do biodiesel e glicerol.
Fonte: Autor (2023)

O glicerol foi descartado, enquanto o biodiesel era submetido a uma etapa de lavagem. O produto diluído era conduzido a um balão de fundo chato, adicionando 150mL de água destilada e agitando levemente. Posteriormente, a mistura era transferida para outro funil de separação e decantada novamente. O biodiesel, insolúvel na água, permanecia na parte superior, enquanto a água, misturada com resquícios de hidróxido de potássio e metanol, se depositava na parte inferior. Esse processo de lavagem era repetido duas vezes para cada porção de óleo transesterificado, visando a obtenção de maior pureza no biodiesel.

Após a segunda lavagem, o biodiesel era levado a uma estufa a 105ºC para a secagem por 24 horas, conforme Figura 11, eliminando os resquícios de água e metanol. Logo após, os produtos eram resfriados e envasilhados em garrafas esterilizadas, e amostras de 150 ml foram enviadas para o laboratório PoolLab em Itajaí, Santa Catarina, para caracterização e análise comparativa, similar ao realizado nos óleos.



Figura 11: Secagem do biodiesel.
Fonte: Autor (2023)

3.6 Blendas de Biodiesel

Os quatro tipos de biodiesel produzidos tiveram como matéria prima o óleo de canola extravirgem, óleo de canola refinado, óleo de soja extravirgem, e óleo de soja refinado, e serão chamados de CEV (biodiesel de canola extravirgem), CRF (biodiesel de canola refinado), SEV (biodiesel de soja extravirgem) e SRF (biodiesel de soja refinado). Cada biodiesel foi então misturado separadamente ao óleo diesel S10 em diferentes proporções, e foram denominadas B5 (5% biodiesel, 95% diesel S10), B10 (10% biodiesel, 90% diesel S10), B20 (20% biodiesel, 80% diesel S10), B40 (40% biodiesel, 60% diesel S10), B80 (80% biodiesel, 20% diesel S10) e B100 (100% biodiesel, 0% diesel S10), para cada tipo de óleo. O óleo diesel utilizado foi o S10 puro, sem adição de biodiesel, e foi denominado por B0 (0% biodiesel, 100% diesel S10). A separação em diferentes garrafas esterilizadas pode ser vista na Figura 12.



Figura 12: Blendas do biodiesel de soja refinado.
Fonte: Autor (2023)

3.7 Caracterização do Biodiesel

A caracterização física e química foi realizada no Laboratório PoolLab, e foi analisado cada um dos quatro óleos de matéria prima, cada biodiesel resultante B100, e o diesel S10 puro, incluindo a análise de diversas propriedades. A massa específica, o ponto de fulgor, a presença de água e sedimentos, o ponto de congelamento, a viscosidade, a corrosividade do cobre e a quantidade de água por Karl Fischer foram determinados seguindo o Standard Test Method for Determination (ASTM). Para avaliar o teor percentual de ésteres, aromáticos totais, olefinas totais, benzeno, tolueno e glicerol, utilizou-se a técnica de espectroscopia de infravermelho. As características avaliadas, seus métodos de caracterização, e especificações esperadas para o biodiesel encontram-se na Tabela 3. N.A. Se refere a “não aplicável”, e L.I.I. se refere a “límpido e isento de impurezas”.

Tabela 2: Ensaios e métodos das caracterizações dos óleos

ENSAIOS	UNIDADE	MÉTODO	ESPECIFICAÇÃO
ASPECTO	-	VISUAL	L.I.I.
COR VISUAL	-	VISUAL	AMARELO
MASSA ESPECÍFICA A 20°C	Kg/m³	ASTM D 4052	820 a 853,0
PONTO DE FULGOR	°C	ASTM D 93	38 mín.
ÁGUA SEDIMENTOS % (BSW)	%	ASTM D 1796	0,05 máx.
PONTO DE CONGELAMENTO	°C	ASTM D 97	N.A.
VISCOSIDADE A 40°C	cSt	ASTM D 445	1,5 a 6,0
ESTER	%	INFRAVERMELHO	N.A.
AROMÁTICOS TOTAIS	%	INFRAVERMELHO	N.A.
OLEFINAS TOTAIS	%	INFRAVERMELHO	N.A.
BENZENO	%	INFRAVERMELHO	N.A.
TOLUENO	%	INFRAVERMELHO	N.A.
GLYCEROL	%	INFRAVERMELHO	N.A.
CORROSIVIDADE AO COBRE	-	ASTM D 130	N.A.
ÁGUA POR KARL FISCHER	PPM	ASTM D 6304	200,0 máx.

Fonte: Autor (2023)

Como esses testes foram terceirizados para o Laboratório PoolLab sob a responsabilidade do químico Roberto Silva, e não sendo o escopo deste trabalho, os métodos não serão detalhados, apenas apresentados os resultados.

3.8 Conjunto Moto Gerador

Para a análise de eficiência, foi utilizado conjunto moto gerador de ciclo diesel, da marca Branco, modelo BD-8000 E3, arrefecimento a ar, monocilíndrico, acionado por motor de 13 cv e acoplado ao gerador de 7,5 kVA/6,0 kW de potência nominal, conforme Figura 13:



Figura 13: Motor gerador Branco BD-8000 E3.
Fonte: Autor (2023)

As especificações do motor de acionamento do gerador encontram-se na Tabela 4:

Tabela 3: Especificações do motor de acionamento

Especificação	**Valor**
Sistema de combustão	Injeção direta
Diâmetro x Curso	88 mm x 75 mm
Cilindrada	456 cm3
Taxa de compressão	20:1
Potência máxima	13,0 cv a 3600 rpm
Potência contínua	11,2 cv a 3600 rpm
Torque máximo	3,51 kgfm a 2000 rpm
Consumo	2,7 L*h-1
Lubrificação	Forçada por bomba de óleo
Capacidade de óleo cárter	1,5 L
Dimensões (C x L x A)	480 x 520 x 570
Nível de ruído (7 m)	79 dB

Fonte: Branco (2019)

As curvas de torque, potência e consumo específico são observadas na Figura 14:

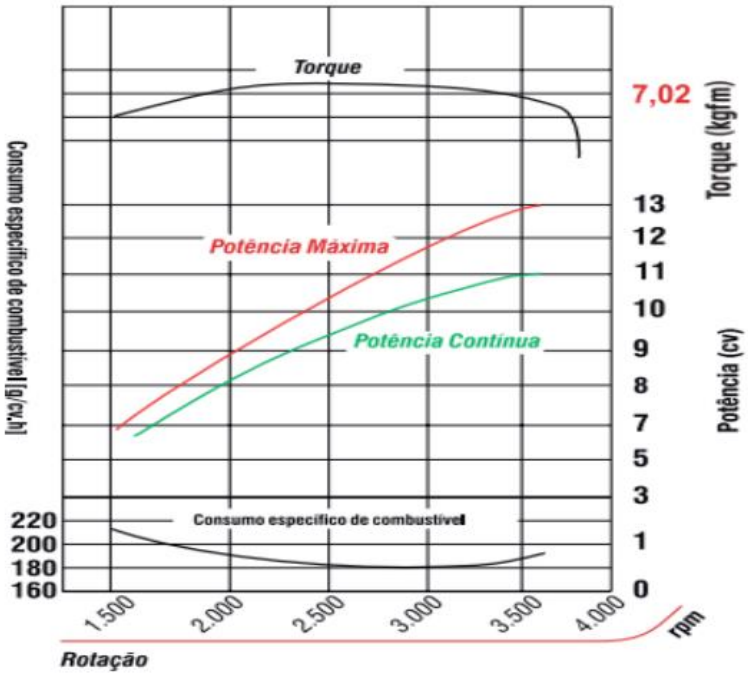


Figura 14: Torque, consumo e potência
Fonte: (BRANCO, 2019).

A Tabela 5 apresenta as características técnicas do motor que aciona o gerador responsável pela alimentação das cargas elétricas do conjunto motor gerador modelo BD8000E3, fabricado pela marca BRANCO.

Tabela 4: Especificações do gerador

Especificação	Valor
Potência máxima	8,0 kVA
Potência contínua	7,5 kVA
Tensão de saída	240 V / 120 V
Fases	Trifásico
Controle de tensão	AVR / Com escova
Capacidade do tanque	10 L
Autonomia	5,0 h
Dimensões (C x L x A)	720 x 492 x 650 (mm)
Massa	110 kg

Fonte: BRANCO (2019)

O conjunto motor-gerador foi operado com as cargas 0 W, 1000 W, 1500 W, 4500 W, e 6000 W.

O projeto elétrico do gerador encontra-se na Figura 15.

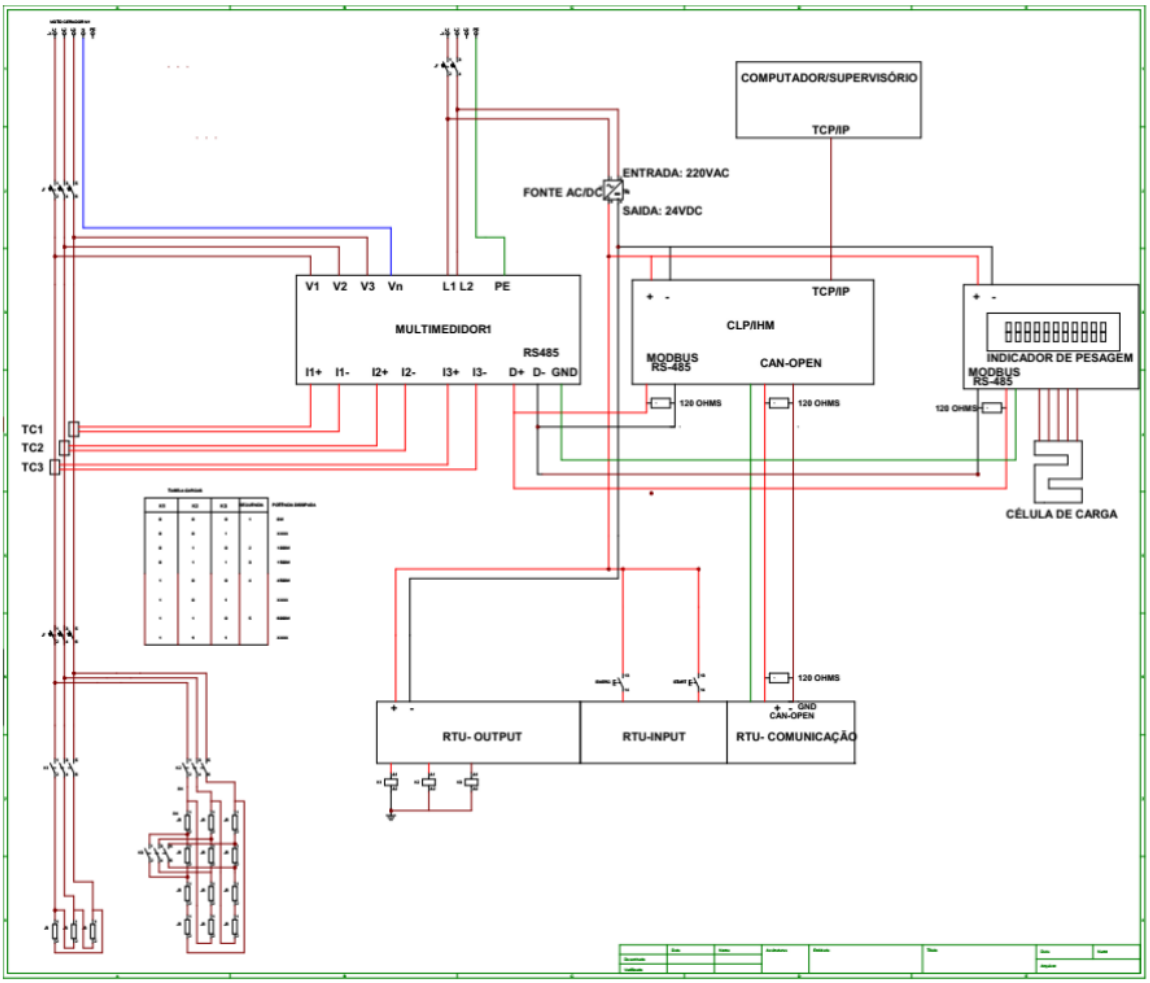


Figura 15: Projeto elétrico do gerador utilizado.
Fonte: SILVEIRA (2021)

3.9 Medidor Multifuncional e Análise da Potência Instantânea

A coleta dos parâmetros elétricos foi realizada por meio de um medidor multifuncional avançado modelo DPM-C520, fabricado pela empresa Delta. O medidor apresenta as grandezas voltagem, amperagem, potência instantânea e energia total gerada, Figura 16. Os resultados das medições foram visualizados instantaneamente em seu display. Durante o experimento, um auxiliar fotografava o display a cada 30s, por quatro vezes, caracterizando as repetições para cada blenda de cada biodiesel e diesel S10, juntamente com o display do analisador de gases. Esses dados foram posteriormente organizados em uma planilha do Excel.



Figura 16: Indicações de voltagem, amperagem, potência instantânea e energia total gerada, no display.
Fonte: Autor (2023)

Os principais valores do medidor multifuncional de parâmetros elétricos estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 5: Especificações do medidor multifuncional

Descrição	**Range**	**Precisão**
Tensão de alimentação	80-265 V	
Tensão mínima / máxima medida	20-400 V	± 0.5%
Corrente mínima / máxima medida	1-5A	± 0.5%
Frequência	50-60 Hz	± 0.5%
Porta de comunicação	RS485 (9600/19200/38400bps)	
Display	LCD	
Temperatura de operação	-20-70°C	
Umidade relativa	5-95%	

Fonte: SILVEIRA *et al.* (2022)

3.10 Banco de Resistências

Foi empregado um banco de cargas resistivas, conforme ilustrado na Figura 17, para registrar o consumo de energia elétrica gerada pelo motor gerador. O banco de cargas é constituído por quinze resistências em formato de "U", conectadas em paralelo, com potência nominal de 1500 W cada, operando em tensão de alimentação de 220V, em corrente alternada.



Figura 17: Banco de cargas resistivas.
Fonte: Autor (2023)

3.11 Cargas

As cargas foram controladas por meio de três disjuntores, e suas combinações ativaram as cargas conforme indicado na Tabela 7. As cargas foram numeradas de acordo com a amperagem, e corresponde às cargas que aparecem nos resultados deste estudo. Os disjuntores podem ser vistos na Figura 18.

Tabela 6: Combinação dos disjuntores para ativação das cargas

Carga	Disjuntor 1	Disjuntor 2	Disjuntor 3	Corrente elétrica (I)
1	Desligado	Desligado	Desligado	0
2	Desligado	Ligado	Desligado	2,72 A
3	Desligado	Ligado	Ligado	3,66 A
4	Ligado	Desligado	Desligado	10,97 A
5	Ligado	Ligado	Desligado	13,69 A

Fonte: Autor (2024)



Figura 18: Conjunto de disjuntores que ativam as cargas.
Fonte: Autor (2024)

3.12 Análise de Emissões

A análise dos gases de combustão gerados no ensaio do conjunto motor gerador, operando com os diferentes combustíveis, ocorrerá por meio da utilização de um analisador portátil de gases de combustão da marca TM 131 da Tecnomotor, Figura 19. O aparelho está equipado com sensores eletroquímicos capazes de

realizar medições em tempo real dos seguintes gases: oxigênio (O_2), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO_2), óxido de nitrogênio (NO) e óxidos de nitrogênio (NOx).



Figura 19: Analisador de Gases TM 131 Tecnomotor.
Fonte: Autor (2024).

A Tabela 8 apresenta as especificações do analisador de gases TM 131 da Tecnomotor, de acordo com as especificações fornecidas pelo manual do fabricante.

Tabela 7: Especificações técnicas do analisador de gases TM 131

Especificação	Valor
Tensão	127 /220 VAC (automática)
Frequência de entrada	50 a 60 Hz
Potência	35W
Temperatura de Armazenagem	0 a 50°C
Dimensões	290 x 200 x 420 mm

Fonte: Autor (2024).

A análise dos gases foi realizada inserindo a sonda, apresentada na Figura 20, dentro do escapamento do motor gerador, durante a queima. A sonda succionou os gases para seus sensores eletroquímicos, e apresentou resultados em seu display. Esses dados foram fotografados com a ajuda de um auxiliar, juntamente com os dados de potência instantânea, a cada 30 s, por quatro repetições para cada blenda de cada biodiesel e diesel S10.



Figura 20: Sonda dos gases que foi inserida no escapamento.
Fonte: Autor (2024)

3.13 Análise Estatística dos Resultados

Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados (DBC), considerando os diferentes óleos (refinado de canola, extravirgem de canola, refinado de soja e extravirgem de soja) como tratamentos. Os blocos foram definidos pelas misturas B0, B5, B10, B20, B40, B80 e B100, e cada variável foi analisada individualmente.

Os dados coletados foram organizados no Excel separados em diferentes planilhas para cada carga e variável. As variáveis analisadas foram:

- Potência instantânea (P), em Watts (W);
- Hidrocarbonetos (HC), em partes por milhão (ppm);
- Óxidos de nitrogênio (NOx), em partes por milhão (ppm);
- Monóxido de carbono (CO), em porcentagem (%);
- Dióxido de carbono (CO_2), em porcentagem (%).

Os valores referentes ao óleo diesel mineral, neste estudo, foram replicados para cada uma das culturas como sendo B0, já que B0 representaria a “mistura” de 0% de biodiesel e 100% de diesel S10.

A carga 1, ao não conduzir corrente elétrica (com uma amperagem de zero), resultou na medição de potência nula para todos os óleos testados. Por essa razão, foi classificada como uma carga de calibração, e descartou-se para a realização dos

testes, de modo que os testes estatísticos foram conduzidos a partir da carga 2 até a carga 5.

Para os testes, os dados foram divididos em 20 grupos. Cada grupo recebe o nome a partir da variável analisada (P, HC, NOx, CO ou CO_2), seguido do número correspondente à carga (2, 3, 4 ou 5).

3.14 Teste ANOVA

Em cada bloco, foi realizado o teste ANOVA (*Analysis of Variance*) a 5% de significância, tanto para os tratamentos (óleos), quanto para os blocos (blendas). Quando o teste anova indicou h_1, seja para os óleos como para as blendas, realizou-se o teste de Tukey para a comparação de médias e identificar as variáveis que apresentaram diferenças.

Todos os testes foram realizados no Excel, seguindo metodologia adaptada de Vasconcelos (2018), e os dados e os cálculos estão no apêndice 1.

Para o teste ANOVA, inicialmente calculou-se a soma dos quadrados dos tratamentos (equação 01).

$$SQ_{Tr} = b * \sum_{i=1}^{k} (Y_i - Y_{tot})^2 \qquad \text{(eq. 01)}$$

Onde:

SQ_{Tr} - soma do quadrado dos tratamentos

b - número de blocos

k - número de tratamentos

Y_i - média do tratamento

Y_{tot} - média total

Na sequência, calcula-se a soma dos quadrados dos blocos (equação 02).

$$SQ_B = k * \sum_{j=1}^{b} \left(Y_j - Y_{tot}\right)^2 \qquad \text{(eq. 02)}$$

Onde:

SQ_B - soma do quadrado dos blocos

b - número de blocos

k - número de tratamentos

Y_j - média do bloco

Y_{tot} - média total

Após encontrar a soma dos blocos, foi calculada a soma dos quadrados dos resíduos (equação 03).

$$SQ_R = \sum_{i=1}^{k} \sum_{j=1}^{b} \left(i_j - Y_i - Y_j + Y_{tot}\right)^2 \quad \text{(eq. 03)}$$

Onde:

SQ_R - soma do quadrado dos resíduos

b - número de blocos

k - número de tratamentos

i_j – valor de cada repetição

Y_i - média do tratamento

Y_j – média do bloco

Y_{tot} - média total

Realizou-se o cálculo dos quadrados médios dos tratamentos (equação 04).

$$QM_{Tr} = \frac{SQ_{Tr}}{(k-1)} \quad \text{(eq. 04)}$$

Onde:

QM_{Tr} – quadrado médio dos tratamentos

SQ_{Tr} - soma do quadrado dos tratamentos

k - número de tratamentos

Para o cálculo dos quadrados médios dos blocos, aplicou-se a equação 05.

$$QM_B = \frac{SQ_B}{(b-1)} \quad \text{(eq. 05)}$$

Onde:

QM_B – quadrado médio dos blocos

SQ_B - soma do quadrado dos blocos

b - número de blocos

Quanto ao cálculo do quadrado médio dos resíduos, utiliza-se a equação 06.

$$QM_R = \frac{SQ_R}{(k-1)(b-1)} \quad \text{(eq. 06)}$$

Onde:

QM_R – quadrado médio dos resíduos

SQ_R - soma do quadrado dos resíduos

b - número de blocos

k - número de tratamentos

Nota-se nas fórmulas os termos (k - 1) e (b - 1). São os graus de liberdade (GL) dos tratamentos e dos blocos, respectivamente. Como todas as variações de carga e variáveis analisadas apresentam o mesmo número de tratamentos (k = 4) e (b = 7), os graus de liberdade (k – 1) e (b – 1) serão sempre 3 e 6, respectivamente. Para o cálculo dos graus de liberdade dos resíduos (GL_R), utiliza-se a equação 07.

$$GL_R = (k-1)(b-1) \quad \text{(eq. 07)}$$

Onde:

b - número de blocos

k - número de tratamentos

Como k = 4, e b = 7 para todos os casos neste trabalho, GL_R será 18.

Procede-se então ao cálculo do valor F, para os tratamentos utilizando a equação 08, e para os blocos utilizando a equação 09.

$$F_{Tr} = \frac{QM_{Tr}}{QM_R} \quad \text{(eq. 08)}$$

$$F_B = \frac{QM_B}{QM_R} \quad \text{(eq. 09)}$$

Onde:

F_{Tr} – valor F calculado para os tratamentos

F_B – valor F calculado para os blocos

QM_{Tr} – quadrado médio dos tratamentos

QM_B – quadrado médio dos blocos

QM_R – quadrado médio dos resíduos

Para fins de padronização e trabalhos futuros, apresenta-se também a soma dos quadrados total, apesar de não ser utilizada para a tomada de decisão neste trabalho. É definida pela equação 10.

$$SQ_T = SQ_{Tr} + SQ_B + SQ_R \quad \text{(eq. 10)}$$

Onde:

SQ_T - soma dos quadrados total

SQ_{Tr} - soma do quadrado dos tratamentos

SQ_B - soma do quadrado dos blocos

SQ_R - soma do quadrado dos resíduos

É construída a tabela do teste ANOVA, para a regra de decisão. É comparado o valor F calculado com o valor F tabelado a 5% de significância, tanto para a os óleos (tratamentos) quanto para as blendas (blocos), representada pela Tabela 8. Para encontrar o valor F tabelado, remete-se à tabela F a 5% de significância, no Anexo 1. Então, remete-se à linha correspondente ao grau de liberdade dos resíduos, e à coluna com o grau de liberdade correspondente ao fator de análise, óleo ou blenda. Como os graus de liberdade são iguais neste trabalho, o F tabelado para os óleos será sempre 3,16, enquanto o F tabelado para as blendas será sempre 2,66.

Por fim, são verificadas as seguintes hipóteses:

H_{01}: O efeito dos óleos é nulo;

H_{11}: Existe efeito do fator óleo.

E

H_{02}: O efeito das blendas é nulo;

H_{12}: Existe efeito do fator blenda.

Serão tomadas as hipóteses de nulidade quando o F calculado for menor ou igual ao F tabelado, para determinado fator. É considerado o efeito do fator quando o F calculado é maior que o F tabelado.

Tabela 8: Tabela de teste ANOVA para tomada de decisão

FONTE DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADOS MÉDIOS	VALOR F CALCULADO	VALOR F TABELADO	DECISÃO
TRATAMENTOS	k-1	SQ_{Tr}	QMT_R	F_{Tr}	$F(k-1, GL_R)_{0.05}$	aceita / rejeita H_{01}
BLOCOS	b-1	SQ_B	QM_B	F_B	$F(b-1, GL_R)_{0.05}$	aceita / rejeita H_{02}
RESIDUOS	GL_R	SQ_R	QM_R			
TOTAL	SQ_R	SQ_T				

Fonte: Autor (2024)

Para cada combinação de cargas e variáveis, será verificado se foi aceito H_{01} e H_{02}. No caso de ambas as hipóteses serem aceitas, considera-se que não há diferenças estatísticas entre os tratamentos nem entre os blocos.

3.15 Teste de Tukey

Caso H_{02} ou H_{12} não sejam rejeitados, será realizado o teste de Tukey a 5% de significância para a comparação das médias e determinar especificamente entre quais fatores há o efeito de divergência, seguindo metodologia adaptada de Vasconcelos (2018).

Quando H_{02} não é rejeitado, será calculada a diferença mínima significativa (DMS) para os tratamentos, equação 11. Quando H_{12} não foi rejeitado, realizou-se processo similar, calculando a DMS para os blocos, equação 12.

É verificado entre os valores da média entre repetições da variável para cada óleo se a diferença entre eles é maior que a DMS. Sendo maior a diferença, considera-se estatisticamente que há diferença entre as médias comparadas, de modo análogo, se a diferença for menor, considera-se que as médias entre os tratamentos analisados são iguais. Verificam-se ainda os valores da média de cada variável dentro do bloco, comparam-se todos entre si, e quando a diferença entre

eles for maior que a DMS, considera-se que há diferença estatística entre os blocos comparados.

$$DMS_{Tr} = q_{Tr}\sqrt{\frac{QM_R}{r}} \quad \text{(eq. 11)}$$

$$DMS_B = q_B\sqrt{\frac{QM_R}{r}} \quad \text{(eq. 12)}$$

Onde:

DMS_{Tr} – valor F calculado para os tratamentos

DMS_B – Valor F calculado para os blocos

q_{Tr} – quadrado médio dos tratamentos

q_B – quadrado médio dos blocos

r – número de repetições

Neste trabalho, o número “r” de repetições foi sempre 4. Para o q_{Tr} e o q_B, utilizou-se a tabela q a 5% de significância, que consta no Anexo 2. Consultou-se a linha 18 dos graus de liberdade (GL) para ambos, e a coluna (k-1) = 3 para tratamentos e (k-1) = 6 para blocos. Então, q_{Tr} = 3,61 e q_B = 4,49.

É verificado entre os valores da média entre repetições da variável para cada óleo se a diferença entre eles é maior que a DMS. Sendo maior a diferença, considera-se estatisticamente que há diferença entre as médias comparadas, de modo análogo, se a diferença for menor, considera-se que as médias entre os tratamentos analisados são iguais. Verificam-se ainda os valores da média de cada variável dentro do bloco, comparam-se todos entre si, e quando a diferença entre eles for maior que a DMS, considera-se que há diferença estatística entre os blocos comparados.

Em seguida, foi criada a tabela Tukey para a comparação das diferentes médias, possibilitando a análise de quais fatores são diferentes dentro do grupo carga/variável.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Resultados das análises do laboratório PoolLab

4.1.1 Especificações gerais

A Tabela 10 apresenta os ensaios, unidade e especificações das análises, e os dados referentes ao óleo de canola refinado (ÓLEO CRF), ao biodiesel de canola refinado (CRF B100), e ao diesel S10 (S10 B0).

Tabela 9: Características do óleo e biodiesel de canola refinado

ENSAIOS	UNIDADE	ESPECIFICAÇÃO	ÓLEO CEV	CEV B100	S10 B0
ASPECTO	-	L.I.I.	L.I.I.	L.I.I.	L.I.I.
COR VISUAL	-	AMARELO	AMARELO	AMARELO	AMARELO
MASSA ESPECÍFICA A 20°C	Kg/m³	820 a 853,0	917,7	880,4	833,6
PONTO DE FULGOR	°C	38 mín.	115	>131	58
ÁGUA SEDIMENTOS % (BSW)	%	0,05 máx.	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
PONTO DE CONGELAMENTO	°C	N.A.	< -7	<-8	< -9
VISCOSIDADE A 40°C	cSt	1,5 a 6,0	38,424	5,123	2,427
ESTER	%	N.A.	95,19	97,86	N.A.
AROMÁTICOS TOTAIS	%	N.A.	1,2	1,46	4,14
OLEFINAS TOTAIS	%	N.A.	29,19	25,49	3,62
BENZENO	%	N.A.	0,02	0,01	0,06
TOLUENO	%	N.A.	13,09	11,94	1,81
GLYCEROL	%	N.A.	1,89	6,12	N.A.
CORROSIVIDADE AO COBRE	-	N.A.	1A	1A	1A
ÁGUA POR KARL FISCHER	PPM	200,0 máx.	669,4	850,1	48,97

Fonte: Autor (2023)
N.A.: Não Aplicável
L.I.I.: Límpido e Isento de Impurezas

A Tabela 11 apresenta os dados relativos ao óleo refinado de canola (ÓLEO CRF), ao biodiesel de canola refinado (CRF B100), ao óleo de soja extravirgem (ÓLEO SEV), ao biodiesel de soja extravirgem (SEV B100), ao óleo de soja refinado (ÓLEO SRF), e ao biodiesel de soja refinado (SRF B100).

Tabela 10: Características do biodiesel e óleo de soja refinado e extravirgem, e canola refinado

ENSAIOS	ÓLEO CRF	CRF B100	ÓLEO SEV	SEV B100	ÓLEO SRF	SRF B100
ASPECTO	L.I.I.	L.I.I.	L.I.I.	L.I.I.	L.I.I.	L.I.I.
COR VISUAL	AMARELO	AMARELO	AMARELO	AMARELO	AMARELO	AMARELO
MASSA ESPECÍFICA A 20°C	915,2	879,7	919,8	883,2	920,1	883
PONTO DE FULGOR	>200	169	>136	>132	182	175
ÁGUA SEDIMENTOS % (BSW)	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
PONTO DE CONGELAMENTO	< - 7	< - 8	< -5	-3	-11	-3
VISCOSIDADE A 40°C	40,474	4,343	34,838	7,58	30,6	4,61
ESTER	20,614	27,709	93,42	97,52	21,271	28,978
AROMÁTICOS TOTAIS	1,18	1,21	1,15	1,15	3,34	0
OLEFINAS TOTAIS	28,56	25,72	32,43	29,75	25,31	31,51
BENZENO	0,01	0	0,03	0,03	0,03	0,05
TOLUENO	12,76	3,88	15,25	13,96	10,77	13,45
GLYCEROL	1,89	6,63	0,98	25,15	0,849	4,204
CORROSIVIDADE AO COBRE	1A	1A	1A	1A	1A	1A
ÁGUA POR KARL FISCHER	578,91	148,6	567,9	633,8	650,1	296

Fonte: Autor (2023)
N.A.: Não Aplicável
L.I.I.: Límpido e Isento de Impurezas

Os dados da Tabela 10 e 11 foram também apresentados nas Figuras 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30 e 31, para facilitar a visualização e comparação, e discussão dos valores.

4.1.2 Massa específica a 20 °C

A Figura 21 apresenta os valores da massa específica a 20 ºC.

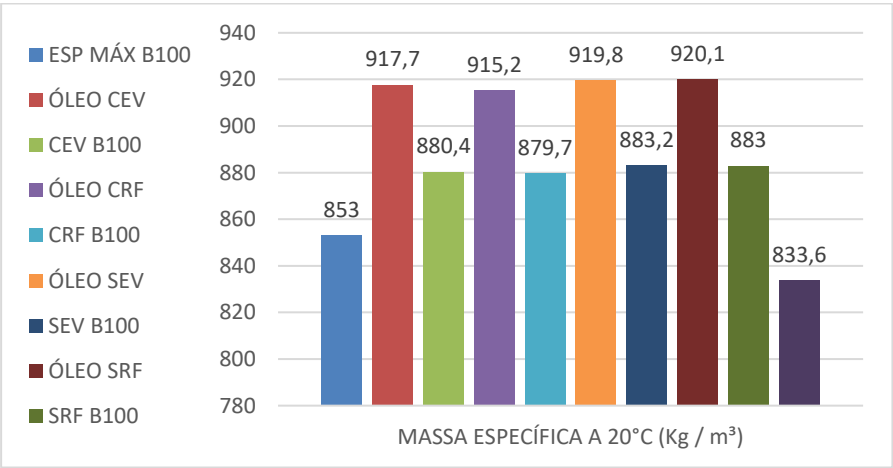


Figura 21: Massa específica das amostras a 20 ºC, em Kg / m³.
Fonte: Autor (2024)

Verifica-se que os óleos apresentam massa específica similar entre si, e os biodieseis não apresentam diferença significativa. É notável o biodiesel apresenta redução de aproximadamente 3,8% de massa específica em relação aos óleos pré-transesterificação. O diesel S10 apresenta massa específica aproximadamente 5,1% menor que os biodieseis. Todos os biodieseis apresentaram massa específica aproximadamente 3,5% superior à especificação máxima para o biodiesel. A possível causa para tal resultado seria a presença de água nas amostras, resultados similares aos obtidos em análises por Ferreira (2022), Nobre et al. (2023), Reis (2022) e Zanini et al. (2022) em diferentes biodieseis produzidos pelo mesmo método, estando todos entre 879 Kg / m³ e 884 Kg / m³.

4.1.3 Ponto de fulgor

A Figura 22 apresenta o mínimo ponto de fulgor para cada amostra.

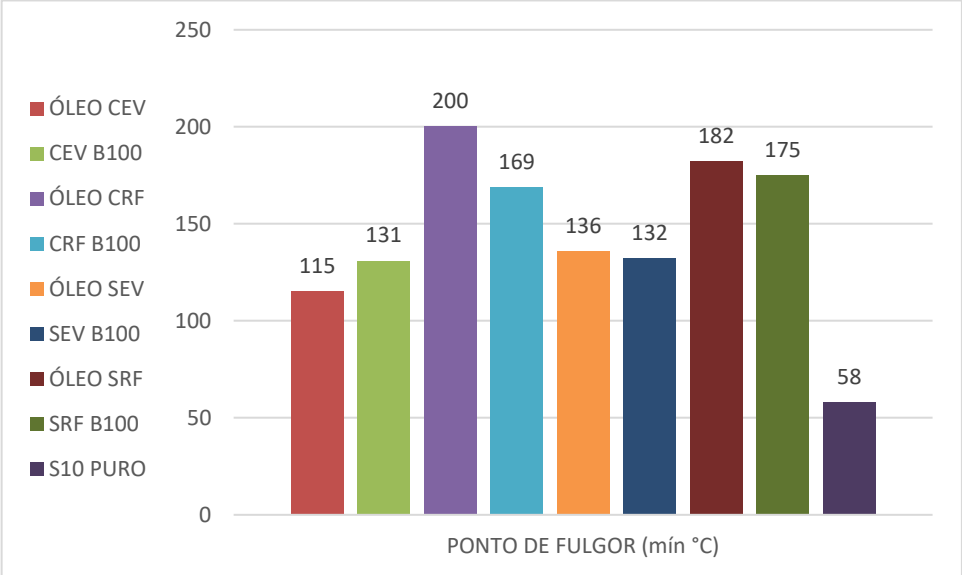


Figura 22: Ponto de fulgor mínimo das amostras, em ºC.
Fonte: Autor (2024)

Observa-se que tanto os óleos quanto os biodieseis extravirgens apresentaram os menores pontos de fulgor. Os óleos e biodieseis refinados apresentaram os valores mais elevados quanto ao ponto de fulgor. A possível causa para tal fenômeno seria a perda de vapores combustíveis durante o processo de extração a altas temperaturas os quais os óleos refinados passam. Esses dados indicam a possibilidade de que haja maior eficiência de queima em biodiesel

extravirgem. O diesel mineral S10 apresentou 57 ºC a mais que segundo menor valor de ponto de fulgor (óleo de canola extravirgem). Os valores encontrados são um pouco inferiores aos obtidos em outros trabalhos. Ferreira (2022) obteve o valor de 174 °C para o biodiesel de uva, Reis (2022) obteve 187 °C para o biodiesel de crambe e Nobre et al. (2023) obtiveram 190 °C de ponto de fulgor para o biodiesel de cártamo, evidenciando que os biodieseis de soja e canola, que também são mais comerciais, possuem maior inflamabilidade. Já Zucareli et al. (2024) obtiveram 58 ºC de ponto de fulgor para o biodiesel de milho refinado, indicando a possibilidade de que biodieseis de origem vegetal possam apresentar pontos de fulgor similares ao do diesel mineral, de modo contrário ao que foi obtido neste trabalho.

4.1.4 Ponto de congelamento

A Figura 23 apresenta a temperatura máxima do ponto de congelamento para cada amostra.

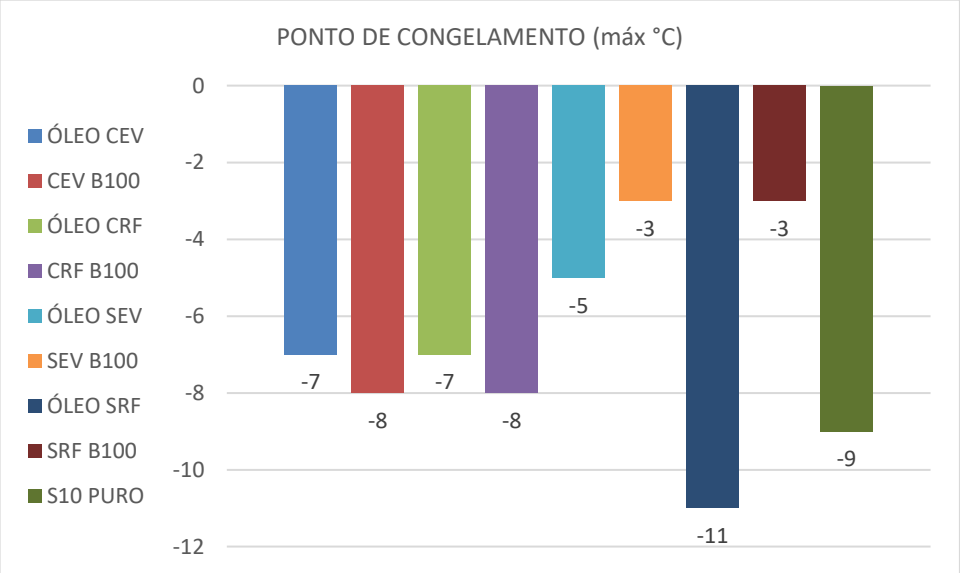


Figura 23: Máxima temperatura do ponto de congelamento das amostras, em °C.
Fonte: Autor (2024)

O óleo de soja refinado apresentou o menor valor máximo de ponto de congelamento, porém, o biodiesel dele produzido apresentou um dos maiores valores, igualando-se à temperatura do biodiesel de soja extravirgem. Verifica-se que tanto o biodiesel de canola refinado quanto canola extravirgem apresentaram pontos de congelamento similares ao do diesel mineral, o que viabiliza seu uso em

locais frios, já que um dos problemas do uso do biodiesel é seu congelamento em locais com temperaturas baixas. Considerando que a canola é uma cultura de locais frios, esse fator alinha-se às necessidades energéticas de países frios. Ferreira (2022) obteve o valor de -1 °C para o biodiesel de uva, Reis (2022) obteve -3 °C para o biodiesel de crambe, e Nobre et al. (2023) obtiveram -10 °C de ponto de congelamento para o biodiesel de cártamo, indicando que há de fato uma tendência aos valores permanecerem nesse intervalo, e ressaltando a importância de que haja uma escolha cuidadosa da matéria prima para o biodiesel a ser utilizado em regiões de temperaturas mais frias.

4.1.5 Viscosidade a 40 °C

A Figura 24 apresenta a viscosidade a 40 °C, em cSt, para as amostras analisadas.

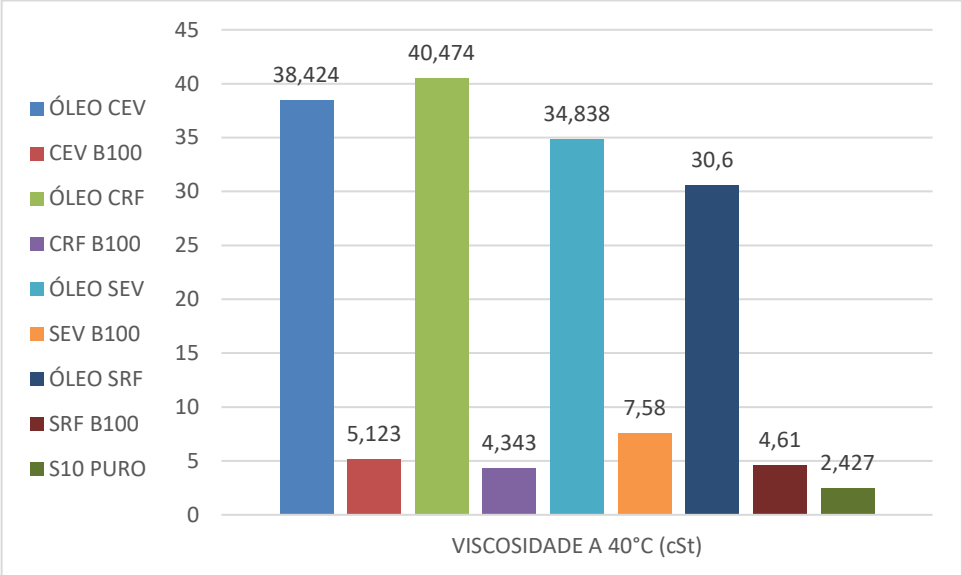


Figura 24: Viscosidade das amostras a 40 ºC, em cSt.
Fonte: Autor (2024)

Nota-se que em todos os casos, após o processo de transesterificação, houve significativa redução de viscosidade, o que é importante no processo de queima e desempenho em motores diesel. Dentre os biodieseis, o óleo de soja extravirgem apresentou o maior valor de viscosidade, sendo 70% maior que o valor para o biodiesel de canola refinado. Isso poderia acarretar na perda de desempenho, visto que o tamanho da gota de pulverização seria maior. Já o diesel

S10 apresenta viscosidade aproximadamente 50% menor que os biodieseis, e é um dos principais fatores pelo qual atribui-se a maior eficiência energética. (FERREIRA, 2022) obteve o valor de 4,088 cSt para o biodiesel de uva, (REIS, 2022) obteve 5,876 cSt para o biodiesel de crambe e Nobre et al. (2023) obtiveram 4,215 cSt de viscosidade cinemática para o biodiesel de cártamo. Os valores ficaram todos dentro da mesma faixa de valores encontrada neste trabalho, indicando uma tendência de que o biodiesel de fato seja mais viscoso que o diesel mineral puro.

4.1.6 Ésteres

A Figura 25 ilustra a porcentagem de ésteres para as amostras analisadas.

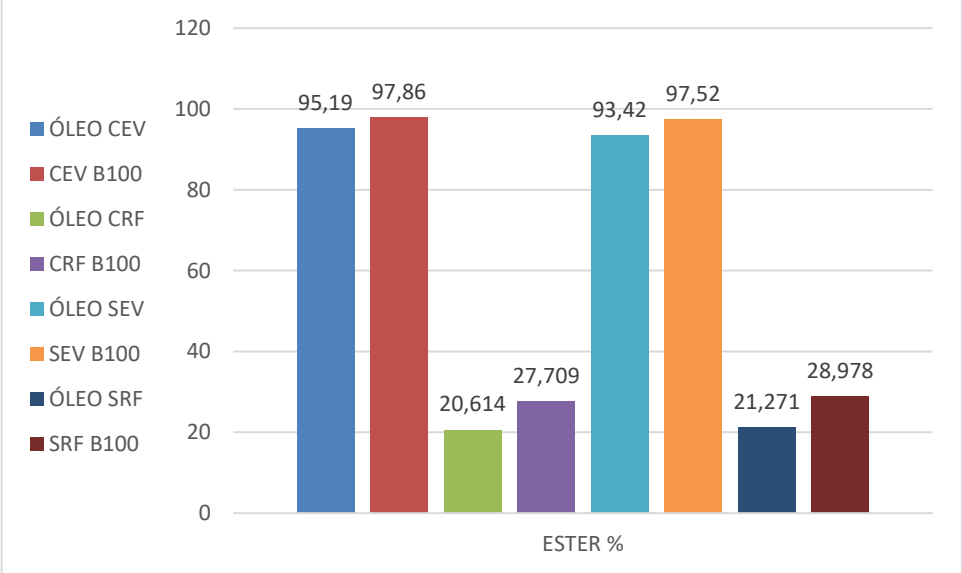


Figura 25: Porcentagem de ésteres nas amostras das amostras.
Fonte: Autor (2024)

Os óleos extravirgens e seus respectivos biodieseis apresentaram porcentagens muito mais altas que as amostras refinadas. Isso demonstra qualidade maior dos óleos, e é possível que isso reflita em desempenho maior por parte do biodiesel extravirgem em relação ao biodiesel oriundo de óleos refinados. Em todos os casos, há um leve aumento percentual de ésteres após a transesterificação, o que pode ser justificado pela separação e descarte do glicerol durante o processo. (FERREIRA, 2022) obteve o valor de 23,036 % para o biodiesel de uva, (REIS, 2022) obteve 22,170 % para o biodiesel de crambe e Nobre et al. (2023) obtiveram 24,995 % de ésteres para o biodiesel de cártamo. Apesar desses três trabalhos

amostrarem biodieseis de óleos extravirgens, nota-se que os valores dos ésteres foram similares aos valores relacionados aos biodieseis refinados deste trabalho. É possível que haja a perca de qualidade devido a algum desvio no procedimento, como por exemplo o tempo ou temperaturas demasiadamente altas no processo de secagem.

4.1.7 Aromáticos totais

A Figura 26 apresenta a porcentagem de aromáticos nas amostras.

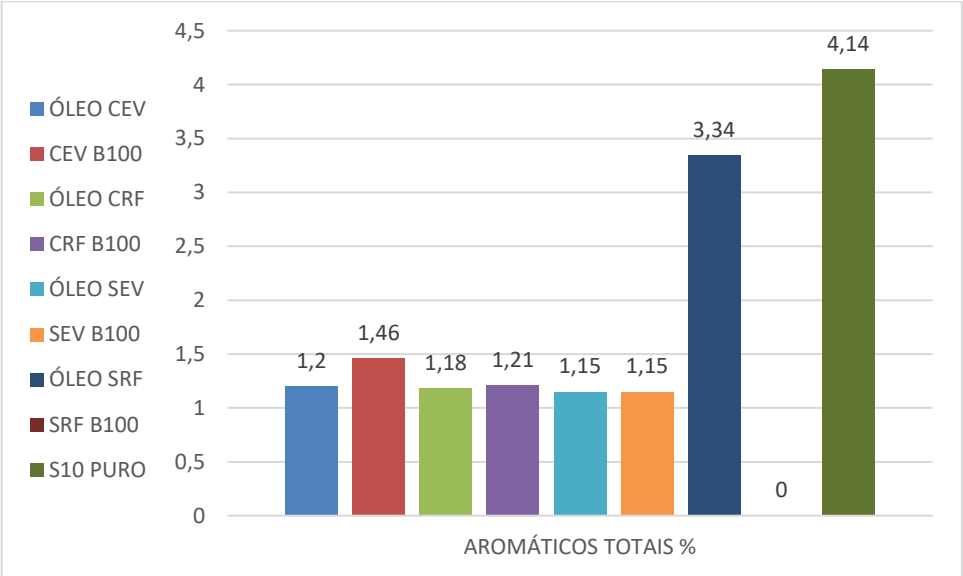


Figura 26: Porcentagem de aromáticos das amostras.
Fonte: Autor (2024)

Os aromáticos totais apresentaram valores similares para todos os óleos e biodiesel, exceto para as amostras de soja refinado. O óleo de soja refinado apresentou aproximadamente 100% mais aromáticos que as demais amostras de óleo e biodiesel, e curiosamente, o biodiesel resultante deste óleo apresentou 0 % de teor de aromáticos. Indica-se pesquisa futura para analisar o porquê dessa variação e se há algum padrão para esse fator. O diesel S10 apresentou aproximadamente 200% mais aromáticos que os outros biodieseis, demonstrando maior toxicidade aos humanos e ao meio ambiente, e ressaltando a necessidade de transição para o biodiesel. Em seus resultados, (FERREIRA, 2022) obteve o valor de 1,39% para o biodiesel de uva, (REIS, 2022) obteve 1,36% para o biodiesel de crambe e Nobre et al. (2023) obtiveram 1,06% para o biodiesel de cártamo. O

cártamo se apresenta como uma alternativa menos tóxica, enquanto os outros dois trabalhos apresentam resultados similares a este trabalho, excetuando pelo valor mais alto do biodiesel de soja refinado.

4.1.8 Olefinas

O percentual de olefinas é ilustrado na Figura 27.

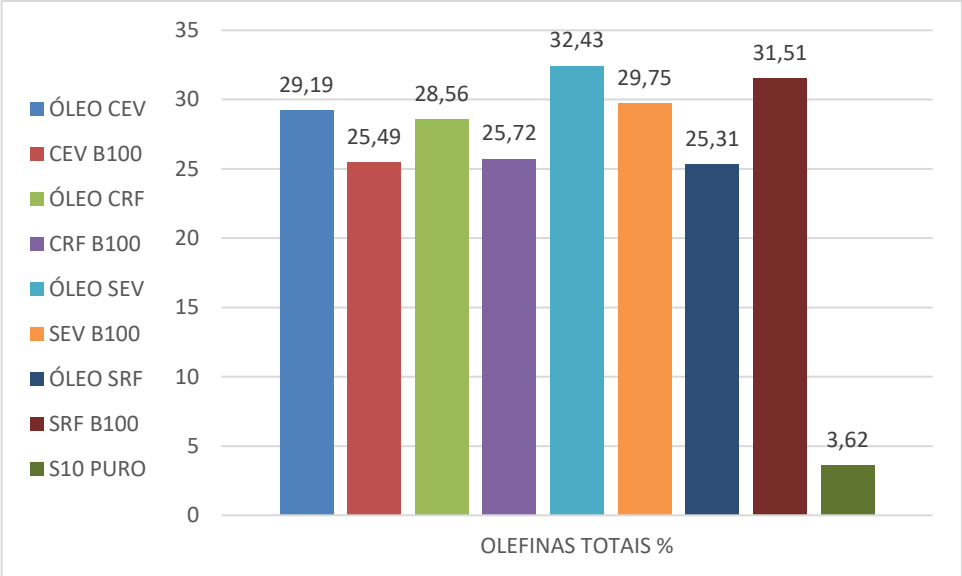


Figura 27: Percentual de olefinas nas amostras.
Fonte: Autor (2024)

Verifica-se que em todos os casos, exceto para o óleo de soja refinado, após o processo de transesterificação, é reduzido o percentual de olefinas. No caso do biodiesel de soja refinado, que apresenta o maior percentual, é possível que se deva a uma amostra específica, considerando que o biodiesel amostrado é proveniente de outra parte amostral do óleo. Entretanto, sugere-se como estudo futuro investigar essa diferença. Outro fator relevante é que os biodieseis apresentaram mais de 600% a mais de olefinas em relação ao diesel S10. Esse fator demonstra um defeito do biodiesel em relação ao diesel puro, que é o depósito de sujeira e entupimento dos bicos em motores diesel. Por isso, ainda se verifica a importância de continuar utilizando o diesel nas misturas com biodiesel. Sugere-se também para trabalhos futuros investigar os possíveis impactos ambientais e na saúde humana que as olefinas podem trazer, e de quantificar o impacto em motores de combustão. Em seus resultados, Fe obteve o valor de 26,84 % para o biodiesel de uva, (REIS, 2022)

obteve 20,91 % para o biodiesel de crambe e Nobre et al. (2023) obtiveram 24,39 % para o biodiesel de cártamo. O biodiesel de crambe e de cártamo apresentaram valores inferiores a todos os resultados encontrados neste trabalho, e se sugere um estudo futuro para verificar e comparar quais matérias primas para biodiesel apresentam menores teores de olefinas e os motivos.

4.1.9 Benzeno

A Figura 28 apresenta os percentuais de benzeno nas amostras.

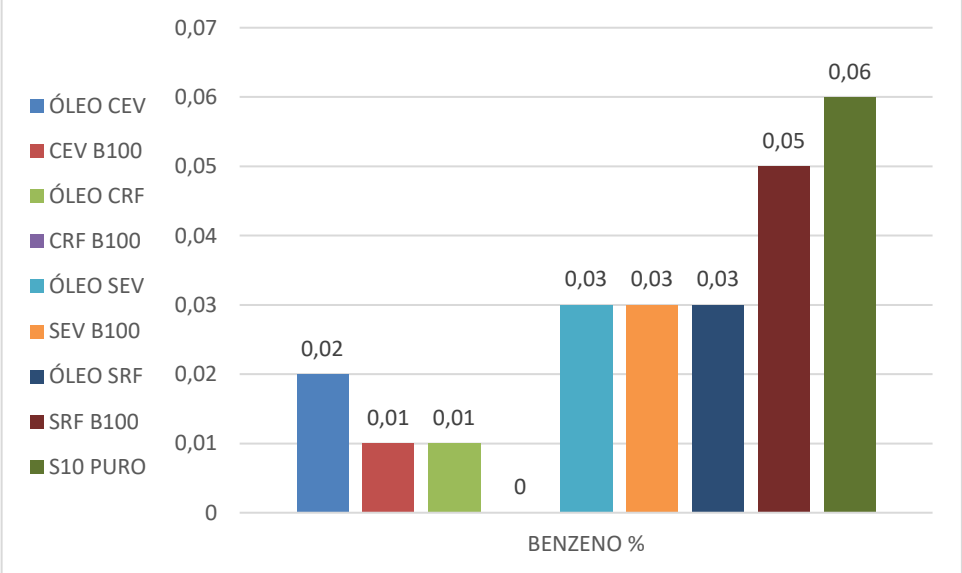


Figura 28: Percentual de benzeno nas amostras.
Fonte: Autor (2024)

Observa-se que tanto o óleo quanto o biodiesel derivado de amostras de canola exibiram percentuais menores de benzeno, com os valores do biodiesel refinado de canola alcançando níveis insignificantes. Por outro lado, as amostras provenientes da soja demonstraram valores intermediários, com o biodiesel refinado de soja aproximando-se dos níveis de benzeno encontrados no diesel S10, que registrou o valor mais elevado. Este aspecto ressalta que o biodiesel obtido da canola apresenta os menores teores de benzeno, uma substância reconhecida como cancerígena (MUELLER; DENNISON; LIU, 2021), em contraposição ao diesel S10, destacando a relevância da adoção de combustíveis renováveis e da seleção cuidadosa da matéria-prima. Em seus resultados, (FERREIRA, 2022) obteve o valor de 0,03 % para o biodiesel de uva, (REIS, 2022) obteve 0,01 % para o biodiesel de

crambe e Nobre et al. (2023) obtiveram 0,01 % para o biodiesel de cártamo, todos figurando entre as matérias primas de menores teores de benzeno dentre as verificadas neste trabalho.

4.1.10 Tolueno

A Figura 29 apresenta o percentual de Tolueno nas amostras.

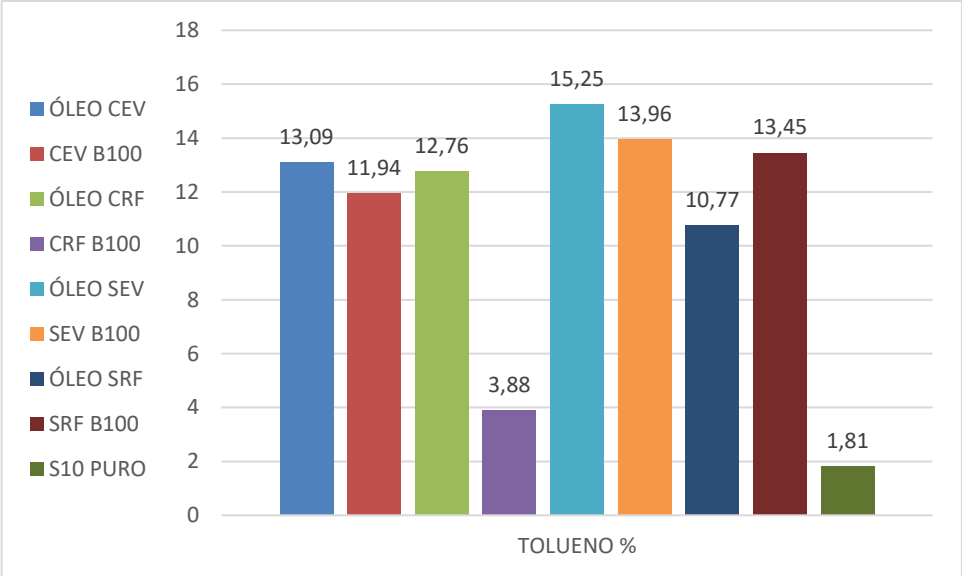


Figura 29: Percentual de tolueno nas amostras.
Fonte: Autor (2024)

Observou-se que o biodiesel de canola extravirgem apresentou uma redução de pelo menos 64% nos teores de tolueno em comparação com as outras amostras de origem vegetal, apesar de ainda apresentar 114% mais tolueno em relação ao diesel S10, e sugere-se um estudo futuro para investigar a causa. Esses valores demonstram que o biodiesel proveniente de fontes vegetais também pode trazer riscos à saúde humana, considerando que foi encontrado maior porcentagem de tolueno mesmo em relação ao diesel mineral. Em seus resultados, (FERREIRA, 2022) obteve o valor de 12,49 % para o biodiesel de uva, (REIS, 2022) obteve 9,36 % para o biodiesel de crambe e Nobre et al. (2023) obtiveram 11,71 % para o biodiesel de cártamo, sendo todos valores condizentes com os deste trabalho, e ressaltando que o biodiesel vegetal irá apresentar normalmente valores superiores de tolueno ao comparar-se com o diesel mineral.

4.1.11 Glicerol

A Figura 30 denota o percentual de glicerol nas amostras.

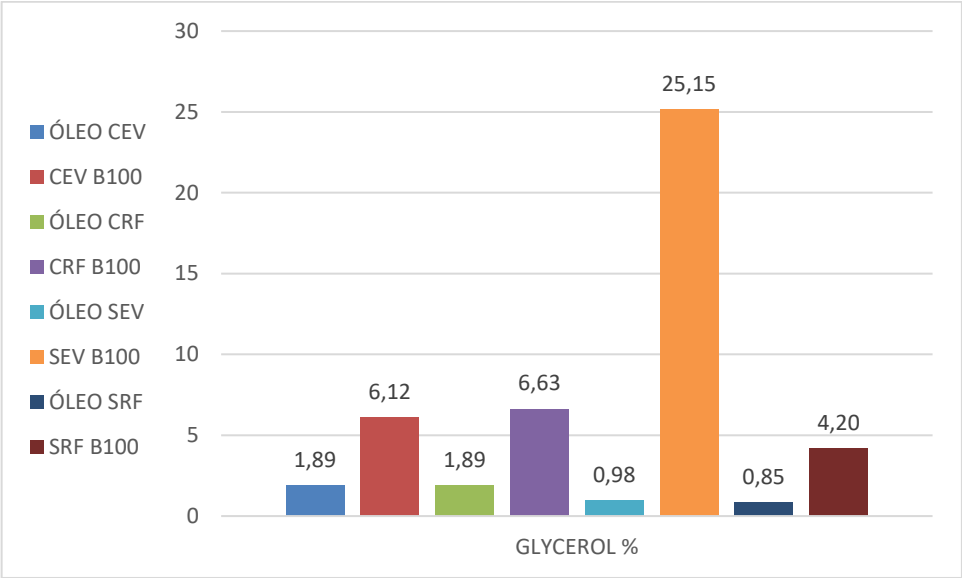


Figura 30: Percentual de glicerol nas amostras.
Fonte: Autor (2024)

Os valores encontram-se entre 0,85 % e 6,63 % de glicerol nas amostras, exceto pelo biodiesel de soja extravirgem, que apresentou 25,15 % de glicerol segundo as análises. Esse valor pode ter ocorrido devido a um processo mal executado de transesterificação, devido ao tempo insuficiente de reação, à evaporação precoce do metanol, devido à temperatura insuficiente, ou a um processo de separação mal executado, já que é desejável o menor percentual possível de glicerol. Considerando que foi seguido o mesmo procedimento para todas as amostras de biodiesel, não se descarta a possibilidade de a análise de laboratório estar errada. Sugere-se estudo futuro para identificar as causas dos altos índices de glicerol nas amostras e ações para mitigar tal problema. Em seus resultados, (FERREIRA, 2022) obteve o valor de 4,72 % para o biodiesel de uva e Nobre et al. (2023) obtiveram 6,15 % para o biodiesel de cártamo, para procedimento de transesterificação bastante similar. Propõe-se investigar as razões pelas quais o biodiesel produzido em laboratório ainda retém resíduos de glicerol, e meios para evitar esses resquícios.

4.1.12 Água por Karl Fischer

A Figura 31 ilustra a quantidade de água em ppm nas amostras.

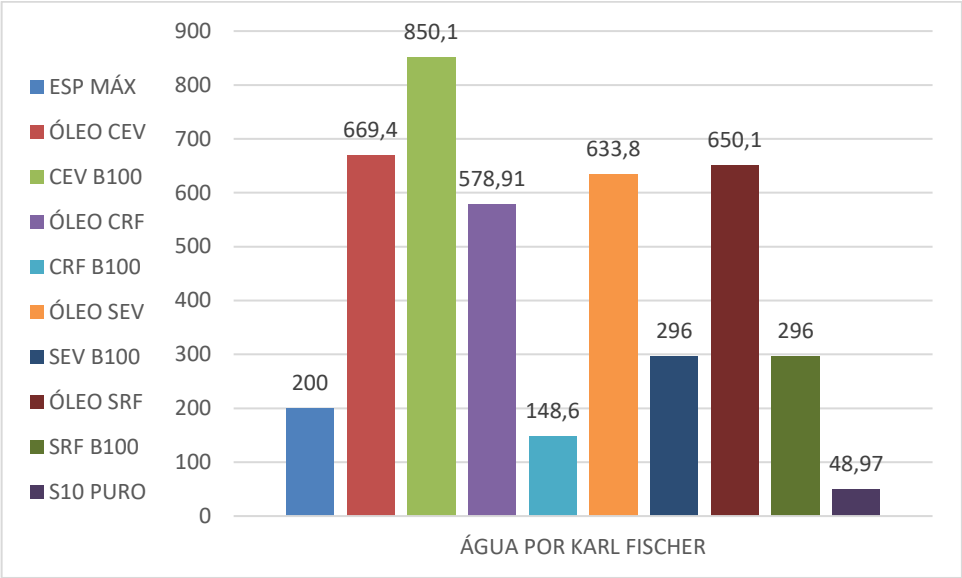


Figura 31: Água (ppm) por Karl Fischer.
Fonte: Autor (2024)

Verificou-se em todas as amostras, exceto no diesel S10 e no biodiesel de canola refinada, teor de água muito superior, 160% a 625% a mais em relação à especificação máxima. O alto teor de água possivelmente seja resultado de um processo de secagem ineficiente, ou então devido ao tempo entre a produção do biodiesel e a realização da análise laboratorial. De todo modo, se indica como estudo futuro identificar as causas do alto teor de água, e formular metodologias para mitigar esse problema. Esses resultados podem interferir em um aumento nos resultados da potência para o diesel S10 e para CRF B100. Em seus resultados, Reis (2022) obteve 591,80 ppm para o biodiesel de crambe, Nobre et al. (2023) obtiveram 1016,2 ppm para o biodiesel de cártamo, ressaltando a ineficácia desse procedimento de transesterificação e secagem para reduzir o teor de água até níveis dentro das especificações.

4.2 Resultados da Queima

4.2.1 Potência instantânea

A primeira carga foi excluída das análises por se tratar de carga de calibração, considerando que para todos os testes de potência instantânea, retornou o valor nulo. Também foi a carga na qual foram realizados os primeiros testes, logo após o reabastecimento com diferentes combustíveis e blendas.

As Tabelas 12, 13, 14, e 15 apresentam os testes ANOVA para as cargas 2, 3, 4, e 5, respectivamente, considerando a variável potência.

Tabela 11: Teste ANOVA da potência instantânea carga 2

FONTE DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADOS MÉDIOS	VALOR F CALCULADO	VALOR F TABELA	DECISÃO
ÓLEOS	3	1,376	0,458	0,363	3,16	aceita H01
BLENDAS	6	1,814	0,302	0,239	2,66	aceita H02
RESIDUOS	18	22,695	1,260			
TOTAL		25,886				

Fonte: Autor (2024)

Tabela 12: Teste ANOVA da potência instantânea carga 3

FONTE DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADOS MÉDIOS	VALOR F CALCULADO	VALOR F TABELA	DECISÃO
ÓLEOS	3	55,695	18,565	0,177	3,16	aceita H01
BLENDAS	6	38,094	6,349	0,060	2,66	aceita H02
RESIDUOS	18	1878,806	104,378			
TOTAL		1972,595				

Fonte: Autor (2024)

Tabela 13: Teste ANOVA da potência instantânea carga 4

FONTE DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADOS MÉDIOS	VALOR F CALCULADO	VALOR F TABELA	DECISÃO
ÓLEOS	3	3,669	1,223	0,065	3,16	aceita H01
BLENDAS	6	20,428	3,404	0,183	2,66	aceita H02
RESIDUOS	18	333,950	18,552			
TOTAL		358,047				

Fonte: Autor (2024)

Tabela 14: Teste ANOVA da potência instantânea carga 5

FONTE DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADOS MÉDIOS	VALOR F CALCULADO	VALOR F TABELA	DECISÃO
ÓLEOS	3	43,470	14,490	0,004	3,16	aceita H01
BLENDAS	6	67,476	11,246	0,003	2,66	aceita H02
RESIDUOS	18	64504,784	3583,599			
TOTAL		64615,730				

Fonte: Autor (2024)

Para todos os valores de potência, em qualquer carga, os valores do teste ANOVA indicaram que não houve diferença significativa, nem entre os biodieseis de canola refinado (CRF), canola extravirgem (CEV), soja refinado (SRF) e soja extravirgem (SEV), nem entre as blendas. A Figura 32 ilustra as médias das repetições, para comparação.

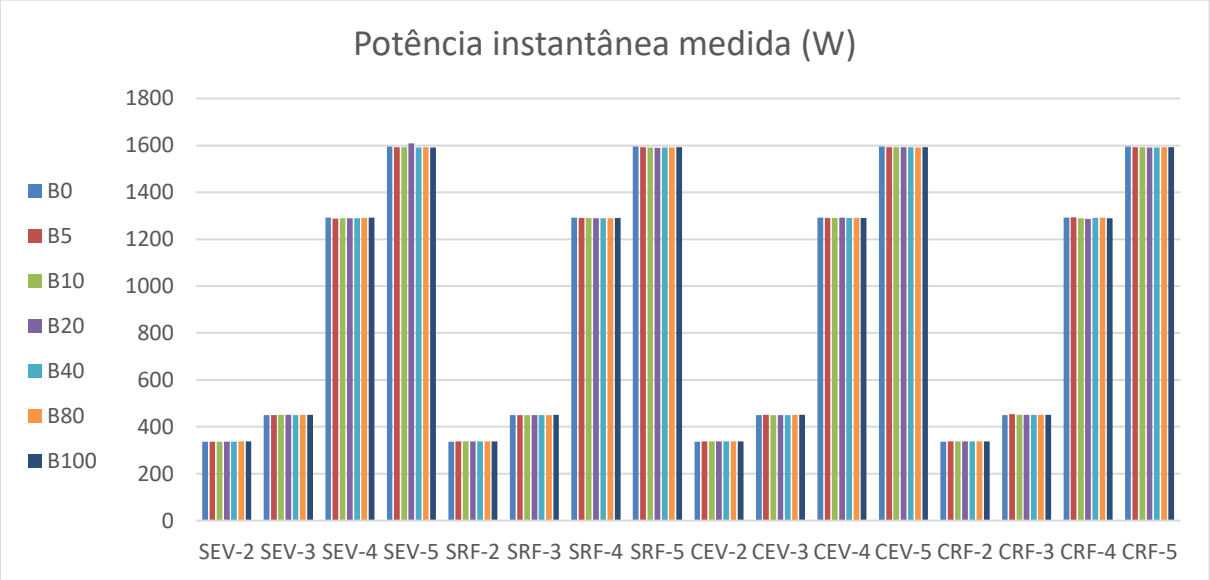


Figura 32: Médias das repetições das potências instantâneas medidas.
Fonte: Autor (2024)

Foi verificado que independentemente do tipo de biodiesel ou da blenda, os valores de potência são similares. Gongora et al. (2022) e Silveira (2021) obtiveram resultados similares, em que as potências instantâneas eram constantes para mesmas cargas, com o diferencial do consumo específico para cada blenda ser diferente. Sugere-se para trabalhos futuros a análise dos diferentes consumos específicos e dos custos de produção do biodiesel a partir de cada matéria prima utilizada neste trabalho.

4.2.2 Hidrocarbonetos

As Tabelas 16, 17, 18, e 19 apresentam os testes ANOVA para as cargas 2, 3, 4, e 5, respectivamente, considerando a variável hidrocarbonetos (HC).

Tabela 15: Teste ANOVA dos hidrocarbonetos para carga 2

FONTE DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADOS MÉDIOS	VALOR F CALCULADO	VALOR F TABELA	DECISÃO
ÓLEOS	3	12,071	4,023	0,185	3,16	aceita H01
BLENDAS	6	2464,953	410,825	18,962	2,66	aceita H12
RESIDUOS	18	389,969	21,664			
TOTAL		2866,993				

Fonte: Autor (2024)

Tabela 16: Teste ANOVA dos hidrocarbonetos para carga 3

FONTE DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADOS MÉDIOS	VALOR F CALCULADO	VALOR F TABELA	DECISÃO
ÓLEOS	3	70,715	23,571	1,636	3,16	aceita H01
BLENDAS	6	1267,558	211,259	14,671	2,66	aceita H12
RESIDUOS	18	259,196	14,399			
TOTAL		1597,470				

Fonte: Autor (2024)

Tabela 17: Teste ANOVA dos hidrocarbonetos para carga 4

FONTE DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADOS MÉDIOS	VALOR F CALCULADO	VALOR F TABELA	DECISÃO
ÓLEOS	3	70,715	23,571	1,160	3,16	aceita H01
BLENDAS	6	236,370	39,395	1,939	2,66	aceita H02
RESIDUOS	18	365,661	20,314			
TOTAL		672,747				

Fonte: Autor (2024)

Tabela 18: Teste ANOVA dos hidrocarbonetos para carga 5

FONTE DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADOS MÉDIOS	VALOR F CALCULADO	VALOR F TABELA	DECISÃO
ÓLEOS	3	15,696	5,232	0,327	3,16	aceita H01
BLENDAS	6	114,464	19,077	1,192	2,66	aceita H02
RESIDUOS	18	287,859	15,992			
TOTAL		418,020				

Fonte: Autor (2024)

Para as cargas 2 e 3, não se rejeitou a hipótese H_{12} de que há diferença entre as blendas quanto às emissões de hidrocarbonetos. Realizou-se o teste de Tukey, os resultados para a carga 2 são apresentados na Tabela 20, e para a carga 3, na Tabela 21.

Tabela 19: Grupos formados a partir do Teste Tukey para HC na carga 2, fator blenda

Blenda	Média	Grupo
B0	43,75	a
B5	19,13	b
B10	22,19	b
B20	19,31	b
B40	17,94	b
B80	15,06	b
B100	14,00	b

Fonte: Autor (2024)

Tabela 20: Grupos formados a partir do Teste Tukey para HC na carga 3, fator blenda

Blenda	Média	Grupo
B0	34,25	a
B5	18,75	b
B10	20,25	b
B20	16,93	b
B40	15,75	b
B80	13,62	b
B100	12,75	b

Fonte: Autor (2024)

Verificou-se que para as cargas 2 e 3, apenas os valores de B0 apresentaram diferença significativa, pelo teste de Tukey a 5% de significância. Isso demonstra que, mesmo ao adicionar uma pequena quantidade de biodiesel ao diesel puro, as emissões de hidrocarbonetos são significativamente reduzidas. Porém, a quantidade de biodiesel na mistura não altera as emissões, a partir de 5% de biodiesel. Sugere-se para estudos futuros o motivo desse efeito, e a partir de qual porcentagem de biodiesel que ocorre essa diferença. O gráfico comparativo pode ser visto na Figura 33.

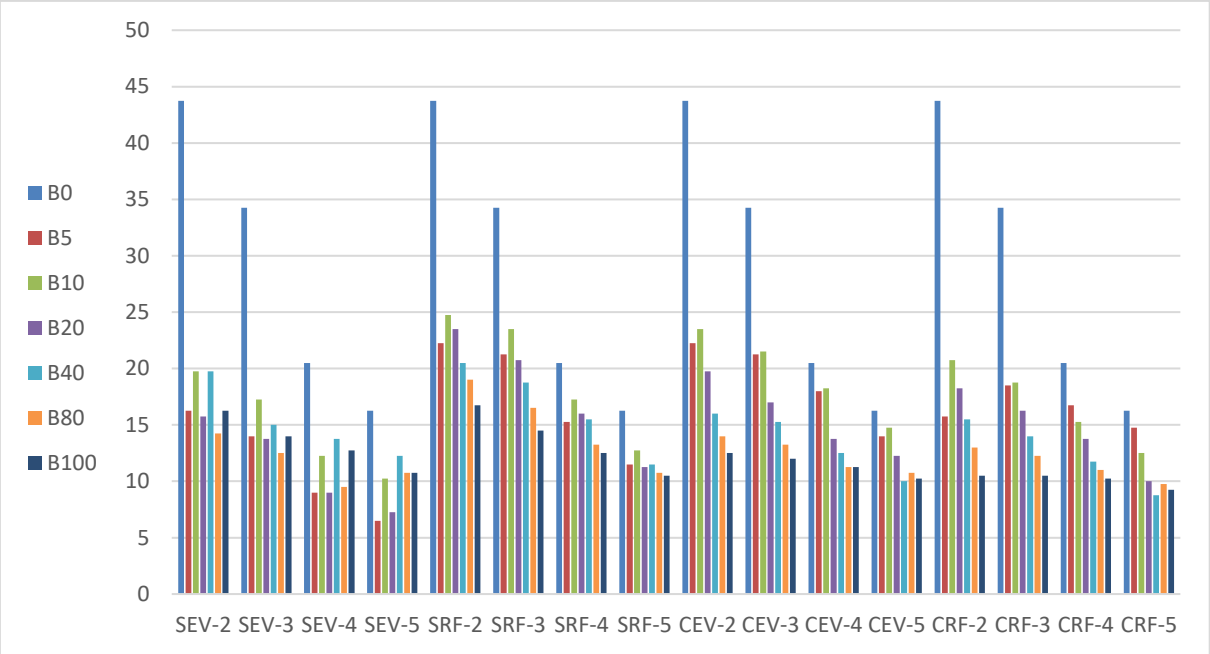


Figura 33: Emissões de hidrocarbonetos, em ppm.
Fonte: Autor (2024)

Verificou-se ainda que, independentemente da matéria-prima vegetal do biodiesel, as emissões de hidrocarbonetos são similares.

Simsek (2020) também obteve reduções nas emissões de hidrocarbonetos ao misturar biodiesel ao diesel mineral, porém, as reduções foram proporcionais à porcentagem de biodiesel, diferentemente deste trabalho, em que a partir de 5% de biodiesel na mistura, já apresentou reduções drásticas de hidrocarbonetos, porém, similares a 100% de biodiesel.

4.2.3 Óxidos de Nitrogênio

As Tabelas 22, 23, 24, e 25 apresentam os testes ANOVA para as cargas 2, 3, 4, e 5, respectivamente, considerando a variável NOX (óxidos de nitrogênio).

Tabela 21: Teste ANOVA dos óxidos de nitrogênio para carga 2

FONTE DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADOS MÉDIOS	VALOR F CALCULADO	VALOR F TABELA	DECISÃO
ÓLEOS	3	939,560	313,186	4,633	3,16	aceita H11
BLENDAS	6	1741,888	290,314	4,294	2,66	aceita H12
RESIDUOS	18	1216,733	67,596			
TOTAL		3898,182				

Fonte: Autor (2024)

Tabela 22: Teste ANOVA dos óxidos de nitrogênio para carga 3

FONTE DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADOS MÉDIOS	VALOR F CALCULADO	VALOR F TABELA	DECISÃO
ÓLEOS	3	3528,899	1176,299	4,840	3,16	aceita H11
BLENDAS	6	2016,513	336,085	1,383	2,66	aceita H02
RESIDUOS	18	4374,128	243,007			
TOTAL		9919,541				

Fonte: Autor (2024)

Tabela 23: Teste ANOVA dos óxidos de nitrogênio para carga 4

FONTE DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADOS MÉDIOS	VALOR F CALCULADO	VALOR F TABELA	DECISÃO
ÓLEOS	3	4359,410	1453,136	14,261	3,16	aceita H11
BLENDAS	6	4670,960	778,493	7,640	2,66	aceita H12
RESIDUOS	18	1834,082	101,893			
TOTAL		10864,452				

Fonte: Autor (2024)

Tabela 24: Teste ANOVA dos óxidos de nitrogênio para carga 5

FONTE DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADOS MÉDIOS	VALOR F CALCULADO	VALOR F TABELA	DECISÃO
ÓLEOS	3	5515,453	1838,484	9,475	3,16	aceita H11
BLENDAS	6	11557,187	1926,197	9,927	2,66	aceita H12
RESIDUOS	18	3492,606	194,033			
TOTAL		20565,247				

Fonte: Autor (2024)

Exceto para o fator blendas na carga 3, o teste ANOVA a 5% de significância apontou diferenças para todos os blocos e tratamentos. Procedeu-se ao teste de Tukey a 5% de significância. As Tabelas 26, 27, e 28 apresentam os grupos para o fator blendas, nas cargas 2, 4 e 5, respectivamente.

Tabela 25: Grupos formados a partir do Teste Tukey para NOX na carga 2, fator blenda

Blenda	Média	Grupo
b0	44,50	a
b5	23,50	b
b10	19,88	b
b20	21,75	b
b40	20,81	b
b80	25,00	b
b100	23,88	b

Fonte: Autor (2024)

Tabela 26: Grupos formados a partir do Teste Tukey para NOX na carga 4, fator blenda

Blenda	Média	Grupo
b0	97,00	a
b5	65,50	b
b10	59,19	b
b20	59,75	b
b40	58,13	b
b80	59,13	b
b100	62,56	b

Fonte: Autor (2024)

Tabela 27: Grupos formados a partir do Teste Tukey para NOX na carga 5, fator blenda

Blenda	Média	Grupo
b0	138,25	a
b5	87,69	b
b10	81,19	b
b20	75,25	b
b40	81,94	b
b80	79,63	b
b100	80,38	b

Fonte: Autor (2024)

Similar ao que aconteceu com os hidrocarbonetos, apesar de verificar esse efeito em diferentes cargas, as emissões de NOX são significativamente reduzidas já a partir de 5% de biodiesel (31,6%), e para misturas maiores, não se verifica mais diferença estatisticamente significativa. Sugere-se como pesquisa futura, analogamente aos hidrocarbonetos, seja estudado a partir de qual porcentagem exatamente há esse efeito de redução de emissões.

Quanto às comparações entre os diferentes biodieseis, as Tabelas 29, 30, 31, e 32 apresentam os grupos para os diferentes valores de NOX, segundo o teste de Tukey a 5% de significância, para as cargas 2, 3, 4 e 5, respectivamente.

Tabela 28: Grupos formados a partir do Teste Tukey para NOX na carga 2, fator biodiesel

Biodiesel	Média	Grupo
SEV	35,54	a
SRF	21,43	a
CEV	21,79	a
CRF	23,71	a

Fonte: Autor (2024)

Tabela 29: Grupos formados a partir do Teste Tukey para NOX na carga 3, fator biodiesel

Biodiesel	Média	Grupo
SEV	41,29	a
SRF	25,75	a
CEV	26,46	a
CRF	27,96	a

Fonte: Autor (2024)

Tabela 30: Grupos formados a partir do Teste Tukey para NOX na carga 4, fator biodiesel

Biodiesel	Média	Grupo
SEV	87,25	a
SRF	58,57	b
CEV	56,17	b
CRF	61,57	b

Fonte: Autor (2024)

Tabela 31: Grupos formados a partir do Teste Tukey para NOX na carga 5, fator biodiesel

Biodiesel	Média	Grupo
SEV	112,92	a
SRF	82,60	ab
CEV	76,50	b
CRF	84,71	ab

Fonte: Autor (2024)

Para as cargas 2 e 3, o teste de Tukey a 5% de significância não encontrou diferenças significativas. Para a carga 4, as emissões de NOX foram maiores para o biodiesel de soja extravirgem. Na carga 5, o biodiesel de soja extravirgem mostrou emitir mais NOX que o biodiesel de canola extravirgem, porém ambos foram considerados estatisticamente iguais aos outros dois biodieseis. Um panorama geral das emissões de NOX pode ser visto na Figura 34.

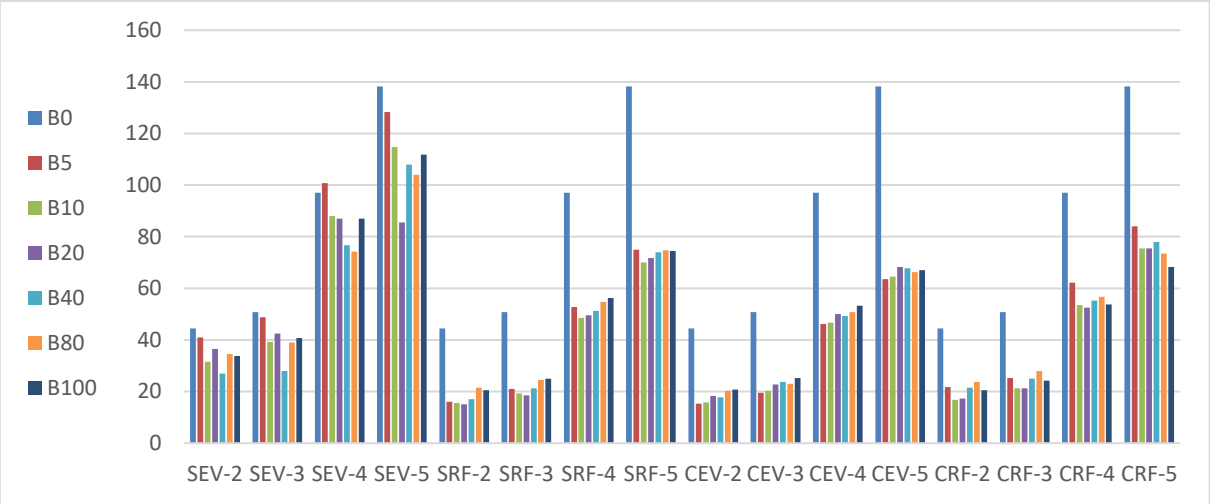


Figura 34: Emissões de NOX, em ppm
Fonte: Autor (2024)

Gongora et al. (2022) observou comportamento oposto para as blendas utilizando biodiesel de cártamo, em que ao misturar biodiesel ao óleo mineral, há a tendência do aumento emissões de NOX. Apenas em alguns casos, o diesel mineral apresentou maiores emissões de NOX que algumas blendas com o biodiesel de cártamo. Os autores afirmam ainda que é esperado que o biodiesel apresente emissões maiores de NOX devido ao seu ponto de fulgor mais alto.

Silveira (2021), utilizando biodiesel de canola extravirgem, obteve resultados similares ao estudo de (GONGORA et al., 2022), e opostos a este trabalho. Foi encontrado um leve aumento nas emissões de NOX ao utilizar blendas de biodiesel em relação ao diesel puro.

Santos (2023) obteve resultados similares a este trabalho, obtendo também a redução de NOX nas blendas de biodiesel de gergelim em relação ao diesel mineral puro. A autora argumenta que as emissões de NOX são proporcionais também à temperatura do biodiesel e à quantidade de oxigênio nele presente, fatores que podem ter influenciado os diferentes resultados dos outros autores.

Ao comparar em valores absolutos, em relação a este trabalho, os trabalhos de Gongora et al. (2022) e Silveira (2021) apresentaram valores similares para o diesel mineral S10, porém, seus biodieseis apresentaram valores mais elevados de emissões de NOX, enquanto neste trabalho, os resultados foram consideravelmente menores. É possível que esses resultados tenham sido diferentes porque este trabalho utilizou uma sonda de gases nova, que era limpa após cada amostra.

Sugere-se para trabalhos futuros a investigação do fator NOX em diferentes matérias-primas de biodiesel, e se há de fato uma tendência.

4.2.4 Monóxido de Carbono

As Tabelas 33, 34, 35, e 36 apresentam os testes ANOVA para as cargas 2, 3, 4, e 5, respectivamente, considerando a variável monóxido de carbono (CO).

Tabela 32: Teste ANOVA do monóxido de carbono para carga 2

FONTE DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADOS MÉDIOS	VALOR F CALCULADO	VALOR F TABELA	DECISÃO
ÓLEOS	3	0,001	0,0005	1,993	3,16	aceita H01
BLENDAS	6	0,009	0,0015	6,217	2,66	aceita H12
RESIDUOS	18	0,004	0,0002			
TOTAL		0,015				

Fonte: Autor (2024)

Tabela 33: Teste ANOVA do monóxido de carbono para carga 3

FONTE DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADOS MÉDIOS	VALOR F CALCULADO	VALOR F TABELA	DECISÃO
ÓLEOS	3	0,001	0,0004	3,239	3,16	aceita H11
BLENDAS	6	0,009	0,0015	11,552	2,66	aceita H12
RESIDUOS	18	0,002	0,0001			
TOTAL		0,013				

Fonte: Autor (2024)

Tabela 34: Teste ANOVA do monóxido de carbono para carga 4

FONTE DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADOS MÉDIOS	VALOR F CALCULADO	VALOR F TABELA	DECISÃO
ÓLEOS	3	0,0005	0,0001	2,200	3,16	aceita H01
BLENDAS	6	0,0037	0,0006	7,127	2,66	aceita H12
RESIDUOS	18	0,0015	8,723E-05			
TOTAL		0,0058				

Fonte: Autor (2024)

Tabela 35: Teste ANOVA do monóxido de carbono para carga 5

FONTE DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADOS MÉDIOS	VALOR F CALCULADO	VALOR F TABELA	DECISÃO
ÓLEOS	3	0,0002	8,8914E-05	0,551	3,16	aceita H01
BLENDAS	6	0,0045	0,0007	4,696	2,66	aceita H12
RESIDUOS	18	0,0029	0,0001			
TOTAL		0,0077				

Fonte: Autor (2024)

Para o fator óleos, o teste ANOVA a 5% de significância não rejeitou a hipótese alternativa H_{12} na carga 3. Já no fator blendas, o teste ANOVA não rejeitou a hipótese alternativa em nenhuma amostra. Procedeu-se então aos testes de Tukey para encontrar onde há as diferenças. As Tabelas 37, 38 39, e 40 apresentam os grupos para o fator óleos, nas cargas 2, 3, 4 e 5, respectivamente.

Tabela 36: Grupos formados a partir do Teste Tukey para CO na carga 2, fator blenda

Blenda	Média	Grupo
b0	0,12	a
b5	0,10	ab
b10	0,09	ab
b20	0,09	ab
b40	0,07	b
b80	0,06	b
b100	0,06	b

Fonte: Autor (2024)

Tabela 37: Grupos formados a partir do Teste Tukey para CO na carga 3, fator blenda

Blenda	Média	Grupo
b0	0,110	a
b5	0,094	ab
b10	0,086	abc
b20	0,082	bcd
b40	0,068	bcde
b80	0,059	de
b100	0,055	e

Fonte: Autor (2024)

Tabela 38: Grupos formados a partir do Teste Tukey para CO na carga 4, fator blenda

Blenda	Média	Grupo
b0	0,073	a
b5	0,061	abc
b10	0,058	abc
b20	0,055	abc
b40	0,044	bc
b80	0,040	bc
b100	0,038	c

Fonte: Autor (2024)

Tabela 39: Grupos formados a partir do Teste Tukey para CO na carga 5, fator blenda

Blenda	Média	Grupo
b0	0,070	a
b5	0,049	ab
b10	0,044	ab
b20	0,043	ab
b40	0,038	b
b80	0,033	b
b100	0,033	b

Fonte: Autor (2024)

Todas as cargas apresentaram reduções incrementais nas emissões de monóxido de carbono ao aumentar a quantidade de biodiesel na mistura, e de modo geral, essas reduções deixavam de ser estatisticamente significantes a partir de 40% de biodiesel na mistura. Para as cargas 2 e 5, a partir de 5% de biodiesel, já se apresentam valores estatisticamente iguais aos valores apresentados para 100% de biodiesel. Esse comportamento é similar ao que ocorreu com o NOX e HC.

No fator óleos, apenas para a carga 3 o teste ANOVA não rejeitou H_{02}. A Tabela 41 demonstra os resultados do teste de Tukey a 5% de significância.

Tabela 40: Grupos formados a partir do Teste Tukey para CO na carga 3, fator biodiesel

Biodiesel	Média	Grupo
SEV	0,083	a
SRF	0,088	a
CEV	0,070	a
CRF	0,075	a

Fonte: Autor (2024)

O teste de Tukey a 5% de significância não indicou nenhuma diferença mínima significativa entre os fatores. É possível que tenha ocorrido um erro tipo 1, em que se rejeita falsamente a hipótese nula no teste ANOVA, ou um erro tipo 2 no teste de Tukey, em que não é rejeitada a hipótese nula quando é falsa, visto que ambos os testes possuem 5% de significância. De todo modo, para o fator monóxido de carbono, não se verificou nenhuma diferença estatística significativa quanto o tipo de biodiesel. Um panorama geral das emissões de CO pode ser visto na Figura 35.

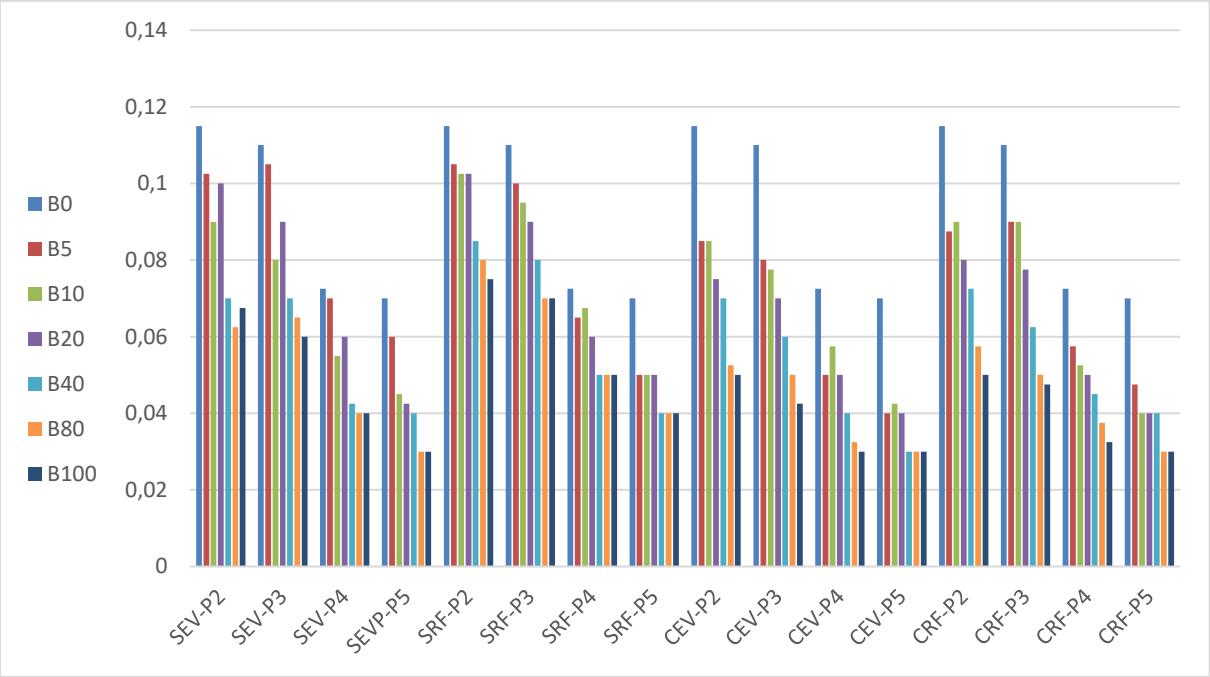


Figura 35: Emissões de CO, em %.
Fonte: Autor (2024)

Simsek (2020) e Gongora et al. (2022) chegaram a resultados similares, em que, utilizando cargas similares, para cargas menores, equivalentes às cargas 2 e 3, as diferenças de emissões foram pequenas entre as blendas, e para cargas maiores, equivalentes às cargas 4 e 5, o diesel S10 puro emite consideravelmente mais monóxido de carbono que as blendas de biodiesel.

Somente em sua carga mais baixa, Silveira (2021) obteve resultados significativamente diferentes em B5, em que emitia mais CO que até mesmo o diesel puro. Para todas as outras cargas ou blendas analisadas, os resultados foram similares aos deste trabalho.

Santos (2023) obteve resultados contrários, e argumenta que isso se deve principalmente ao conteúdo de oxigênio, de carbono e eficiência da combustão, e com menor disponibilidade de oxigênio, a combustão será incompleta, e haverá o aumento das emissões de CO.

4.2.5 Dióxido de Carbono

As Tabelas 42, 43, 44, e 45 apresentam os testes ANOVA para as cargas 2, 3, 4, e 5, respectivamente, considerando a variável dióxido de carbono (CO_2).

Tabela 41: Teste ANOVA do dióxido de carbono para carga 2

FONTE DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADOS MÉDIOS	VALOR F CALCULADO	VALOR F TABELA	DECISÃO
ÓLEOS	3	0,313	0,104	6,702	3,16	aceita H11
BLENDAS	6	0,177	0,029	1,897	2,66	aceita H02
RESIDUOS	18	0,280	0,015			
TOTAL		0,770				

Fonte: Autor (2024)

Tabela 42: Teste ANOVA do dióxido de carbono para carga 3

FONTE DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADOS MÉDIOS	VALOR F CALCULADO	VALOR F TABELA	DECISÃO
ÓLEOS	3	0,225	0,075	5,540	3,16	aceita H11
BLENDAS	6	0,097	0,016	1,197	2,66	aceita H02
RESIDUOS	18	0,243	0,013			
TOTAL		0,566				

Fonte: Autor (2024)

Tabela 43: Teste ANOVA do dióxido de carbono para carga 4

FONTE DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADOS MÉDIOS	VALOR F CALCULADO	VALOR F TABELA	DECISÃO
ÓLEOS	3	0,454	0,151	8,543	3,16	aceita H11
BLENDAS	6	0,181	0,030	1,708	2,66	aceita H02
RESIDUOS	18	0,319	0,017			
TOTAL		0,955				

Fonte: Autor (2024)

Tabela 44: Teste ANOVA do dióxido de carbono para carga 5

FONTE DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADOS MÉDIOS	VALOR F CALCULADO	VALOR F TABELA	DECISÃO
ÓLEOS	3	0,638	0,212	2,102	3,16	aceita H01
BLENDAS	6	0,097	0,016	0,160	2,66	aceita H02
RESIDUOS	18	1,822	0,101			
TOTAL		2,559				

Fonte: Autor (2024)

Diferente das outras variáveis de emissões gasosas analisadas, para o dióxido de carbono, o teste ANOVA não rejeitou a hipótese nula H_{02} para o fator blenda em nenhuma das cargas, ou seja, não indicou diferença significativa para esse fator. Já para as cargas 2, 3 e 4, o teste ANOVA não rejeitou a hipótese alternativa H_{11} para o fator óleo. Procedeu-se ao teste de Tukey a 5% de significância, e as Tabelas 46, 47, e 48 indicam a carga 2, 3 e 4 respectivamente.

Tabela 45: Grupos formados a partir do Teste Tukey para CO_2 na carga 2, fator biodiesel

Biodiesel	Média	Grupo
SEV	3,27142857	a
SRF	3,01071429	b
CEV	3,03928571	b
CRF	3,17857143	ab

Fonte: Autor (2024)

Tabela 46: Grupos formados a partir do Teste Tukey para CO_2 na carga 3, fator biodiesel

Biodiesel	Média	Grupo
SEV	3,425	a
SRF	3,21071429	b
CEV	3,21785714	ab
CRF	3,34285714	ab

Fonte: Autor (2024)

Tabela 47: Grupos formados a partir do Teste Tukey para CO_2 na carga 4, fator biodiesel

Biodiesel	Média	Grupo
SEV	4,81428571	a
SRF	4,54285714	b
CEV	4,52857143	b
CRF	4,76071429	ab

Fonte: Autor (2024)

De modo geral, os testes apresentaram diferenças significativas para o fator óleos, sendo o biodiesel de soja extravirgem o que mais teve emissões de dióxido de carbono, seguido pelo biodiesel de canola refinado, e os que demonstraram menores emissões foram os biodieseis de soja refinado e canola extravirgem. O biodiesel de soja extravirgem apresentou 6,78% mais emissões de dióxido de carbono que o biodiesel de soja refinada, sendo essa a maior diferença percentual entre as médias. Um panorama geral das emissões de CO_2 pode ser visto na Figura 36.

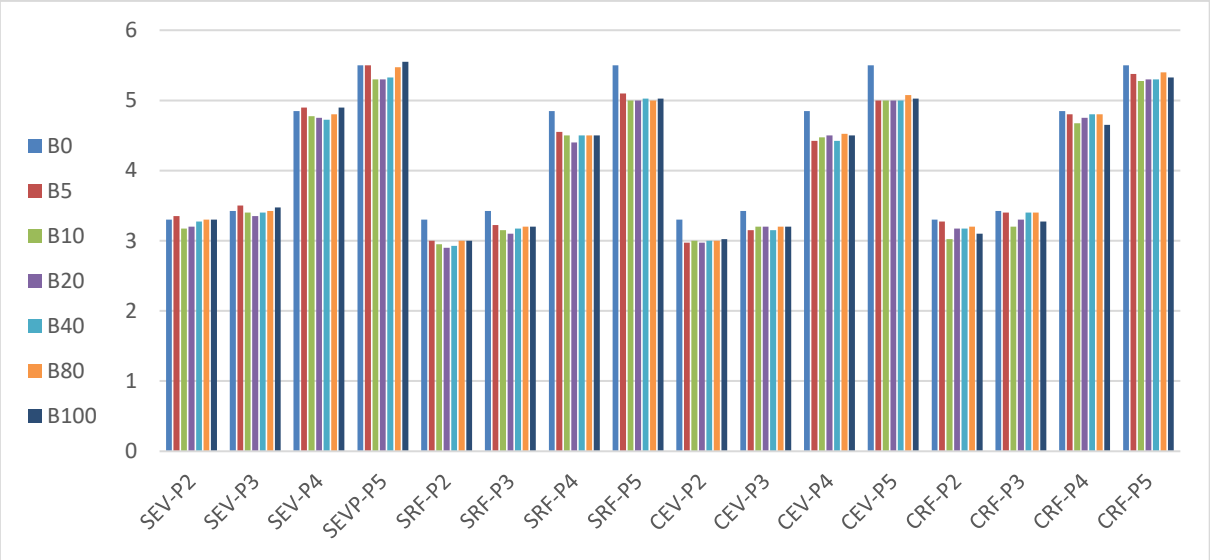


Figura 36: Emissões de CO_2, em %.
Fonte: Autor (2024)

Silveira (2021) e Simsek (2020) obtiveram resultados similares, ou seja, não encontraram diferenças significativas para diferentes blendas quanto às emissões de dióxido de carbono, enquanto Gongora et al. (2022) e Santos (2023) admitem existir maiores emissões de CO_2 para teores maiores de biodiesel.

Entretanto, Santos (2023) e Simsek (2020) afirmam que o dióxido de carbono emitido pelo biodiesel é menos prejudicial ao meio ambiente, pois participa do ciclo do carbono. Isso significa que o carbono liberado pelo biodiesel é o mesmo que foi absorvido pelas plantas durante a fotossíntese, plantas essas que são utilizadas como matéria-prima para a produção de biodiesel. Em contrapartida, o diesel derivado de fontes fósseis introduz na atmosfera carbono que estava sequestrado no subsolo por milênios, aumentando assim a concentração de gases de efeito estufa de forma não natural.

5 CONCLUSÕES

As caracterizações físico-químicas apresentaram resultados similares entre os diferentes óleos, e entre os diferentes biodieseis. Os óleos apresentaram valores em média 8% maiores para massa específica em relação aos biodieseis. Os biodieseis, por sua vez, apresentaram valores de massa específica em média 3% maiores que a especificação. Os pontos de fulgor dos óleos e biodieseis vegetais foram todos muito superiores aos do diesel mineral, chegando a 142 °C de diferença.

Os pontos de congelamento dos óleos e biodieseis foram um pouco maiores que o ponto de congelamento do diesel S10, até 6 °C a mais. Os biodieseis de canola mostraram possuir ponto de congelamento inferior aos biodieseis de soja, em média 4 °C mais baixos, sendo os de canola mais propícios para a utilização em regiões frias, onde pode haver o congelamento do combustível.

A viscosidade de todos os óleos foi muito superior à viscosidade dos biodieseis (aproximadamente 900 %) e do diesel S10 (aproximadamente 1560 %), fator que torna o biodiesel mais propício à queima em motores em relação aos óleos. Os biodieseis mostraram ter viscosidade superior à do diesel S10.

O fator que mais diferenciou os óleos e biodieseis extravirgens dos óleos e biodieseis de óleos refinados foi o teor de ésteres. Os extravirgens apresentaram teores próximos a 95 %, enquanto os refinados apresentaram teores entre 20 % e 29 %. Esse fator sugere que os óleos extravirgens tem maior qualidade que os óleos refinados, porém, neste trabalho, isso não se refletiu em maiores potências. Sugere-se para trabalhos futuros que seja feita uma comparação entre os fatores extravirgem e refinado quanto ao consumo específico.

Os aromáticos totais foram bastante similares para os biodieseis, exceto para o óleo de soja refinado, que apresentou valores mais altos (aumento de 190 %) em relação aos outros de origem vegetal, e o biodiesel de soja refinado, que apresentou teor zero de aromáticos. O diesel S10 apresentou o maior percentual de aromáticos totais dentre todas as amostras neste trabalho, até 260 % a mais.

Os resultados para as olefinas totais foram bastante similares entre si dentre os produtos vegetais, e o diesel S10 apresentou valor até 88,8 % inferior.

O percentual de benzeno variou de 0 a 0,06, figurando o diesel S10 com o maior valor, e o biodiesel de soja refinado apresentando valor próximo.

Quanto ao percentual de tolueno, as amostras de matéria prima vegetal apresentaram valores próximos entre si, excetuando o biodiesel de canola refinado, que apresentou valor aproximadamente 75 % inferior aos outros, excetuando o mineral. O diesel S10 apresentou o menor valor percentual de tolueno, sendo aproximadamente 53 % menor que o valor do biodiesel de canola refinado e 88,13 % menor em relação ao óleo de canola extravirgem.

No geral, para as amostras de origem vegetal, os valores do percentual de glicerol estão entre 6,63 e 0,849. Entretanto, o biodiesel de soja extravirgem apresentou 25,15 % de glicerol, valor que se acredita ser um erro do laboratório que realizou a análise.

Ao verificar os valores de água presente nas amostras pelo método de Karl Fischer, todas as amostras, excetuando-se o biodiesel de canola refinado e o diesel S10, apresentaram valores muito superiores aos da especificação, com o biodiesel de canola extravirgem chegando a 325 % a mais que a especificação.

Os valores de potência apresentaram variações significativas apenas quanto ao fator das cargas, porém entre as diferentes matérias primas, não houve significância. Sugere-se para trabalhos futuros analisar a eficiência das diferentes matérias primas pelo quesito de consumo específico por energia gerada. Mesmo para o biodiesel B100, o motor funcionou corretamente e com as mesmas potências.

As emissões de hidrocarbonetos e de óxidos nitrosos foram consideravelmente reduzidas mesmo para as menores blendas de biodiesel (B5) em relação ao diesel S10. A partir de 5% de biodiesel, as diferenças de emissões de hidrocarbonetos ou de óxidos nitrosos não foram mais tão significantes. As emissões de monóxido de carbono foram incrementalmente reduzidas para as blendas de 0 a 40 % de biodiesel, e para 80 e 100 % apresentaram valores similares aos de 40 %. Isso ressalta a importância ambiental da adição de biodiesel no diesel mineral, mesmo em pequenas porcentagens, para a redução de emissões de poluentes.

O dióxido de carbono não apresentou diferenças significativas de emissão nem para as diferentes blendas, nem para os diferentes óleos. Contudo, o biodiesel proveniente de fontes vegetais é menos nocivo ao meio ambiente, pois apenas retorna à atmosfera o dióxido de carbono que foi absorvido pelas plantas ao longo de seu crescimento, diferentemente do diesel de origem mineral.

Este estudo não identificou diferenças extremamente proeminentes entre os diversos óleos vegetais, sejam eles de soja ou canola, refinados ou extravirgens, bem como entre os diferentes tipos de biodiesel. As variações encontradas foram, em sua maioria, incrementais. A única exceção notável foi o teor de ésteres, que apresentou uma distinção significativa ao comparar óleos extravirgens com refinados. As discrepâncias mais marcantes foram observadas entre o diesel S10 puro e as misturas de biodiesel, mesmo com apenas 5% de biodiesel na composição.

6 REFERÊNCIAS

ABOUL-ATTA, Tarek Abdel Latif; RASHED, Rania Hamed. Analyzing the relationship between sustainable development indicators and renewable energy consumption. **Journal of Engineering and Applied Science**, *[S. l.]*, v. 68, n. 1, 2021. DOI: 10.1186/s44147-021-00041-9.

AGRAWAL, Brahma Nand; SINHA, Shailendra; KUZMIN, Andrey V.; PINCHUK, Valeriya A. Effect of vegetable oil share on combustion characteristics and thermal efficiency of diesel engine fueled with different blends. **Thermal Science and Engineering Progress**, *[S. l.]*, v. 14, p. 100404, 2019. DOI: 10.1016/j.tsep.2019.100404.

AI, Yi et al. Study on the control targets and measures for total diesel consumption from mobile sources in Beijing, China. **Frontiers in Environmental Science**, *[S. l.]*, v. 10, 2022. DOI: 10.3389/fenvs.2022.1068861.

ANP. **Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**. 2023. Disponível em: https://www.gov.br/anp/pt-br. Acesso em: 1 ago. 2023.

ASSIS, Raissa Macedo; MACHADO, Carla Gomes; CRUZ, Simério Carlos Silva; SIVA, Givanildo Zildo Da; BRAZ, Magno Gonçalves; SILVA, Ingrid Maressa Hungria de Lima e. Alternative method of sowing canola hybrids using adhesive tape. **Revista Ceres**, *[S. l.]*, v. 66, n. 6, p. 479–485, 2019. DOI: 10.1590/0034-737x201966060009.

BANERJEE, Rajabrata; MISHRA, Vinod; MARUTA, Admasu Asfaw. Energy poverty, health and education outcomes: Evidence from the developing world. **Energy Economics**, *[S. l.]*, v. 101, p. 105447, 2021. DOI: 10.1016/j.eneco.2021.105447.

BRANCO. **Branco Motores**. 2019. Disponível em: https://www.branco.com.br/la/pt_br/home.html. Acesso em: 1 ago. 2023.

CCGA. **Canadian Canola Growers Association**. 2022. Disponível em: https://www.ccga.ca/about. Acesso em: 1 ago. 2023.

CERRI, Carlos Eduardo Pellegrino et al. Assessing the greenhouse gas emissions of Brazilian soybean biodiesel production. **PLOS ONE**, *[S. l.]*, v. 12, n. 5, p. e0176948, 2017. a. DOI: 10.1371/journal.pone.0176948.

CHMIELEWSKA, Anna; KOZŁOWSKA, Magdalena; RACHWAŁ, Danuta; WNUKOWSKI, Piotr; AMAROWICZ, Ryszard; NEBESNY, Ewa; ROSICKA-KACZMAREK, Justyna. Canola/rapeseed protein – nutritional value, functionality and food application: a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, *[S. l.]*, v. 61, n. 22, p. 3836–3856, 2021. DOI: 10.1080/10408398.2020.1809342.

CHONG, Cheng Tung; LOE, Ting Yu; WONG, Kang Yao; ASHOKKUMAR, Veeramuthu; LAM, Su Shiung; CHONG, Wen Tong; BORRION, Aiduan; TIAN, Bo;

NG, Jo Han. Biodiesel sustainability: The global impact of potential biodiesel production on the energy–water–food (EWF) nexus. **Environmental Technology & Innovation**, *[S. l.]*, v. 22, p. 101408, 2021. DOI: 10.1016/J.ETI.2021.101408. Acesso em: 3 maio. 2024.

CNPE. 2024. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/cnpe-aprova-aumento-da-mistura-do-biodiesel-ao-diesel. Acesso em: 3 maio. 2024.

EDMAR SOARES DE VASCONCELOS. **Estatística experimental: Análise de tratamentos qualitativos**. 1. ed. Cascavel. v. 1

EMBRAPA. **Canola**. 2014. Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/canola/. Acesso em: 1 ago. 2023.

EPE. **Balanço Energético Nacional Relatório Síntese 2023**. 2023. Disponível em: https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2023. Acesso em: 1 ago. 2023.

Eurolume. 2024. Disponível em: https://www.eurolume.com.br/MLB-1153916430-maquina-de-extraco-de-oleo-de-semente-de-coco-amendoim-_JM. Acesso em: 13 fev. 2024.

FERREIRA, Gustavo V. **DESEMPENHO DE BIODIESEL COM ÓLEO DE UVA OPERANDO EM UM MOTOR GERADOR COM BLENDAS DE DIESEL**. [s.l: s.n.].

FERRERO, Gabriel Orlando; FABA, Edgar Maximiliano Sánchez; EIMER, Griselda Alejandra. Biodiesel production from alternative raw materials using a heterogeneous low ordered biosilicified enzyme as biocatalyst. **Biotechnology for Biofuels**, *[S. l.]*, v. 14, n. 1, p. 67, 2021. DOI: 10.1186/s13068-021-01917-x.

GAUR, Ambar; DWIVEDI, Gaurav; BAREDAR, Prashant; JAIN, Siddharth. Influence of blending additives in biodiesel on physiochemical properties, engine performance, and emission characteristics. **Fuel**, *[S. l.]*, v. 321, p. 124072, 2022. DOI: 10.1016/j.fuel.2022.124072.

GONGORA, Benhurt et al. Comparison of emissions and engine performance of safflower and commercial biodiesels. **Industrial Crops and Products**, *[S. l.]*, v. 179, p. 114680, 2022. DOI: 10.1016/j.indcrop.2022.114680.

GRANGEIA, Carolina; SANTOS, Luan; LAZARO, Lira Luz Benites. The Brazilian biofuel policy (RenovaBio) and its uncertainties: An assessment of technical, socioeconomic and institutional aspects. **Energy Conversion and Management: X**, *[S. l.]*, v. 13, p. 100156, 2022. DOI: 10.1016/j.ecmx.2021.100156.

GUPTA, Rohit; MCROBERTS, Ruairidh; YU, Zhibin; SMITH, Cindy; SLOAN, William; YOU, Siming. Life cycle assessment of biodiesel production from rapeseed oil: Influence of process parameters and scale. **Bioresource Technology**, *[S. l.]*, v. 360, p. 127532, 2022. DOI: 10.1016/j.biortech.2022.127532.

HAMPF, Anna C.; NENDEL, Claas; STREY, Simone; STREY, Robert. Biotic Yield Losses in the Southern Amazon, Brazil: Making Use of Smartphone-Assisted Plant Disease Diagnosis Data. **Frontiers in Plant Science**, *[S. l.]*, v. 12, 2021. DOI: 10.3389/fpls.2021.621168.

HAO, Lin-Na; UMAR, Muhammad; KHAN, Zeeshan; ALI, Wajid. Green growth and low carbon emission in G7 countries: How critical the network of environmental taxes, renewable energy and human capital is? **Science of The Total Environment**, *[S. l.]*, v. 752, p. 141853, 2021. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.141853.

HERRIDGE, David F.; GILLER, Ken E.; JENSEN, Erik S.; PEOPLES, Mark B. Quantifying country-to-global scale nitrogen fixation for grain legumes II. Coefficients, templates and estimates for soybean, groundnut and pulses. **Plant and Soil**, *[S. l.]*, v. 474, n. 1–2, p. 1–15, 2022. DOI: 10.1007/s11104-021-05166-7.

JIA, Fu; PENG, Sujie; GREEN, Jonathan; KOH, Lenny; CHEN, Xiaowei. Soybean supply chain management and sustainability: A systematic literature review. **Journal of Cleaner Production**, *[S. l.]*, v. 255, p. 120254, 2020. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.120254.

KARP, Susan G.; MEDINA, Jesus D. C.; LETTI, Luiz A. J.; WOICIECHOWSKI, Adenise L.; CARVALHO, Júlio C.; SCHMITT, Caroline C.; OLIVEIRA PENHA, Rafaela; KUMLEHN, Gabriel S.; SOCCOL, Carlos R. Bioeconomy and biofuels: the case of sugarcane ethanol in Brazil. **Biofuels, Bioproducts and Biorefining**, *[S. l.]*, v. 15, n. 3, p. 899–912, 2021. DOI: 10.1002/bbb.2195.

LAVIOLA, Bruno Galvêas; RODRIGUES, Erina Vitório; DOS SANTOS, Adriano; TEODORO, Larissa Pereira Ribeiro; PEIXOTO, Leonardo Azevedo; TEODORO, Paulo Eduardo; BHERING, Leonardo Lopes. Breeding strategies to consolidate canola among the main crops for biofuels. **Euphytica**, *[S. l.]*, v. 218, n. 1, p. 1, 2022. DOI: 10.1007/s10681-021-02955-0.

LIN, Xiaoya; LIU, Baohui; WELLER, James L.; ABE, Jun; KONG, Fanjiang. Molecular mechanisms for the photoperiodic regulation of flowering in soybean. **Journal of Integrative Plant Biology**, *[S. l.]*, v. 63, n. 6, p. 981–994, 2021. DOI: 10.1111/jipb.13021.

LIU, Shulin; ZHANG, Min; FENG, Feng; TIAN, Zhixi. Toward a “Green Revolution” for Soybean. **Molecular Plant**, *[S. l.]*, v. 13, n. 5, p. 688–697, 2020. DOI: 10.1016/j.molp.2020.03.002.

LONGATI, Andreza Aparecida; BATISTA, Gustavo; CRUZ, Antonio José Gonçalves. Brazilian integrated sugarcane-soybean biorefinery: Trends and opportunities. **Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry**, *[S. l.]*, v. 26, p. 100400, 2020. DOI: 10.1016/j.cogsc.2020.100400.

MIZIK, Tamás; GYARMATI, Gábor. Economic and Sustainability of Biodiesel Production—A Systematic Literature Review. **Clean Technologies**, *[S. l.]*, v. 3, n. 1, p. 19–36, 2021. DOI: 10.3390/cleantechnol3010002.

MUELLER, Steffen; DENNISON, Gail; LIU, Shujun. An assessment on ethanol-blended gasoline/diesel fuels on cancer risk and mortality. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, *[S. l.]*, v. 18, n. 13, 2021. DOI: 10.3390/ijerph18136930.

NABGAN, Walid; JALIL, Aishah Abdul; NABGAN, Bahador; JADHAV, Arvind H.; IKRAM, Muhammad; UL-HAMID, Anwar; ALI, Mohamad Wijayanuddin; HASSAN, Nurul Sahida. Sustainable biodiesel generation through catalytic transesterification of waste sources: a literature review and bibliometric survey. **RSC Advances**, *[S. l.]*, v. 12, n. 3, p. 1604–1627, 2022. DOI: 10.1039/D1RA07338A. Disponível em: https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2022/ra/d1ra07338a. Acesso em: 1 ago. 2023.

NDE, Divine Bup; ANUANWEN, Claris Foncha. **Optimization methods for the extraction of vegetable oils: A review**. **Processes**MDPI AG, , 2020. DOI: 10.3390/pr8020209.

NELSON, Matthew N. et al. Strategies to improve field establishment of canola: A review. *Em*: [s.l: s.n.]. p. 133–177. DOI: 10.1016/bs.agron.2022.05.001.

NIKAS, A.; KOASIDIS, K.; KÖBERLE, A. C.; KOURTESI, G.; DOUKAS, H. A comparative study of biodiesel in Brazil and Argentina: An integrated systems of innovation perspective. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, *[S. l.]*, v. 156, p. 112022, 2022. DOI: 10.1016/j.rser.2021.112022.

NOBRE, Felipe Luiz de Lemos; SANTOS, Reginaldo Ferreira; RUPPENTHAL, João Gabriel; ZANINI, Bárbara; SIQUEIRA, Jair Antonio Cruz; PAZUCH, Félix Augusto; SOUZA, Samuel Nelson Melegari De. Desempenho e caracterização de biodiesel de cártamo em blendas com diesel puro em conjunto motogerador. **Research, Society and Development**, *[S. l.]*, v. 12, n. 5, p. e19012541471, 2023. DOI: 10.33448/rsd-v12i5.41471.

OLSON, Carol; LENZMANN, Frank. **The social and economic consequences of the fossil fuel supply chain**. **MRS Energy and Sustainability**Springer Nature, , 2016. DOI: 10.1557/mre.2016.7.

ÖZTÜRK, Erkan; CAN, Özer. Effects of EGR, injection retardation and ethanol addition on combustion, performance and emissions of a DI diesel engine fueled with canola biodiesel/diesel fuel blend. **Energy**, *[S. l.]*, v. 244, p. 123129, 2022. DOI: 10.1016/j.energy.2022.123129.

PEREIRA, Nircia; FRANCESCHINI, Sylvia; PRIORE, Silvia. Qualidade dos alimentos segundo o sistema de produção e sua relação com a segurança alimentar e nutricional: revisão sistemática. **Saúde e Sociedade**, *[S. l.]*, v. 29, n. 4, 2020. DOI: 10.1590/s0104-12902020200031.

PIAO, Xiangdan; MANAGI, Shunsuke. Household energy-saving behavior, its consumption, and life satisfaction in 37 countries. **Scientific Reports**, *[S. l.]*, v. 13, n. 1, 2023. DOI: 10.1038/s41598-023-28368-8.

PONTELLI, Greice Eccel; DUBOU, Gabriela; ABBADE, Eduardo Botti; LORENZI, David. Brazilian and us soybean exports from the point of view of export market. **Revista em Agronegocio e Meio Ambiente**, *[S. l.]*, v. 14, 2021. DOI: 10.17765/2176-9168.2021v14Supl.1.e9520.
RAMOS; DIAS; PUNA; GOMES; BORDADO. Biodiesel Production Processes and Sustainable Raw Materials. **Energies**, *[S. l.]*, v. 12, n. 23, p. 4408, 2019. a. DOI: 10.3390/en12234408.

REIS, Leonardo da Silva. **CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E DESEMPENHO DE MOTOR GERADOR OPERANDO COM BLENDAS DE DIESEL/ ÓLEO DE CRAMBE**. [s.l: s.n.].

RODRIGUES, A. C. C. Policy, regulation, development and future of biodiesel industry in Brazil. **Cleaner Engineering and Technology**, *[S. l.]*, v. 4, p. 100197, 2021. DOI: 10.1016/j.clet.2021.100197.

SANTOS, Tatieli Knöner. **Caracterização Físico-Química e Desempenho de Motor Gerador Operando com Blendas de Biodiesel Óleo de Gergelim**. 2023. UNIOESTE, Cascavel, 2023.

SARIN, Amit; SHARMA, Neerja; DEVGAN, Kusam; SINGH, Meetu. Study of kinematic viscosity and density of biodiesels exposed to radiations. **Materials Today: Proceedings**, *[S. l.]*, v. 46, p. 5516–5522, 2021. DOI: 10.1016/j.matpr.2020.09.257.

SARKODIE, Samuel Asumadu; ADAMS, Samuel. Electricity access, human development index, governance and income inequality in Sub-Saharan Africa. **Energy Reports**, *[S. l.]*, v. 6, p. 455–466, 2020. DOI: 10.1016/j.egyr.2020.02.009.

SASMAZ, Mahmut Unsal; SAKAR, Emre; YAYLA, Yunus Emre; AKKUCUK, Ulas. The Relationship between Renewable Energy and Human Development in OECD Countries: A Panel Data Analysis. **Sustainability**, *[S. l.]*, v. 12, n. 18, p. 7450, 2020. DOI: 10.3390/su12187450.

SILVEIRA, Sylvia Rocha et al. Replacement of Soybean Meal With Soybean Cake Reduces Methane Emissions in Dairy Cows and an Assessment of a Face-Mask Technique for Methane Measurement. **Frontiers in Veterinary Science**, *[S. l.]*, v. 6, 2019. DOI: 10.3389/fvets.2019.00295.

SILVEIRA, Vander Fabio. **Comparação de desempenho e emissões de um motor gerador operando com diesel e blendas de biodiesel monitorado por sistemas de automação**. 2021. UNIOESTE, Cascavel, 2021.

SIMSEK, Suleyman. Effects of biodiesel obtained from Canola, sefflower oils and waste oils on the engine performance and exhaust emissions. **Fuel**, *[S. l.]*, v. 265, p. 117026, 2020. DOI: 10.1016/j.fuel.2020.117026.

SINGH, Akhilendra Pratap; AGARWAL, Avinash Kumar. Biodiesel Spray Characteristics and Their Effect on Engine Combustion and Particulate Emissions. **Journal of Energy Resources Technology**, *[S. l.]*, v. 142, n. 8, 2020. DOI: 10.1115/1.4045923.

SYVITSKI, Jaia et al. **Extraordinary human energy consumption and resultant geological impacts beginning around 1950 CE initiated the proposed Anthropocene Epoch**. **Communications Earth and Environment**Nature Publishing Group, , 2020. DOI: 10.1038/s43247-020-00029-y.

TAHERIPOUR, Farzad; TYNER, Wallace E. US biofuel production and policy: implications for land use changes in Malaysia and Indonesia. **Biotechnology for Biofuels**, *[S. l.]*, v. 13, n. 1, p. 11, 2020. DOI: 10.1186/s13068-020-1650-1.

VAN ASSELT, Harro. Governing fossil fuel production in the age of climate disruption: Towards an international law of 'leaving it in the ground'. **Earth System Governance**, *[S. l.]*, v. 9, p. 100118, 2021. DOI: 10.1016/j.esg.2021.100118.

WRIGHT, Madeleine L.; LEWIS, Alastair C. Decarbonisation of heavy-duty diesel engines using hydrogen fuel: a review of the potential impact on NO_x emissions. **Environmental Science: Atmospheres**, *[S. l.]*, v. 2, n. 5, p. 852–866, 2022. DOI: 10.1039/D2EA00029F.

ZANINI, Bárbara; SOUZA, Samuel Nelson Melegari De; SANTOS, Reginaldo Ferreira; SIQUEIRA, Jair Antonio Cruz; OLIVEIRA, Ricardo Sonsim De; LEWANDOSKI, Cristiano Fernando; RODRIGUES, Rosália Aranha. Produção de biodiesel como estratégia para o pequeno produtor. **Research, Society and Development**, *[S. l.]*, v. 11, n. 12, p. e67111234108, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i12.34108.

ZHANG, Tianyi; DOU, Wei; ZHANG, Xin; ZHAO, Yu; ZHANG, Yan; JIANG, Lianzhou; SUI, Xiaonan. The development history and recent updates on soy protein-based meat alternatives. **Trends in Food Science & Technology**, *[S. l.]*, v. 109, p. 702–710, 2021. DOI: 10.1016/j.tifs.2021.01.060.

ZUCARELI, Vitor Leandro; DE SOUZA, Samuel Nelson Melegari; SANTOS, Reginaldo Ferreira; SIQUEIRA, Jair Antonio Cruz; NOGUEIRA, Carlos Eduardo Camargo; LEWANDOSKI, Cristiano Fernando; TOKURA, Luciene Kazue. Evaluation of emissions and efficiency of corn biodiesel compared to diesel. **Revista Caribeña de Ciencias Sociales**, *[S. l.]*, v. 13, n. 2, p. e3621, 2024. DOI: 10.55905/rcssv13n2-012.

APÊNDICE 1

POTENCIA CARGA 2

	B0	B5	B10	B20	B40	B80	B100	MÉDIA	media tr	Yi	Ytot	(Yi-Ytot)²
SEV	337,13	336,94	337,03	335,19	335,97	337,72	337,96	336,85	336,91	336,82	337,29	0,2209
SEV	336,99	336,49	337,35	337,73	335,8	337,71	337,74	337,12		337,22	337,29	0,0049
SEV	336,38	336,56	335,18	338	335,99	337,73	337,66	336,79		337,18	337,29	0,0121
SEV	336,76	336,56	337,11	337,22	335,57	337,8	337,26	336,90		337,43	337,29	0,0196
SRF	337,13	337,47	337,4	337,73	337,71	337,68	337,66	337,54	337,46	337,21	337,29	0,0064
SRF	336,99	337,47	337,3	337,85	337,83	337,55	337,91	337,56		337,52	337,29	0,0529
SRF	336,38	337,14	337,72	337,39	337,86	337,24	337,89	337,37		337,66	337,29	0,1369
SRF	336,76	337,14	337,07	337,93	337,65	337,73	337,23	337,36			SQb	0,4537
CEV	337,13	337,06	337,53	337,07	338,01	337,47	337,86	337,45	337,42			
CEV	336,99	337,58	337,79	338,03	337,22	337,3	337,57	337,50				
CEV	336,38	337,23	337,42	337,52	337,72	337,11	337,6	337,28				
CEV	336,76	337,83	337,26	337,28	338,08	337,28	337,74	337,46				
CRF	337,13	337,73	337,1	337,98	337,82	337,32	337,81	337,56	337,37			
CRF	336,99	337,27	337,62	337,22	337,68	337,94	337,84	337,51				
CRF	336,38	337,55	337,23	337,73	336,88	337,75	337,47	337,28				
CRF	336,76	337,46	336,76	337	337,6	336,94	337,38	337,13				
MÉDIA	336,82	337,22	337,18	337,43	337,21	337,52	337,66	337,29				

SQR	ij	Yi	Yj	Ytot	(ij-Yi-Yj+Ytot)²
	337,13	336,82	336,85	337,29	0,5625
	336,99	336,82	337,12	337,29	0,1156
	336,38	336,82	336,79	337,29	0,0036
	336,76	336,82	336,9	337,29	0,1089
	337,13	336,82	337,54	337,29	0,0036
	336,99	336,82	337,56	337,29	0,01
	336,38	336,82	337,37	337,29	0,2704
	336,76	336,82	337,36	337,29	0,0169
	337,13	336,82	337,45	337,29	0,0225
	336,99	336,82	337,5	337,29	0,0016
	336,38	336,82	337,28	337,29	0,1849
	336,76	336,82	337,46	337,29	0,0529
	337,13	336,82	337,56	337,29	0,0016
	336,99	336,82	337,51	337,29	0,0025
	336,38	336,82	337,28	337,29	0,1849
	336,76	336,82	337,13	337,29	0,01
	336,94	337,22	336,85	337,29	0,0256
	336,49	337,22	337,12	337,29	0,3136
	336,56	337,22	336,79	337,29	0,0256
	336,56	337,22	336,9	337,29	0,0729
	337,47	337,22	337,54	337,29	0
	337,47	337,22	337,56	337,29	0,0004
	337,14	337,22	337,37	337,29	0,0256
	337,14	337,22	337,36	337,29	0,0225
	337,06	337,22	337,45	337,29	0,1024
	337,58	337,22	337,5	337,29	0,0225
	337,23	337,22	337,28	337,29	0,0004
	337,83	337,22	337,46	337,29	0,1936
	337,73	337,22	337,56	337,29	0,0576
	337,27	337,22	337,51	337,29	0,0289
	337,55	337,22	337,28	337,29	0,1156
	337,46	337,22	337,13	337,29	0,16
	337,03	337,18	336,85	337,29	0,0841
	337,35	337,18	337,12	337,29	0,1156
	335,18	337,18	336,79	337,29	2,25
	337,11	337,18	336,9	337,29	0,1024
	337,4	337,18	337,54	337,29	0,0009
	337,3	337,18	337,56	337,29	0,0225
	337,72	337,18	337,37	337,29	0,2116
	337,07	337,18	337,36	337,29	0,0324
	337,53	337,18	337,45	337,29	0,0361
	337,79	337,18	337,5	337,29	0,16
	337,42	337,18	337,28	337,29	0,0625
	337,26	337,18	337,46	337,29	0,0081
	337,1	337,18	337,56	337,29	0,1225
	337,62	337,18	337,51	337,29	0,0484
	337,23	337,18	337,28	337,29	0,0036
	336,76	337,18	337,13	337,29	0,0676
	335,19	337,43	336,85	337,29	3,24
	337,73	337,43	337,12	337,29	0,2209
	338	337,43	336,79	337,29	1,1449
	337,22	337,43	336,9	337,29	0,0324

Yi	Ytot	(Yi-Ytot)²
336,91	337,29	0,1444
337,46	337,29	0,0289
337,42	337,29	0,0169
337,37	337,29	0,0064
	sqtr	0,1966

		b	7
SQtr=b*∑(Yi-Ytot)²		k	4
1,3762		r	16
SQB=k*∑(Yj-Ytot)²			
1,8148			
SQR=∑∑(ij-Yi-Yj+Ytot)²			
22,6956			
SQT=SQtr-SQB+SQR			
25,8866			

FONJTE DE	GRAUS DE	SOMA DOS QUADRADO	VALOR F C/	VALOR F T/	Coluna1
ÓLEOS	3	1,3762	0,458733	0,363824	3,16 aceita h0
BLENDAS	6	1,8148	0,302467	0,239888	2,66 aceita h0
RESIDUOS	18	22,6956	1,260867		
TOTAL		25,8866			

QMTR= SQ 0,458733
QMB= SQB 0,302467
QMR= SQR 1,260867

FTR= QMTR/QMR
FBLOC= QMB/QMR

dms=q*√qr	2,026751	2,52642	
q	3,61	4,5	
qmr	1,2608		
r	4		

Coluna1	Coluna2
sev	336,91
srf	337,46
cev	337,42
crf	337,37

sev-srf	-0,55
sev-cev	-0,51
sev-crf	-0,46
srf-cev	0,04
srf-crf	0,09
cev-crf	0,05

Coluna1	Coluna2
bo	336,82
b5	337,22
b10	337,18
b20	337,43
b40	337,21
b80	337,52
b100	337,66

b0-b5	-0,4
b0-b10	0,04
b0-b20	-0,25
b0-b40	0,22
b0-b80	-0,31
b0-b100	-0,14
b5-b10	0,04
b5-b20	-0,25
b5-b40	0,22
b5-b80	-0,31
b5-b100	-0,14
b10-b20	-0,25
b10-b40	0,22
b10-b80	-0,31
b10-b100	-0,14
b20-b40	0,22
b20-b80	-0,31
b20-b100	-0,14
b40-b80	-0,31
b40-b100	-0,14
b80-b100	-0,14

337,73	337,43	337,54	337,29	0,0025
337,85	337,43	337,56	337,29	0,0225
337,39	337,43	337,37	337,29	0,0144
337,93	337,43	337,36	337,29	0,1849
337,07	337,43	337,45	337,29	0,2704
338,03	337,43	337,5	337,29	0,1521
337,52	337,43	337,28	337,29	0,01
337,28	337,43	337,46	337,29	0,1024
337,98	337,43	337,56	337,29	0,0784
337,22	337,43	337,51	337,29	0,1849
337,73	337,43	337,28	337,29	0,0961
337	337,43	337,13	337,29	0,0729
335,97	337,21	336,85	337,29	0,64
335,8	337,21	337,12	337,29	1,5376
335,99	337,21	336,79	337,29	0,5184
335,57	337,21	336,9	337,29	1,5625
337,71	337,21	337,54	337,29	0,0625
337,83	337,21	337,56	337,29	0,1225
337,86	337,21	337,37	337,29	0,3249
337,65	337,21	337,36	337,29	0,1369
338,01	337,21	337,45	337,29	0,4096
337,22	337,21	337,5	337,29	0,04
337,72	337,21	337,28	337,29	0,2704
338,08	337,21	337,46	337,29	0,49
337,82	337,21	337,56	337,29	0,1156
337,68	337,21	337,51	337,29	0,0625
336,88	337,21	337,28	337,29	0,1024
337,6	337,21	337,13	337,29	0,3025
337,72	337,52	336,85	337,29	0,4096
337,71	337,52	337,12	337,29	0,1296
337,73	337,52	336,79	337,29	0,5041
337,8	337,52	336,9	337,29	0,4489
337,68	337,52	337,54	337,29	0,0081
337,55	337,52	337,56	337,29	0,0576
337,24	337,52	337,37	337,29	0,1296
337,73	337,52	337,36	337,29	0,0196
337,47	337,52	337,45	337,29	0,0441
337,3	337,52	337,5	337,29	0,1849
337,11	337,52	337,28	337,29	0,16
337,28	337,52	337,46	337,29	0,1681
337,32	337,52	337,56	337,29	0,2209
337,94	337,52	337,51	337,29	0,04
337,75	337,52	337,28	337,29	0,0576
336,94	337,52	337,13	337,29	0,1764
337,96	337,66	336,85	337,29	0,5476
337,74	337,66	337,12	337,29	0,0625
337,66	337,66	336,79	337,29	0,25
337,26	337,66	336,9	337,29	1E-04
337,66	337,66	337,54	337,29	0,0625
337,91	337,66	337,56	337,29	0,0004
337,89	337,66	337,37	337,29	0,0225
337,23	337,66	337,36	337,29	0,25
337,86	337,66	337,45	337,29	0,0016
337,57	337,66	337,5	337,29	0,09
337,6	337,66	337,28	337,29	0,0025
337,74	337,66	337,46	337,29	0,0081
337,81	337,66	337,56	337,29	0,0144
337,84	337,66	337,51	337,29	0,0016
337,47	337,66	337,28	337,29	0,0324
337,38	337,66	337,13	337,29	0,0144
			SQR	22,6956

POTENCIA CARGA 3

	B0	B5	B10	B20	B40	B80	B100	MÉDIA	
SEV	449,2	450,21	450,54	452,71	450,56	453,17	450,68	451,01	450,69
SEV	449,51	450,01	450,33	452,47	450,51	450,43	451	450,61	
SEV	449,72	449,93	450,72	450,98	450,58	452,56	450,54	450,72	
SEV	449,8	449,62	450,64	451,14	450,24	450,88	450,61	450,42	
SRF	449,2	450,04	450,38	450,69	449,93	450,62	450,86	450,25	450,25
SRF	449,51	450,08	450,67	450,23	449,95	450,75	450,12	450,19	
SRF	449,72	450,6	450,08	450,63	450,36	450,34	450,87	450,37	
SRF	449,8	449,97	450,61	450,28	450,58	449,93	450,31	450,21	
CEV	449,2	450,69	450,63	450,29	450,73	450,89	450,08	450,36	450,58
CEV	449,51	452,31	450,31	450,79	449,88	452,21	450,96	450,85	
CEV	449,72	450,95	450,13	450,14	450,4	450,29	450,89	450,36	
CEV	449,8	450,26	450,57	450,46	450,54	452,53	450,96	450,73	
CRF	449,2	451,87	450,31	450,36	450,34	450,62	450,06	450,39	450,96
CRF	449,51	452,1	452,26	452,06	450,49	450,6	452,44	451,35	
CRF	449,72	458,88	449,82	452,08	452,08	451,88	450,12	452,08	
CRF	449,8	450,13	449,71	450,15	450,37	450,01	449,79	449,99	
MÉDIA	449,56	451,10	450,48	450,97	450,47	451,11	450,64	450,62	450,62

	Yi	Ytot	(Yi-Ytot)²
	449,56	450,98	2,0164
	453,6	450,98	6,8644
	450,48	450,98	0,25
	450,97	450,98	1E-04
	450,47	450,98	0,2601
	451,11	450,98	0,0169
	450,64	450,98	0,1156
	sqb		9,5235

	Yj	Ytot	(Yj-Ytot)²

SQtr=b*∑(Yi-Ytot)² 55,6951637
SQB=k*∑(Yj-Ytot)² 38,094
SQR=∑∑(ij-Yi-Yj+Ytot)² 1878,8061
SQT=SQtr-SQB+SQR 1972,595264

b 7
k 4
r 16

FONTE DE \	GRAUS DE I	SOMA DOS	QUADRADO	VALOR F CA	VALOR F TA	Coluna1
ÓLEOS	3	55,695164	18,565055	0,1778635	3,16	aceita h0
BLENDAS	6	38,094	6,349	0,0608269	2,66	aceita h0
RESIDUOS	18	1878,8061	104,37812			
TOTAL		1972,5953				

QMTR= SQtr/ (K-1) 18,56505
QMB= SQB/ (B-1) 6,349
QMR= SQR/ (K-1)*(B-1) 104,3781

FTR= QMTR/QMR 0,177863
FBLOC= QMB/QMR 0,060827

dms=q*Vqmr 18,440892 22,987262
q 3,61 4,5
qmr 104,37812
r 4

sev-srf 0,44
sev-cev 0,11
sev-crf -1,69
srf-cev -0,33
srf-crf -2,13
cev-crf -1,8

Coluna1	Coluna2
sev	450,69
srf	450,25
cev	450,58
crf	452,38

SQR	ij	Yi	Yj	Ytot	(ij-Yi-Yj+Ytot)²
	449,2	449,56	451,01	450,98	0,1521
	449,51	449,56	450,61	450,98	0,1024
	449,72	449,56	450,72	450,98	0,1764
	449,8	449,56	450,42	450,98	0,64
	449,2	449,56	450,25	450,98	0,1369
	449,51	449,56	450,19	450,98	0,5476
	449,72	449,56	450,37	450,98	0,5929
	449,8	449,56	450,21	450,98	1,0201
	449,2	449,56	450,36	450,98	0,0676
	449,51	449,56	450,85	450,98	0,0064
	449,72	449,56	450,36	450,98	0,6084
	449,8	449,56	450,73	450,98	0,2401
	449,2	449,56	450,39	450,98	0,0529
	449,51	449,56	451,35	450,98	0,1764
	449,72	449,56	457,8	450,98	44,3556
	449,8	449,56	449,99	450,98	1,5129
	450,21	453,6	451,01	450,98	11,6964
	450,01	453,6	450,61	450,98	10,3684
	449,93	453,6	450,72	450,98	11,6281
	449,62	453,6	450,42	450,98	11,6964
	450,04	453,6	450,25	450,98	8,0089
	450,08	453,6	450,19	450,98	7,4529
	450,6	453,6	450,37	450,98	5,7121
	449,97	453,6	450,21	450,98	8,1796
	450,69	453,6	450,36	450,98	5,2441
	452,31	453,6	450,85	450,98	1,3456
	450,95	453,6	450,36	450,98	4,1209
	450,26	453,6	450,73	450,98	9,5481
	451,87	453,6	450,39	450,98	1,2996
	452,1	453,6	451,35	450,98	3,4969
	458,88	453,6	457,8	450,98	2,3716
	450,13	453,6	449,99	450,98	6,1504
	450,54	450,48	451,01	450,98	0,0009
	450,33	450,48	450,61	450,98	0,0484
	450,72	450,48	450,72	450,98	0,25
	450,64	450,48	450,42	450,98	0,5184
	450,38	450,48	450,25	450,98	0,3969
	450,67	450,48	450,19	450,98	0,9604
	450,08	450,48	450,37	450,98	0,0441
	450,61	450,48	450,21	450,98	0,81
	450,63	450,48	450,36	450,98	0,5929
	450,31	450,48	450,85	450,98	0,0016
	450,13	450,48	450,36	450,98	0,0729
	450,57	450,48	450,73	450,98	0,1156
	450,31	450,48	450,39	450,98	0,1764
	452,26	450,48	451,35	450,98	1,9881
	449,82	450,48	457,8	450,98	55,9504
	449,71	450,48	449,99	450,98	0,0484
	452,71	450,97	451,01	450,98	2,9241
	452,47	450,97	450,61	450,98	3,4969
	450,98	450,97	450,72	450,98	0,0729
	451,14	450,97	450,42	450,98	0,5329
	450,69	450,97	450,25	450,98	0,2025
	450,23	450,97	450,19	450,98	0,0025
	450,63	450,97	450,37	450,98	0,0729
	450,28	450,97	450,21	450,98	0,0064
	450,29	450,97	450,36	450,98	0,0036
	450,79	450,97	450,85	450,98	0,0025
	450,14	450,97	450,36	450,98	0,0441

450,6889	450,9757	0,000556
450,2539	450,9757	0,1414
450,5757	450,9757	0,004096
452,3843	450,9757	7,8104
sqtr		7,956452

450,46	450,97	450,73	450,98	0,0676
450,36	450,97	450,39	450,98	0,0004
452,06	450,97	451,35	450,98	0,5184
452,08	450,97	457,8	450,98	32,6041
450,15	450,97	449,99	450,98	0,0289
450,56	450,47	451,01	450,98	0,0036
450,51	450,47	450,61	450,98	0,1681
450,58	450,47	450,72	450,98	0,1369
450,24	450,47	450,42	450,98	0,1089
449,93	450,47	450,25	450,98	0,0361
449,95	450,47	450,19	450,98	0,0729
450,36	450,47	450,37	450,98	0,25
450,58	450,47	450,21	450,98	0,7744
450,73	450,47	450,36	450,98	0,7744
449,88	450,47	450,85	450,98	0,2116
450,4	450,47	450,36	450,98	0,3025
450,54	450,47	450,73	450,98	0,1024
450,34	450,47	450,39	450,98	0,2116
450,49	450,47	451,35	450,98	0,1225
452,08	450,47	457,8	450,98	27,1441
450,37	450,47	449,99	450,98	0,7921
453,17	451,11	451,01	450,98	4,1209
450,43	451,11	450,61	450,98	0,0961
452,56	451,11	450,72	450,98	2,9241
450,88	451,11	450,42	450,98	0,1089
450,62	451,11	450,25	450,98	0,0576
450,75	451,11	450,19	450,98	0,1849
450,34	451,11	450,37	450,98	0,0256
449,93	451,11	450,21	450,98	0,1681
450,89	451,11	450,36	450,98	0,16
452,21	451,11	450,85	450,98	1,5129
450,29	451,11	450,36	450,98	0,04
452,53	451,11	450,73	450,98	2,7889
450,62	451,11	450,39	450,98	0,01
450,6	451,11	451,35	450,98	0,7744
451,88	451,11	457,8	450,98	36,6025
450,01	451,11	449,99	450,98	0,0121
450,68	450,64	451,01	450,98	0,0001
451	450,64	450,61	450,98	0,5329
450,54	450,64	450,72	450,98	0,0256
450,61	450,64	450,42	450,98	0,2809
450,86	450,64	450,25	450,98	0,9025
450,12	450,64	450,19	450,98	0,0729
450,87	450,64	450,37	450,98	0,7056
450,31	450,64	450,21	450,98	0,1936
450,08	450,64	450,36	450,98	0,0036
450,96	450,64	450,85	450,98	0,2025
450,89	450,64	450,36	450,98	0,7569
450,96	450,64	450,73	450,98	0,3249
450,06	450,64	450,39	450,98	0,0001
452,44	450,64	451,35	450,98	2,0449
450,12	450,64	457,8	450,98	53,8756
449,79	450,64	449,99	450,98	0,0196
			SQR	402,0061

POTENCIA CARGA 4

		B0	B5	B10	B20	B40	B80	B100	MÉDIA			
	SEV	1304,8	1301,3	1302	1301,5	1304,2	1306,6	1307,9	1304,04	1304,04	1290,115	
	SEV	1296	1289,8	1290,7	1292,3	1290,9	1294,6	1294,2	1292,64	1292,64		
	SEV	1286,1	1282,6	1283,5	1282,4	1282,8	1285,2	1286,6	1284,17	1284,17		
	SEV	1282	1278,8	1278,9	1279,2	1278,6	1279	1280,8	1279,61	1279,61		
	SRF	1304,8	1307	1307,3	1304,8	1305,3	1303,4	1307	1305,66	1305,66	1290,615	
	SRF	1296	1294	1293,2	1291,6	1291,9	1291,8	1293,8	1293,19	1293,19		
	SRF	1286,1	1283,6	1284,6	1284,2	1283,7	1282,2	1283,9	1284,04	1284,04		
	SRF	1282	1280,7	1278,8	1277,9	1278,2	1279	1280,4	1279,57	1279,57		
	CEV	1304,8	1305,3	1304,9	1308,7	1305,6	1305,6	1305,9	1305,83	1305,83	1291,13	
	CEV	1296	1293,9	1291,7	1296,1	1291,5	1291,9	1293,8	1293,56	1293,56		
	CEV	1286,1	1283,7	1284,6	1285,7	1284	1284,7	1283,9	1284,67	1284,67		
	CEV	1282	1280,7	1280,1	1279,8	1279,5	1280,2	1280,9	1280,46	1280,46		
		1304,8	1308,7	1302,6	1293,3	1308,7	1307,7	1304,7		1304,36		
	CRF								1304,36		1290,73	
	CRF	1296	1296,9	1292,7	1291,8	1292,9	1293,7	1291,5	1293,64	1293,64		
	CRF	1286,1	1285,2	1283,3	1284,4	1283,7	1286	1283,6	1284,61	1284,61		
	CRF	1282	1282,1	1279,8	1277,7	1280,1	1280,4	1280,1	1280,31	1280,31		
	MÉDIA	1292,23	1290,89	1289,92	1289,46	1290,10	1290,75	1291,19	1290,65		1290,65	
		1292,23	1290,89	1289,92	1289,46	1290,1	1290,75	1291,19	1290,65			

B	7
K	4
R	16

FONTE DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADOS MÉDIOS	VALOR F CALCULADO	VALOR F TABELA
ÓLEOS	3	3,669575	1,223191667	0,0659304	3,16
BLENDAS	6	20,4284	3,404733333	0,1835161	2,66
RESIDUOS	18	333,95	18,55277778		
TOTAL		358,047975			

ij	Yi	Yj	Ytot	(ij-Yi-Yj+Ytot)²
1304,8	1292,23	1304,04	1290,65	0,6724
1296	1292,23	1292,64	1290,65	3,1684
1286,1	1292,23	1284,17	1290,65	0,1225
1282	1292,23	1279,61	1290,65	0,6561
1304,8	1292,23	1305,66	1290,65	5,9536
1296	1292,23	1293,19	1290,65	1,5129
1286,1	1292,23	1284,04	1290,65	0,2304
1282	1292,23	1279,57	1290,65	0,7225
1304,8	1292,23	1305,83	1290,65	6,8121
1296	1292,23	1293,56	1290,65	0,7396
1286,1	1292,23	1284,67	1290,65	0,0225
1282	1292,23	1280,46	1290,65	0,0016
1304,8	1292,23	1304,36	1290,65	1,2996
1296	1292,23	1293,64	1290,65	0,6084
1286,1	1292,23	1284,61	1290,65	0,0081
1282	1292,23	1280,31	1290,65	0,0121
1301,3	1290,89	1304,04	1290,65	8,8804
1289,8	1290,89	1292,64	1290,65	9,4864
1282,6	1290,89	1284,17	1290,65	3,2761
1278,8	1290,89	1279,61	1290,65	1,1025
1307	1290,89	1305,66	1290,65	1,21
1294	1290,89	1293,19	1290,65	0,3249
1283,6	1290,89	1284,04	1290,65	0,4624
1280,7	1290,89	1279,57	1290,65	0,7921
1305,3	1290,89	1305,83	1290,65	0,5929
1293,9	1290,89	1293,56	1290,65	0,01
1283,7	1290,89	1284,67	1290,65	1,4641
1280,7	1290,89	1280,46	1290,65	0
1308,7	1290,89	1304,36	1290,65	16,81
1296,9	1290,89	1293,64	1290,65	9,1204
1285,2	1290,89	1284,61	1290,65	0,1225
1282,1	1290,89	1280,31	1290,65	2,4025
1302	1289,92	1304,04	1290,65	1,7161
1290,7	1289,92	1292,64	1290,65	1,4641
1283,5	1289,92	1284,17	1290,65	0,0036
1278,9	1289,92	1279,61	1290,65	0,0004
1307,3	1289,92	1305,66	1290,65	5,6169
1293,2	1289,92	1293,19	1290,65	0,5476
1284,6	1289,92	1284,04	1290,65	1,6641
1278,8	1289,92	1279,57	1290,65	0,0016
1304,9	1289,92	1305,83	1290,65	0,04
1291,7	1289,92	1293,56	1290,65	1,2769
1284,6	1289,92	1284,67	1290,65	0,4356
1280,1	1289,92	1280,46	1290,65	0,1369
1302,6	1289,92	1304,36	1290,65	1,0609
1292,7	1289,92	1293,64	1290,65	0,0441
1283,3	1289,92	1284,61	1290,65	0,3364
1279,8	1289,92	1280,31	1290,65	0,0484
1301,5	1289,46	1304,04	1290,65	1,8225
1292,3	1289,46	1292,64	1290,65	0,7225
1282,4	1289,46	1284,17	1290,65	0,3364

Yi	Ytot	(Yi-Ytot)²
1292,23	1290,65	2,4964
1290,89	1290,65	0,0576
1289,92	1290,65	0,5329
1289,46	1290,65	1,4161
1290,1	1290,65	0,3025
1290,75	1290,65	0,01
1291,19	1290,65	0,2916
SQb		5,1071

Yj	Ytot	(Yj-Ytot)²
1290,115	1290,65	0,28
1290,615	1290,65	0,00
1291,13	1290,65	0,23
1290,73	1290,65	0,01
sqtr		0,52

SQtr=b*∑(Yi-Ytot)²
3,669575

SQB=k*∑(Yj-Ytot)²
20,4284

SQR=∑∑(ij-Yi-Yj+Ytot)²
333,95

SQT=SQtr-SQB+SQR
358,047975

QMTR= SQtr/ (K-1)	1,223192
QMB= SQB/ (B-1)	3,404733
QMR= SQR/ (K-1)*(B-1)	18,55278
FTR= QMTR/QMR	0,06593
FBLOC= QMB/QMR	0,183516

Coluna1	Coluna2
bo	1292,23
b5	1290,89
b10	1289,92
b20	1289,46
b40	1290,1
b80	1290,75
b100	1291,19

Coluna1	Coluna2
bo	1292,23 a
b5	1290,89a
b10	1289,92a
b20	1289,46 b
b40	1290,1 b
b80	1290,75 b
b100	1291,19 b

b0-b5	1,34
b0-b10	0,97
b0-b20	0,46
b0-b40	-0,64
b0-b80	-0,65
b0-b100	-0,44
b5-b10	0,97
b5-b20	0,46
b5-b40	-0,64
b5-b80	-0,65
b5-b100	-0,44
b10-b20	0,46
b10-b40	-0,18
b10-b80	-0,65
b10-b100	-0,44
b20-b40	-0,64
b20-b80	-0,65
b20-b100	-0,44
b40-b80	-0,65
b40-b100	-0,44
b80-b100	-0,44

dms=q*Vqmr/r	39,95613	9,691411
q	3,61	4,5
qmr	18,55278	
r	4	
raiz qmr	4,307294	
raiz r	2	
	9,691411	

1279,2	1289,46	1279,61	1290,65	0,6084
1304,8	1289,46	1305,66	1290,65	0,1089
1291,6	1289,46	1293,19	1290,65	0,16
1284,2	1289,46	1284,04	1290,65	1,8225
1277,9	1289,46	1279,57	1290,65	0,2304
1308,7	1289,46	1305,83	1290,65	16,4836
1296,1	1289,46	1293,56	1290,65	13,9129
1285,7	1289,46	1284,67	1290,65	4,9284
1279,8	1289,46	1280,46	1290,65	0,2809
1293,3	1289,46	1304,36	1290,65	97,4169
1291,8	1289,46	1293,64	1290,65	0,4225
1284,4	1289,46	1284,61	1290,65	0,9604
1277,7	1289,46	1280,31	1290,65	2,0164
1304,2	1290,1	1304,04	1290,65	0,5041
1290,9	1290,1	1292,64	1290,65	1,4161
1282,8	1290,1	1284,17	1290,65	0,6724
1278,6	1290,1	1279,61	1290,65	0,2116
1305,3	1290,1	1305,66	1290,65	0,0361
1291,9	1290,1	1293,19	1290,65	0,5476
1283,7	1290,1	1284,04	1290,65	0,0441
1278,2	1290,1	1279,57	1290,65	0,6724
1305,6	1290,1	1305,83	1290,65	0,1024
1291,5	1290,1	1293,56	1290,65	2,2801
1284	1290,1	1284,67	1290,65	0,0144
1279,5	1290,1	1280,46	1290,65	0,1681
1308,7	1290,1	1304,36	1290,65	23,9121
1292,9	1290,1	1293,64	1290,65	0,0361
1283,7	1290,1	1284,61	1290,65	0,1296
1280,1	1290,1	1280,31	1290,65	0,1156
1306,6	1290,75	1304,04	1290,65	6,0516
1294,6	1290,75	1292,64	1290,65	3,4596
1285,2	1290,75	1284,17	1290,65	0,8649
1279	1290,75	1279,61	1290,65	0,5041
1303,4	1290,75	1305,66	1290,65	5,5696
1291,8	1290,75	1293,19	1290,65	2,2201
1282,2	1290,75	1284,04	1290,65	3,7636
1279	1290,75	1279,57	1290,65	0,4489
1305,6	1290,75	1305,83	1290,65	0,1089
1291,9	1290,75	1293,56	1290,65	3,0976
1284,7	1290,75	1284,67	1290,65	0,0049
1280,2	1290,75	1280,46	1290,65	0,1296
1307,7	1290,75	1304,36	1290,65	10,4976
1293,7	1290,75	1293,64	1290,65	0,0016
1286	1290,75	1284,61	1290,65	1,6641
1280,4	1290,75	1280,31	1290,65	1E-04
1307,9	1291,19	1304,04	1290,65	11,0224
1294,2	1291,19	1292,64	1290,65	1,0404
1286,6	1291,19	1284,17	1290,65	3,5721
1280,8	1291,19	1279,61	1290,65	0,4225
1307	1291,19	1305,66	1290,65	0,64
1293,8	1291,19	1293,19	1290,65	0,0049
1283,9	1291,19	1284,04	1290,65	0,4624
1280,4	1291,19	1279,57	1290,65	0,0841
1305,9	1291,19	1305,83	1290,65	0,2209
1293,8	1291,19	1293,56	1290,65	0,09
1283,9	1291,19	1284,67	1290,65	1,7161
1280,9	1291,19	1280,46	1290,65	0,01
1304,7	1291,19	1304,36	1290,65	0,04
1291,5	1291,19	1293,64	1290,65	7,1824
1283,6	1291,19	1284,61	1290,65	2,4025
1280,1	1291,19	1280,31	1290,65	0,5625
			SQR	333,95

POTENCIA CARGA 5		B0	B5	B10	B20	B40	B80	B100	MÉDIA	
	SEV	1597,6	1595,6	1595,9	1622,2	1594,4	1596,4	1594,5	1599,51	1595,218
	SEV	1596,4	1593,7	1594,3	1611,8	1592,3	1592,6	1592,3	1596,20	
	SEV	1593,7	1592,3	1592,3	1603,7	1590,3	1592,6	1591	1593,70	
	SEV	1594	1590,5	1589,5	1597,9	1588,7	1590,9	1588,7	1591,46	
	SRF	1597,6	1594,9	1595,6	1593,6	1593,4	1594	1595,4	1594,93	1592,057
	SRF	1596,4	1593,8	1591,3	1591,3	1591,5	1591,8	1593,6	1592,81	
	SRF	1593,7	1591,1	1589,6	1589,3	1589,4	1589,6	1591,2	1590,56	
		1594		1589,7	1587,3	1589,5	1590,2	1589,3		
	SRF		1589,5						1589,93	
	CEV	1597,6	1594,5	1595,4	1594,9	1595,9	1593,3	1593,7	1595,04	1592,657
	CEV	1596,4	1593,5	1593,5	1593,3	1593,2	1591,7	1594	1593,66	
	CEV	1593,7	1591,2	1591	1591,3	1591,4	1591,3	1592,6	1591,79	
	CEV	1594	1589,7	1588,8	1589,3	1588,9	1590,1	1590,2	1590,14	
	CRF	1597,6	1594,5	1594,9	1592,9	1595	1595,2	1594,7	1594,97	1592,436
	CRF	1596,4	1592,9	1592,9	1590,9	1593	1594,1	1593,8	1593,43	
	CRF	1593,7	1591,2	1591,5	1591,5	1590,5	1591,5	1591,7	1591,66	
	CRF	1594	1589	1588,9	1588,6	1588,5	1589,3	1589,5	1589,69	
	MÉDIA	1595,43	1592,37	1592,19	1595,61	1591,62	1592,16	1592,26	1593,09	1593,09
	MÉDIA	1595,43	1529,37	1592,19	1595,61	1591,62	1592,16	1592,26		

FONJTE DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADOS MÉDIOS	VALOR F CALCULADO	VALOR F TABELA
ÓLEOS	3	43,47006696	14,49002	0,004043	3,16
BLENDAS	6	67,4764	11,24607	0,003138	2,66
RESIDUOS	18	64504,7845	3583,599		
TOTAL		64615,73097			

ij	Yi	Yj	Ytot	(ij-Yi-Yj+Ytot)²
1597,6	1595,43	1599,51	1593,09	18,0625
1596,4	1595,43	1596,2	1593,09	4,5796
1593,7	1595,43	1593,7	1593,09	5,4756
1594	1595,43	1591,45	1593,09	0,0441
1597,6	1595,43	1594,93	1593,09	0,1089
1596,4	1595,43	1592,81	1593,09	1,5625
1593,7	1595,43	1590,56	1593,09	0,64
1594	1595,43	1589,93	1593,09	2,9929
1597,6	1595,43	1595,04	1593,09	0,0484
1596,4	1595,43	1593,66	1593,09	0,16
1593,7	1595,43	1591,79	1593,09	0,1849
1594	1595,43	1590,14	1593,09	2,3104
1597,6	1595,43	1594,97	1593,09	0,0841
1596,4	1595,43	1593,43	1593,09	0,3969
1593,7	1595,43	1591,66	1593,09	0,09
1594	1595,43	1589,69	1593,09	3,8809
1595,6	1529,37	1599,51	1593,09	3577,2361
1593,7	1529,37	1596,2	1593,09	3747,8884
1592,3	1529,37	1593,7	1593,09	3883,7824
1590,5	1529,37	1591,45	1593,09	3940,0729
1594,9	1529,37	1594,93	1593,09	4056,4161
1593,8	1529,37	1592,81	1593,09	4187,3841
1591,1	1529,37	1590,56	1593,09	4129,3476
1589,5	1529,37	1589,93	1593,09	4005,6241
1594,5	1529,37	1595,04	1593,09	3991,7124
1593,5	1529,37	1593,66	1593,09	4039,8736
1591,2	1529,37	1591,79	1593,09	3985,3969
1589,7	1529,37	1590,14	1593,09	4004,3584
1594,5	1529,37	1594,97	1593,09	4000,5625
1592,9	1529,37	1593,43	1593,09	3992,9761
1591,2	1529,37	1591,66	1593,09	4001,8276

Yi	Ytot	(Yi-Ytot)²
1595,43	1593,09	5,4756
1592,37	1593,09	0,5184
1592,19	1593,09	0,81
1595,61	1593,09	6,3504
1591,62	1593,09	2,1609
1592,16	1593,09	0,8649
1592,26	1593,09	0,6889
	SQb	16,8691

Yj	Ytot	(Yj-Ytot)²
1595,218	1593,09	4,52
1592,057	1593,09	1,07
1592,657	1593,09	0,19
1592,436	1593,09	0,43
	sqtr	6,21

B	7	SQtr=b*∑(Yi-Ytot)²
K	4	43,47006696
R	16	SQB=k*∑(Yj-Ytot)²
		67,4764
		SQR=∑∑(ij-Yi-Yj+Ytot)²
		64504,7845
		SQT=SQtr-SQB+SQR
		64615,73097

QMTR= SQtr/ (K-1)	14,49002
QMB= SQB/ (B-1)	11,24607
QMR= SQR/ (K-1)*(B-1)	3583,599
FTR= QMTR/QMR	0,004043
FBLOC= QMB/QMR	0,003138

1589	1529,37	1589,69	1593,09	3972,7809
1595,9	1592,19	1599,51	1593,09	7,3441
1594,3	1592,19	1596,2	1593,09	1
1592,3	1592,19	1593,7	1593,09	0,25
1589,5	1592,19	1591,45	1593,09	1,1025
1595,6	1592,19	1594,93	1593,09	2,4649
1591,3	1592,19	1592,81	1593,09	0,3721
1589,6	1592,19	1590,56	1593,09	0,0036
1589,7	1592,19	1589,93	1593,09	0,4489
1595,4	1592,19	1595,04	1593,09	1,5876
1593,5	1592,19	1593,66	1593,09	0,5476
1591	1592,19	1591,79	1593,09	0,0121
1588,8	1592,19	1590,14	1593,09	0,1936
1594,9	1592,19	1594,97	1593,09	0,6889
1592,9	1592,19	1593,43	1593,09	0,1369
1591,5	1592,19	1591,66	1593,09	0,5476
1588,9	1592,19	1589,69	1593,09	0,0121
1622,2	1595,61	1599,51	1593,09	406,8289
1611,8	1595,61	1596,2	1593,09	171,0864
1603,7	1595,61	1593,7	1593,09	55,9504
1597,9	1595,61	1591,45	1593,09	15,4449
1593,6	1595,61	1594,93	1593,09	14,8225
1591,3	1595,61	1592,81	1593,09	16,2409
1589,3	1595,61	1590,56	1593,09	14,2884
1587,3	1595,61	1589,93	1593,09	26,5225
1594,9	1595,61	1595,04	1593,09	7,0756
1593,3	1595,61	1593,66	1593,09	8,2944
1591,3	1595,61	1591,79	1593,09	9,0601
1589,3	1595,61	1590,14	1593,09	11,2896
1592,9	1595,61	1594,97	1593,09	21,0681
1590,9	1595,61	1593,43	1593,09	25,5025
1591,5	1595,61	1591,66	1593,09	7,1824
1588,6	1595,61	1589,69	1593,09	13,0321
1594,4	1591,62	1599,51	1593,09	13,2496
1592,3	1591,62	1596,2	1593,09	5,9049
1590,3	1591,62	1593,7	1593,09	3,7249
1588,7	1591,62	1591,45	1593,09	1,6384
1593,4	1591,62	1594,93	1593,09	0,0036
1591,5	1591,62	1592,81	1593,09	0,0256
1589,4	1591,62	1590,56	1593,09	0,0961
1589,5	1591,62	1589,93	1593,09	1,0816
1595,9	1591,62	1595,04	1593,09	5,4289
1593,2	1591,62	1593,66	1593,09	1,0201
1591,4	1591,62	1591,79	1593,09	1,1664
1588,9	1591,62	1590,14	1593,09	0,0529
1595	1591,62	1594,97	1593,09	2,25
1593	1591,62	1593,43	1593,09	1,0816
1590,5	1591,62	1591,66	1593,09	0,0961
1588,5	1591,62	1589,69	1593,09	0,0784
1596,4	1592,16	1599,51	1593,09	4,7524
1592,6	1592,16	1596,2	1593,09	7,1289
1592,6	1592,16	1593,7	1593,09	0,0289
1590,9	1592,16	1591,45	1593,09	0,1444
1594	1592,16	1594,93	1593,09	5,16988E-26
1591,8	1592,16	1592,81	1593,09	0,0064

1589,6	1592,16	1590,56	1593,09	0,0009
1590,2	1592,16	1589,93	1593,09	1,44
1593,3	1592,16	1595,04	1593,09	0,6561
1591,7	1592,16	1593,66	1593,09	1,0609
1591,3	1592,16	1591,79	1593,09	0,1936
1590,1	1592,16	1590,14	1593,09	0,7921
1595,2	1592,16	1594,97	1593,09	1,3456
1594,1	1592,16	1593,43	1593,09	2,56
1591,5	1592,16	1591,66	1593,09	0,5929
1589,3	1592,16	1589,69	1593,09	0,2916
1594,5	1592,26	1599,51	1593,09	17,4724
1592,3	1592,26	1596,2	1593,09	9,4249
1591	1592,26	1593,7	1593,09	3,4969
1588,7	1592,26	1591,45	1593,09	3,6864
1595,4	1592,26	1594,93	1593,09	1,69
1593,6	1592,26	1592,81	1593,09	2,6244
1591,2	1592,26	1590,56	1593,09	2,1609
1589,3	1592,26	1589,93	1593,09	0,04
1593,7	1592,26	1595,04	1593,09	0,2601
1594	1592,26	1593,66	1593,09	1,3689
1592,6	1592,26	1591,79	1593,09	2,6896
1590,2	1592,26	1590,14	1593,09	0,7921
1594,7	1592,26	1594,97	1593,09	0,3136
1593,8	1592,26	1593,43	1593,09	1,44
1591,7	1592,26	1591,66	1593,09	0,7569
1589,5	1592,26	1589,69	1593,09	0,4096
			SQR	64504,7845

		B0	B5	B10	B20	B40	B80	B100	MÉDIA						
HC CARGA2	SEV	48	17	21	17	21	17	17	22,57	20,82					
	SEV	44	15	19	16	19	15	16	20,57		20,82	21,625	0,648025		
	SEV	43	16	19	15	19	13	16	20,14		24,36	21,625	7,480225	14,08342	
	SEV	40	17	20	15	20	12	16	20,00		21,68	21,625	0,003025	0,650056	
	SRF	48	22	26	24	22	20	17	25,57	24,36	19,64	21,625	3,940225		
	SRF	44	23	25	23	20	19	17	24,43				12,0715	84,5005	STR
	SRF	43	22	24	24	20	19	17	24,14						
	SRF	40	22	24	23	20	18	16	23,29						
		48	23	24	20	16	15	13							
	CEV								22,71	21,68					
	CEV	44	22	23	20	16	15	12	21,71						
	CEV	43	22	24	20	16	13	13	21,57						
	CEV	40	22	23	19	16	13	12	20,71						
	CRF	48	15	22	20	16	14	12	21,00	19,64					
	CRF	44	16	21	19	16	13	11	20,00						
	CRF	43	16	20	17	15	13	9	19,00						
	CRF	40	16	20	17	15	12	10	18,57						
	MÉDIA	43,75	19,13	22,19	19,31	17,94	15,06	14,00	21,63	21,63					
		43,75	19,13	22,19	19,31	17,94	15,06	14							

FONJTE DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADOS MÉDIOS	VALOR F CALCULADO	VALOR F TABELA
ÓLEOS	3	12,0715	4,023833	0,18573	3,16
BLENDAS	6	2464,9532	410,8255	18,96269	2,66
RESÍDUOS	18	389,969	21,66494		
TOTAL		2866,9937			

REGRA DE DECISAO, SE F CALCULADO FOR MENOR QUE F TABELA NECESSITA TUKEY POIS REJEITA H0

ij	Yi	Yj	Ytot	(ij-Yi-Yj+Ytot)²
48	43,75	22,57	21,63	10,9561
44	43,75	20,57	21,63	1,7161
43	43,75	20,14	21,63	0,5476
40	43,75	20	21,63	4,4944
48	43,75	25,57	21,63	0,0961
44	43,75	24,43	21,63	6,5025
43	43,75	24,14	21,63	10,6276
40	43,75	23,29	21,63	29,2681
48	43,75	22,71	21,63	10,0489
44	43,75	21,71	21,63	0,0289
43	43,75	21,57	21,63	0,4761
40	43,75	20,71	21,63	8,0089
48	43,75	21	21,63	23,8144
44	43,75	20	21,63	3,5344
43	43,75	19	21,63	3,5344
40	43,75	18,57	21,63	0,4761
17	19,13	22,57	21,63	9,4249
15	19,13	20,57	21,63	9,4249
16	19,13	20,14	21,63	2,6896
17	19,13	20	21,63	0,25
22	19,13	25,57	21,63	1,1449
23	19,13	24,43	21,63	1,1449
22	19,13	24,14	21,63	0,1296
22	19,13	23,29	21,63	1,4641
23	19,13	22,71	21,63	7,7841
22	19,13	21,71	21,63	7,7841
22	19,13	21,57	21,63	8,5849
22	19,13	20,71	21,63	14,3641
15	19,13	21	21,63	12,25
16	19,13	20	21,63	2,25
16	19,13	19	21,63	0,25
16	19,13	18,57	21,63	0,0049
21	22,19	22,57	21,63	4,5369
19	22,19	20,57	21,63	4,5369
19	22,19	20,14	21,63	2,89
20	22,19	20	21,63	0,3136
26	22,19	25,57	21,63	0,0169
25	22,19	24,43	21,63	1E-04
24	22,19	24,14	21,63	0,49
24	22,19	23,29	21,63	0,0225
24	22,19	22,71	21,63	0,5329
23	22,19	21,71	21,63	0,5329
24	22,19	21,57	21,63	3,4969
23	22,19	20,71	21,63	2,9929
22	22,19	21	21,63	0,1936
21	22,19	20	21,63	0,1936
20	22,19	19	21,63	0,1936
20	22,19	18,57	21,63	0,7569
17	19,31	22,57	21,63	10,5625
16	19,31	20,57	21,63	5,0625
15	19,31	20,14	21,63	7,9524
15	19,31	20	21,63	7,1824
24	19,31	25,57	21,63	0,5625
23	19,31	24,43	21,63	0,7921
24	19,31	24,14	21,63	4,7524
23	19,31	23,29	21,63	4,1209
20	19,31	22,71	21,63	0,1521
20	19,31	21,71	21,63	0,3721
20	19,31	21,57	21,63	0,5625
19	19,31	20,71	21,63	0,3721
20	19,31	21	21,63	1,7424
19	19,31	20	21,63	1,7424

Yi	Ytot	(Yi-Ytot)²
43,75	21,63	489,2944
19,13	21,63	6,25
22,19	21,63	0,3136
19,31	21,63	5,3824
17,94	21,63	13,6161
15,06	21,63	43,1649
14	21,63	58,2169
	SQb	616,2383

B	7	SQtr=b*∑(Yi-Ytot)²	84,5005
K	4	SQB=k*∑(Yj-Ytot)²	2464,9532
R	16	SQR=∑∑(ij-Yi-Yj+Ytot)²	389,969
		SQT=SQtr-SQB+SQR	2939,4227
		QMTR= SQtr/ (K-1)	28,166833
		QMB= SQB/ (B-1)	410,82553
		QMR= SQR/ (K-1)*(B-1)	21,664944
		FTR= QMTR/QMR	1,300111
		FBLOC= QMB/QMR	18,962686

Coluna1	Coluna2	Coluna3
B0	43,75	a
B5	19,13	b
B10	22,19	b
B20	19,31	b
B40	17,94	b
B80	15,06	b
B100	14	b

			oleos	blendas
b0-b5	24,62	dms=q*√qmr/r	8,40	10,45
b0-b10	21,56	q	3,61	4,49
b0-b20	24,44	qmr	21,66494	
b0-b40	25,81	r	4	
b0-b80	28,69	raiz qmr	4,654562	
b0-b100	29,75	raiz r	2	
b5-b10	-3,06		10,44949	
b5-b20	-0,18			
b5-b40	1,19		10,44949	
b5-b80	4,07			
b5-b100	5,13			
b10-b20	2,88			
b10-b40	4,25			
b10-b80	7,13			
b10-b100	8,19			
b20-b40	1,37			
b20-b80	4,25			
b20-b100	5,31			
b40-b80	2,88			
b40-b100	3,94			
b80-b100	1,06			

17	19,31	19	21,63	0,1024
17	19,31	18,57	21,63	0,5625
21	17,94	22,57	21,63	4,4944
19	17,94	20,57	21,63	4,4944
19	17,94	20,14	21,63	6,5025
20	17,94	20	21,63	13,6161
22	17,94	25,57	21,63	0,0144
20	17,94	24,43	21,63	0,5476
20	17,94	24,14	21,63	0,2025
20	17,94	23,29	21,63	0,16
16	17,94	22,71	21,63	9,1204
16	17,94	21,71	21,63	4,0804
16	17,94	21,57	21,63	3,5344
16	17,94	20,71	21,63	1,0404
16	17,94	21	21,63	1,7161
16	17,94	20	21,63	0,0961
15	17,94	19	21,63	0,0961
15	17,94	18,57	21,63	0,0144
17	15,06	22,57	21,63	1
15	15,06	20,57	21,63	1
13	15,06	20,14	21,63	0,3249
12	15,06	20	21,63	2,0449
20	15,06	25,57	21,63	1
19	15,06	24,43	21,63	1,2996
19	15,06	24,14	21,63	2,0449
18	15,06	23,29	21,63	1,6384
15	15,06	22,71	21,63	1,2996
15	15,06	21,71	21,63	0,0196
13	15,06	21,57	21,63	4
13	15,06	20,71	21,63	1,2996
14	15,06	21	21,63	0,1849
13	15,06	20	21,63	0,1849
13	15,06	19	21,63	0,3249
12	15,06	18,57	21,63	1,2622E-29
17	14	22,57	21,63	4,2436
16	14	20,57	21,63	9,3636
16	14	20,14	21,63	12,1801
16	14	20	21,63	13,1769
17	14	25,57	21,63	0,8836
17	14	24,43	21,63	0,04
17	14	24,14	21,63	0,2401
16	14	23,29	21,63	0,1156
13	14	22,71	21,63	4,3264
12	14	21,71	21,63	4,3264
13	14	21,57	21,63	0,8836
12	14	20,71	21,63	1,1664
12	14	21	21,63	1,8769
11	14	20	21,63	1,8769
9	14	19	21,63	5,6169
10	14	18,57	21,63	0,8836
			SQR	389,969

HC CARGA 3		B0	B5	B10	B20	B40	B80	B100	MÉDIA		
	SEV	37	15	18	16	15	13	13	18,14	18,14286	17,25
	SEV	34	15	17	14	15	12	13	17,14	17,14286	
	SEV	34	13	17	13	15	12	15	17,00	17	
	SEV	32	13	17	12	15	13	15	16,71	16,71429	
	SRF	37	22	24	22	19	18	16	22,57	22,57143	21,36
	SRF	34	22	23	21	18	16	14	21,14	21,14286	
	SRF	34	20	23	20	19	16	14	20,86	20,85714	
		32	21	24	20	19	16	14			
	SRF								20,86	20,85714	
	CEV	37	21	22	18	16	13	11	19,71	19,71429	19,21
	CEV	34	22	22	17	16	13	12	19,43	19,42857	
	CEV	34	21	21	17	14	14	13	19,14	19,14286	
	CEV	32	21	21	16	15	13	12	18,57	18,57143	
	CRF	37	18	20	17	15	12	11	18,57	18,57143	17,79
	CRF	34	19	19	16	13	12	11	17,71	17,71429	
	CRF	34	18	19	16	14	12	10	17,57	17,57143	
	CRF	32	19	17	16	14	13	10	17,29	17,28571	
	MÉDIA	34,25	18,75	20,25	16,94	15,75	13,63	12,75	18,90	18,90179	18,90179
		34,25	18,75	20,25	16,9375	15,75	13,625	12,75			

FONJTE DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADOS MÉDIOS	VALOR F CALCULADO	VALOR F TABELA
ÓLEOS	3	70,71593929	23,57198	1,636966	3,16
BLENDAS	6	1267,558036	211,25967	14,67101	2,66
RESIDUOS	18	259,1964286	14,399802		
TOTAL		1597,470404			

ij	Yi	Yj	Ytot	(ij-Yi-Yj+Ytot)²
37	34,25	18,14286	18,90179	12,31257972
34	34,25	17,14286	18,90179	2,276865434
34	34,25	17	18,90179	2,728396046
32	34,25	16,71429	18,90179	0,00390625
37	34,25	22,57143	18,90179	0,845742985
34	34,25	21,14286	18,90179	6,205436862
34	34,25	20,85714	18,90179	4,863600128
32	34,25	20,85714	18,90179	17,6850287
37	34,25	19,71429	18,90179	3,75390625
34	34,25	19,42857	18,90179	0,603396046
34	34,25	19,14286	18,90179	0,241151148
32	34,25	18,57143	18,90179	3,685028699
37	34,25	18,57143	18,90179	9,488600128
34	34,25	17,71429	18,90179	0,87890625
34	34,25	17,57143	18,90179	1,167171556
32	34,25	17,28571	18,90179	0,401865434
15	18,75	18,14286	18,90179	8,946508291
15	18,75	17,14286	18,90179	3,964365434
13	18,75	17	18,90179	14,80875319
13	18,75	16,71429	18,90179	12,69140625
22	18,75	22,57143	18,90179	0,176100128
22	18,75	21,14286	18,90179	1,017936862
20	18,75	20,85714	18,90179	0,497528699
21	18,75	20,85714	18,90179	0,086814413
21	18,75	19,71429	18,90179	2,06640625
22	18,75	19,42857	18,90179	7,415896046
21	18,75	19,14286	18,90179	4,035794005
21	18,75	18,57143	18,90179	6,658242985
18	18,75	18,57143	18,90179	0,176100128
19	18,75	17,71429	18,90179	2,06640625
18	18,75	17,57143	18,90179	0,336814413
19	18,75	17,28571	18,90179	3,482222577
18	20,25	18,14286	18,90179	2,223294005
17	20,25	17,14286	18,90179	2,223294005
17	20,25	17	18,90179	1,81768176
17	20,25	16,71429	18,90179	1,12890625
24	20,25	22,57143	18,90179	0,00645727
23	20,25	21,14286	18,90179	0,259008291
23	20,25	20,85714	18,90179	0,63145727
24	20,25	20,85714	18,90179	3,220742985
22	20,25	19,71429	18,90179	0,87890625
22	20,25	19,42857	18,90179	1,496253189
21	20,25	19,14286	18,90179	0,259008291

Yi	Ytot	(Yi-Ytot)²
34,25	18,90179	235,5677
18,75	18,90179	0,023039
20,25	18,90179	1,817682
16,9375	18,90179	3,858418
15,75	18,90179	9,933753
13,625	18,90179	27,84447
12,75	18,90179	37,84447
SQb		316,8895

Yj	Ytot	(Yj-Ytot)²
17,25	18,90179	2,728396
21,36	18,90179	6,042817
19,21	18,90179	0,094996
17,79	18,90179	1,236067
		10,10228
SQtr		20,20455

B	7
K	4
R	16

SQtr=b*∑(Yi-Ytot)²
70,71593929
SQB=k*∑(Yj-Ytot)²
1267,558036
SQR=∑∑(ij-Yi-Yj+Ytot)²
259,1964286
SQT=SQtr-SQB+SQR
1597,470404

QMTR= SQtr/ (K-1)	23,57197976
QMB= SQB/ (B-1)	211,2596726
QMR= SQR/ (K-1)*(B-1)	14,39980159
FTR= QMTR/QMR	1,636965594
FBLOC= QMB/QMR	14,67101275

BLOCOS	MÉDIAS	Coluna1
B0	34,25	a
B5	18,75	b
B10	20,25	b
B20	16,9375	b
B40	15,75	b
B80	13,625	b
B100	12,75	b

b0-b5	15,5				
b0-b10	14				
b0-b20	14	dms=q*Vqi	6,849446	8,519117	
b0-b40	18,5	q	3,61	4,49	
b0-b80	20,625	qmr	14,3998		
b0-b100	21,5	r	4		
b5-b10	-1,5	raiz qmr	3,794707		
b5-b20	1,8125	raiz r	2		
b5-b40	3				
b5-b80	5,125				
b5-b100	6				
b10-b20	3,3125				
b10-b40	4,5				
b10-b80	6,625				
b10-b100	7,5				
b20-b40	1,1875				
b20-b80	3,3125				
b20-b100	4,1875				
b40-b80	2,125				
b40-b100	3				
b80-b100	0,875				

21	20,25	18,57143	18,90179	1,167171556
20	20,25	18,57143	18,90179	0,00645727
19	20,25	17,71429	18,90179	0,00390625
19	20,25	17,57143	18,90179	0,00645727
17	20,25	17,28571	18,90179	2,669722577
16	16,9375	18,14286	18,90179	0,031887755
14	16,9375	17,14286	18,90179	1,389030612
13	16,9375	17	18,90179	4,144132653
12	16,9375	16,71429	18,90179	7,5625
22	16,9375	22,57143	18,90179	1,94005102
21	16,9375	21,14286	18,90179	3,317602041
20	16,9375	20,85714	18,90179	1,225765306
20	16,9375	20,85714	18,90179	1,225765306
18	16,9375	19,71429	18,90179	0,0625
17	16,9375	19,42857	18,90179	0,215561224
17	16,9375	19,14286	18,90179	0,031887755
16	16,9375	18,57143	18,90179	0,368622449
17	16,9375	18,57143	18,90179	0,154336735
16	16,9375	17,71429	18,90179	0,0625
16	16,9375	17,57143	18,90179	0,154336735
16	16,9375	17,28571	18,90179	0,460459184
15	15,75	18,14286	18,90179	7,97194E-05
15	15,75	17,14286	18,90179	1,017936862
15	15,75	17	18,90179	1,326610332
15	15,75	16,71429	18,90179	2,06640625
19	15,75	22,57143	18,90179	0,176100128
18	15,75	21,14286	18,90179	7,97194E-05
19	15,75	20,85714	18,90179	1,676100128
19	15,75	20,85714	18,90179	1,676100128
16	15,75	19,71429	18,90179	0,31640625
16	15,75	19,42857	18,90179	0,076610332
14	15,75	19,14286	18,90179	3,964365434
15	15,75	18,57143	18,90179	0,176100128
15	15,75	18,57143	18,90179	0,176100128
13	15,75	17,71429	18,90179	2,44140625
14	15,75	17,57143	18,90179	0,176100128
14	15,75	17,28571	18,90179	0,017936862
13	13,625	18,14286	18,90179	0,017936862
12	13,625	17,14286	18,90179	0,017936862
12	13,625	17	18,90179	0,076610332
13	13,625	16,71429	18,90179	2,44140625
18	13,625	22,57143	18,90179	0,497528699
16	13,625	21,14286	18,90179	0,017936862
16	13,625	20,85714	18,90179	0,176100128
16	13,625	20,85714	18,90179	0,176100128
13	13,625	19,71429	18,90179	2,06640625
13	13,625	19,42857	18,90179	1,326610332
14	13,625	19,14286	18,90179	0,017936862
13	13,625	18,57143	18,90179	0,086814413
12	13,625	18,57143	18,90179	1,676100128
12	13,625	17,71429	18,90179	0,19140625
12	13,625	17,57143	18,90179	0,086814413
13	13,625	17,28571	18,90179	0,982222577
13	12,75	18,14286	18,90179	1,017936862
13	12,75	17,14286	18,90179	4,035794005
15	12,75	17	18,90179	17,23732462
15	12,75	16,71429	18,90179	19,69140625
16	12,75	22,57143	18,90179	0,176100128
14	12,75	21,14286	18,90179	0,982222577
14	12,75	20,85714	18,90179	0,497528699
14	12,75	20,85714	18,90179	0,497528699
11	12,75	19,71429	18,90179	6,56640625
12	12,75	19,42857	18,90179	1,63018176
13	12,75	19,14286	18,90179	7,97194E-05
12	12,75	18,57143	18,90179	0,176100128
11	12,75	18,57143	18,90179	2,015385842
11	12,75	17,71429	18,90179	0,31640625
10	12,75	17,57143	18,90179	2,015385842

10	12,75	17,28571	18,90179	1,285794005 259,1964286

HC CARGA 4		B0	B5	B10	B20	B40	B80	B100	MÉDIA							
	SEV	24	12	14	12	15	10	14	14,43	14,42857	12,39286					
	SEV	22	9	13	9	13	9	13	12,57	12,57143						
	SEV	19	7	11	8	13	9	12	11,29	11,28571						
	SEV	17	8	11	7	14	10	12	11,29	11,28571		sev	12,39	a	sev-srf	-3,36
	SRF	24	17	22	19	19	15	14	18,57	18,57143	15,75	srf	15,75	a	sev-cev	-2,68
	SRF	22	16	17	18	15	14	13	16,43	16,42857		cev	15,07	a	sev-crf	-1,78
		19	15	16	14	14	13	12								
	SRF								14,71	14,71429		crf	14,17	a	srf-cev	0,68
	SRF	17	13	14	13	14	11	11	13,29	13,28571					srf-crf	1,58
	CEV	24	21	21	15	13	12	12	16,86	16,85714	15,07143				cev-crf	0,9
	CEV	22	18	18	15	13	11	11	15,43	15,42857						
	CEV	19	17	17	13	12	11	11	14,29	14,28571						
	CEV	17	16	17	12	12	11	11	13,71	13,71429						
	CRF	24	19	17	16	13	12	10	15,86	15,85714	14,17857					
	CRF	22	17	16	15	12	11	11	14,86	14,85714						
	CRF	19	16	15	12	11	11	10	13,43	13,42857						
	CRF	17	15	13	12	11	10	10	12,57	12,57143						
	MÉDIA	20,50	14,75	15,75	13,13	13,38	11,25	11,69	14,35							
		20,5	14,75	15,75	13,125	13,375	11,25	11,6875								

FONJTE DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADOS MÉDIOS	VALOR F CALCULADO	VALOR F TABELA
ÓLEOS	3	70,71593929	23,57198	1,160352	3,16
BLENDAS	6	236,370625	39,3951	1,93926	2,66
RESIDUOS	18	365,6610714	20,3145		
TOTAL		672,7476357			

ij	Yi	Yj	Ytot	(ij-Yi-Yj+Ytot)²
24	20,5	14,42857	14,35	11,70617347
22	20,5	12,57143	14,35	10,74903061
19	20,5	11,28571	14,35	2,446989796
17	20,5	11,28571	14,35	0,189846939
24	20,5	18,57143	14,35	0,520459184
22	20,5	16,42857	14,35	0,334744898
19	20,5	14,71429	14,35	3,475561224
17	20,5	13,28571	14,35	5,932704082
24	20,5	16,85714	14,35	0,985765306
22	20,5	15,42857	14,35	0,177602041
19	20,5	14,28571	14,35	2,06127551
17	20,5	13,71429	14,35	8,204132653
24	20,5	15,85714	14,35	3,971479592
22	20,5	14,85714	14,35	0,985765306
19	20,5	13,42857	14,35	0,334744898
17	20,5	12,57143	14,35	2,963316327
12	14,75	14,42857	14,35	8,000816327
9	14,75	12,57143	14,35	15,7722449
7	14,75	11,28571	14,35	21,95591837
8	14,75	11,28571	14,35	13,5844898
17	14,75	18,57143	14,35	3,886530612
16	14,75	16,42857	14,35	0,686530612
15	14,75	14,71429	14,35	0,013061224
13	14,75	13,28571	14,35	0,470204082
21	14,75	16,85714	14,35	14,00897959
18	14,75	15,42857	14,35	4,715102041
17	14,75	14,28571	14,35	5,355918367
16	14,75	13,71429	14,35	3,555918367
19	14,75	15,85714	14,35	7,523265306
17	14,75	14,85714	14,35	3,03755102
16	14,75	13,42857	14,35	4,715102041
15	14,75	12,57143	14,35	4,115102041
14	15,75	14,42857	14,35	3,343673469
13	15,75	12,57143	14,35	0,943673469
11	15,75	11,28571	14,35	2,841632653
11	15,75	11,28571	14,35	2,841632653
22	15,75	18,57143	14,35	4,115102041
17	15,75	16,42857	14,35	0,686530612
16	15,75	14,71429	14,35	0,013061224
14	15,75	13,28571	14,35	0,470204082
21	15,75	16,85714	14,35	7,523265306
18	15,75	15,42857	14,35	1,372244898
17	15,75	14,28571	14,35	1,727346939
17	15,75	13,71429	14,35	3,555918367
17	15,75	15,85714	14,35	0,066122449
16	15,75	14,85714	14,35	0,066122449
15	15,75	13,42857	14,35	0,029387755

Yi	Ytot	(Yi-Ytot)²
20,5	14,35	37,8225
14,75	14,35	0,16
15,75	14,35	1,96
13,125	14,35	1,500625
13,375	14,35	0,950625
11,25	14,35	9,61
11,6875	14,35	7,088906
sqb		59,09266

Yj	Ytot	(Yj-Ytot)²
17,25	18,90179	2,728396
21,36	18,90179	6,042817
19,21	18,90179	0,094996
17,79	18,90179	1,236067
sqtr		10,10228

B	7
K	4
R	16

SQtr=b*∑(Yi-Ytot)²
70,71593929
SQB=k*∑(Yj-Ytot)²
236,370625
SQR=∑∑(ij-Yi-Yj+Ytot)²
365,6610714
SQT=SQtr-SQB+SQR
672,7476357

QMTR= SQtr/ (K-1) 23,57198
QMB= SQB/ (B-1) 39,3951
QMR= SQR/ (K-1)*(B-1) 20,3145

FTR= QMTR/QMR 1,160352
FBLOC= QMB/QMR 1,93926

b0	20,5	a
b5	14,75	a
b10	15,75	a
b20	13,125	a
b40	13,375	a
b80	11,25	a
b100	11,6875	a

b0	20,5	b0-b5	5,75
b5	14,75	b0-b10	4,75
b10	15,75	b0-b20	7,375
b20	13,125	b0-b40	7,125
b40	13,375	b0-b80	9,25
b80	11,25	b0-b100	8,8125
b100	11,6875	b5-b10	-1
		b5-b20	1,625
		b5-b40	7,125
		b5-b80	3,5
		b5-b100	8,8125
		b10-b20	2,625
		b10-b40	2,375
		b10-b80	4,5
		b10-b100	4,0625
		b20-b40	-0,25
		b20-b80	1,875
		b20-b100	1,4375
		b40-b80	2,125
		b40-b100	1,6875
		b80-b100	-0,4375

dms=q*Vqmr/r	8,135426	10,11858
q	3,61	4,49
qmr	20,3145	
r	4	
raiz qmr	4,507161	
raiz r	2	

13	15,75	12,57143	14,35	0,943673469
12	13,125	14,42857	14,35	1,448584184
9	13,125	12,57143	14,35	5,505727041
8	13,125	11,28571	14,35	4,246543367
7	13,125	11,28571	14,35	9,367971939
19	13,125	18,57143	14,35	2,734298469
18	13,125	16,42857	14,35	7,820012755
14	13,125	14,71429	14,35	0,260829082
13	13,125	13,28571	14,35	0,882257653
15	13,125	16,85714	14,35	0,399604592
15	13,125	15,42857	14,35	0,634298469
13	13,125	14,28571	14,35	0,003686224
12	13,125	13,71429	14,35	0,23940051
16	13,125	15,85714	14,35	1,871033163
15	13,125	14,85714	14,35	1,871033163
12	13,125	13,42857	14,35	0,041441327
12	13,125	12,57143	14,35	0,427155612
15	13,375	14,42857	14,35	2,391441327
13	13,375	12,57143	14,35	1,970012755
13	13,375	11,28571	14,35	7,232257653
14	13,375	11,28571	14,35	13,61082908
19	13,375	18,57143	14,35	1,970012755
15	13,375	16,42857	14,35	0,205727041
14	13,375	14,71429	14,35	0,067971939
14	13,375	13,28571	14,35	2,853686224
13	13,375	16,85714	14,35	8,306747449
13	13,375	15,42857	14,35	2,112869898
12	13,375	14,28571	14,35	1,717971939
12	13,375	13,71429	14,35	0,546543367
13	13,375	15,85714	14,35	3,542461735
12	13,375	14,85714	14,35	3,542461735
11	13,375	13,42857	14,35	2,112869898
11	13,375	12,57143	14,35	0,355727041
10	11,25	14,42857	14,35	1,765102041
9	11,25	12,57143	14,35	0,222244898
9	11,25	11,28571	14,35	0,663061224
10	11,25	11,28571	14,35	3,291632653
15	11,25	18,57143	14,35	0,222244898
14	11,25	16,42857	14,35	0,450816327
13	11,25	14,71429	14,35	1,920204082
11	11,25	13,28571	14,35	0,663061224
12	11,25	16,85714	14,35	3,08755102
11	11,25	15,42857	14,35	1,765102041
11	11,25	14,28571	14,35	0,034489796
11	11,25	13,71429	14,35	0,14877551
12	11,25	15,85714	14,35	0,573265306
11	11,25	14,85714	14,35	0,573265306
11	11,25	13,42857	14,35	0,450816327
10	11,25	12,57143	14,35	0,279387755
14	11,6875	14,42857	14,35	4,990436862
13	11,6875	12,57143	14,35	9,554722577
12	11,6875	11,28571	14,35	11,40268176
12	11,6875	11,28571	14,35	11,40268176
14	11,6875	18,57143	14,35	3,644008291
13	11,6875	16,42857	14,35	0,586865434
12	11,6875	14,71429	14,35	0,00268176
11	11,6875	13,28571	14,35	0,141967474
12	11,6875	16,85714	14,35	4,81645727
11	11,6875	15,42857	14,35	3,119008291
11	11,6875	14,28571	14,35	0,388396046
11	11,6875	13,71429	14,35	0,00268176
10	11,6875	15,85714	14,35	10,20574298
11	11,6875	14,85714	14,35	1,427171556
10	11,6875	13,42857	14,35	0,586865434
10	11,6875	12,57143	14,35	0,008294005
				365,6610714

HC CARGA 5		B0	B5	B10	B20	B40	B80	B100	MÉDIA	
	SEV	17	6	11	6	12	9	11	10,29	10,57
	SEV	17	7	10	7	13	11	11	10,86	
	SEV	15	6	10	7	12	12	11	10,43	
	SEV	16	7	10	9	12	11	10	10,71	
	SRF	17	13	15	14	11	11	11	13,14	12,07
	SRF	17	11	14	11	12	11	11	12,43	
		15	11	11	10	12	11	10		
	SRF								11,43	
	SRF	16	11	11	10	11	10	10	11,29	
	CEV	17	16	16	12	10	11	11	13,29	12,61
	CEV	17	13	15	12	10	10	11	12,57	
	CEV	15	14	14	13	10	12	10	12,57	
	CEV	16	13	14	12	10	10	9	12,00	
	CRF	17	16	14	11	8	10	10	12,29	11,61
	CRF	17	15	13	10	9	10	9	11,86	
	CRF	15	14	12	10	9	10	9	11,29	
	CRF	16	14	11	9	9	9	9	11,00	
	MÉDIA	16,25	11,69	12,56	10,19	10,63	10,50	10,19	11,71	
		16,25	11,6875	12,5625	10,1875	10,625	10,5	10,1875		

FONJTE DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADOS MÉDIOS	VALOR F CALCULADO	VALOR F TABELA
ÓLEOS	3	15,69643	5,232143	0,327169	3,16
BLENDAS	6	114,4648	19,07747	1,192925	2,66
RESIDUOS	18	287,8592	15,99218		
TOTAL		418,0204			

ij	Yi	Yj	Ytot	(ij-Yi-Yj+Ytot)²
17	16,25	10,28571	11,71	4,727518367
17	16,25	10,85714	11,71	2,56915102
15	16,25	10,42857	11,71	0,000987755
16	16,25	10,71429	11,71	0,556089796
17	16,25	13,14286	11,71	0,466293878
17	16,25	12,42857	11,71	0,000987755
15	16,25	11,42857	11,71	0,938130612
16	16,25	11,28571	11,71	0,03037551
17	16,25	13,28571	11,71	0,681804082
17	16,25	12,57143	11,71	0,012416327
15	16,25	12,57143	11,71	4,458130612
16	16,25	12	11,71	0,2916
17	16,25	12,28571	11,71	0,03037551
17	16,25	11,85714	11,71	0,363436735
15	16,25	11,28571	11,71	0,681804082
16	16,25	11	11,71	0,2116
6	11,6875	10,28571	11,71	18,17499605
7	11,6875	10,85714	11,71	14,70448584
6	11,6875	10,42857	11,71	19,41346543
7	11,6875	10,71429	11,71	13,62928176
13	11,6875	13,14286	11,71	0,014485842
11	11,6875	12,42857	11,71	1,977036862
11	11,6875	11,42857	11,71	0,164894005
11	11,6875	11,28571	11,71	0,06928176
16	11,6875	13,28571	11,71	7,489996046
13	11,6875	12,57143	11,71	0,203465434
14	11,6875	12,57143	11,71	2,105608291
13	11,6875	12	11,71	1,04550625
16	11,6875	12,28571	11,71	13,96356747
15	11,6875	11,85714	11,71	10,01948584
14	11,6875	11,28571	11,71	7,489996046
14	11,6875	11	11,71	9,13550625
11	12,5625	10,28571	11,71	0,019103189
10	12,5625	10,85714	11,71	2,922878699
10	12,5625	10,42857	11,71	1,641144005
10	12,5625	10,71429	11,71	2,454817474
15	12,5625	13,14286	11,71	1,00930727
14	12,5625	12,42857	11,71	0,516858291
11	12,5625	11,42857	11,71	1,641144005
11	12,5625	11,28571	11,71	1,29553176
16	12,5625	13,28571	11,71	3,466246046
15	12,5625	12,57143	11,71	2,484001148
14	12,5625	12,57143	11,71	0,331858291

Yi	Ytot	(Yi-Ytot)²
16,25	11,71	20,6116
11,6875	11,71	0,000506
12,5625	11,71	0,726756
10,1875	11,71	2,318006
10,625	11,71	1,177225
10,5	11,71	1,4641
10,1875	11,71	2,318006
SQb		28,6162

Yj	Ytot	(Yj-Ytot)²
10,57	11,71	1,306122
12,07	11,71	0,127551
12,61	11,71	0,797194
11,61	11,71	0,01148
sqtr		2,242347

B	7	SQtr=b*∑(Yi-Ytot)²
K	4	15,69643
R	16	SQB=k*∑(Yj-Ytot)²
		114,4648
		SQR=∑∑(ij-Yi-Yj+Ytot)²
		287,8592
		SQT=SQtr-SQB+SQR
		418,0204
		QMTR= SQ 5,232143
		QMB= SQB 19,07747
		QMR= SQR 15,99218
		FTR= QMTI 0,327169
		FBLOC= QM 1,192925
		b0 16,25
		b5 11,6875
		b10 12,5625
		b20 10,1875
		b40 10,625
		b80 10,5
		b100 10,1875

b0-b5	4,5625
b0-b10	3,6875
b0-b20	6,0625
b0-b40	5,625
b0-b80	5,75
b0-b100	6,0625
b5-b10	-0,875
b5-b20	1,5
b5-b40	5,625
b5-b80	1,1875
b5-b100	6,0625
b10-b20	2,375
b10-b40	1,9375
b10-b80	2,0625
b10-b100	2,375
b20-b40	-0,4375
b20-b80	-0,3125
b20-b100	0
b40-b80	0,125
b40-b100	0,4375
b80-b100	0,3125

dms=q*√(qı	7,218235	8,977805
q	3,61	4,49
qmr	15,99218	
r	4	
raiz qmr	3,999022	
raiz r	2	

14	12,5625	12	11,71	1,31675625
14	12,5625	12,28571	11,71	0,742674617
13	12,5625	11,85714	11,71	0,08430727
12	12,5625	11,28571	11,71	0,019103189
11	12,5625	11	11,71	0,72675625
6	10,1875	10,28571	11,71	7,635353189
7	10,1875	10,85714	11,71	5,45055727
7	10,1875	10,42857	11,71	3,633108291
9	10,1875	10,71429	11,71	0,03678176
14	10,1875	13,14286	11,71	5,662700128
11	10,1875	12,42857	11,71	0,008822577
10	10,1875	11,42857	11,71	0,008822577
10	10,1875	11,28571	11,71	0,056067474
12	10,1875	13,28571	11,71	0,056067474
12	10,1875	12,57143	11,71	0,904536862
13	10,1875	12,57143	11,71	3,806679719
12	10,1875	12	11,71	2,31800625
11	10,1875	12,28571	11,71	0,056067474
10	10,1875	11,85714	11,71	0,111985842
10	10,1875	11,28571	11,71	0,056067474
9	10,1875	11	11,71	0,22800625
12	10,625	10,28571	11,71	7,83600051
13	10,625	10,85714	11,71	10,41906173
12	10,625	10,42857	11,71	7,056612755
12	10,625	10,71429	11,71	5,620286224
11	10,625	13,14286	11,71	1,119061735
12	10,625	12,42857	11,71	0,430898469
12	10,625	11,42857	11,71	2,743755612
11	10,625	11,28571	11,71	0,638857653
10	10,625	13,28571	11,71	4,843143367
10	10,625	12,57143	11,71	2,209469898
10	10,625	12,57143	11,71	2,209469898
10	10,625	12	11,71	0,837225
8	10,625	12,28571	11,71	10,24457194
9	10,625	11,85714	11,71	3,140490306
9	10,625	11,28571	11,71	1,441714796
9	10,625	11	11,71	0,837225
9	10,5	10,28571	11,71	0,005732653
11	10,5	10,85714	11,71	1,830222449
12	10,5	10,42857	11,71	7,736344898
11	10,5	10,71429	11,71	2,237161224
11	10,5	13,14286	11,71	0,870222449
11	10,5	12,42857	11,71	0,047773469
11	10,5	11,42857	11,71	0,610630612
10	10,5	11,28571	11,71	0,005732653
11	10,5	13,28571	11,71	1,157161224
10	10,5	12,57143	11,71	1,853487755
12	10,5	12,57143	11,71	0,407773469
10	10,5	12	11,71	0,6241
10	10,5	12,28571	11,71	1,157161224
10	10,5	11,85714	11,71	0,418793878
10	10,5	11,28571	11,71	0,005732653
9	10,5	11	11,71	0,6241
11	10,1875	10,28571	11,71	5,003210332
11	10,1875	10,85714	11,71	2,773414413
11	10,1875	10,42857	11,71	4,384536862
10	10,1875	10,71429	11,71	0,653210332
11	10,1875	13,14286	11,71	0,384842985
11	10,1875	12,42857	11,71	0,008822577
10	10,1875	11,42857	11,71	0,008822577
10	10,1875	11,28571	11,71	0,056067474
11	10,1875	13,28571	11,71	0,582496046
11	10,1875	12,57143	11,71	0,002394005
10	10,1875	12,57143	11,71	1,100251148
9	10,1875	12	11,71	2,18300625
10	10,1875	12,28571	11,71	0,582496046
9	10,1875	11,85714	11,71	1,781271556
9	10,1875	11,28571	11,71	0,582496046

9	10,1875	11	11,71	0,22800625
		SQR		287,8592

NOX CARGA 2		B0	B5	B10	B20	B40	B80	B100	MÉDIA	
	SEV	45	39	30	36	27	34	31	34,57	35,53571
	SEV	45	40	32	37	27	34	33	35,43	
	SEV	44	42	32	36	27	35	35	35,86	
	SEV	44	43	32	37	27	35	36	36,29	
	SRF	45	15	15	15	16	21	19	20,86	21,42857
	SRF	45	16	15	15	17	22	21	21,57	
		44	16	16	15	18	22	21		
	SRF								21,71	
	SRF	44	17	16	15	17	21	21	21,57	
	CEV	45	14	13	18	20	21	20	21,57	21,78571
		45	16	16	18	17	20	20		
	CEV								21,71	
	CEV	44	16	17	18	17	20	21	21,86	
	CEV	44	15	17	19	17	20	22	22,00	
	CRF	45	21	17	17	21	23	20	23,43	23,71429
	CRF	45	22	16	17	21	24	21	23,71	
	CRF	44	22	17	17	22	24	21	23,86	
	CRF	44	22	17	18	22	24	20	23,86	
	MÉDIA	44,50	23,50	19,88	21,75	20,81	25,00	23,88	25,62	25,62
		44,5	23,5	19,875	21,75	20,8125	25	23,875		

FONJTE DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADOS MÉDIOS	VALOR F CALCULADO	VALOR F TABELA
ÓLEOS	3	939,5603	313,1868	4,63319197	3,16
BLENDAS	6	1741,889	290,3148	4,2948311	2,66
RESIDUOS	18	1216,734	67,59633		
TOTAL		3898,183			

j	Yi	Yj	Ytot	(ij-Yi-Yj+Ytot)²
45	44,5	34,57143	25,62	71,4266449
45	44,5	35,42857	25,62	86,64950204
44	44,5	35,85714	25,62	115,2862367
44	44,5	36,28571	25,62	124,6731755
45	44,5	20,85714	25,62	27,69766531
45	44,5	21,57143	25,62	20,68950204
44	44,5	21,71429	25,62	11,5988898
44	44,5	21,57143	25,62	12,59235918
45	44,5	21,57143	25,62	20,68950204
45	44,5	21,71429	25,62	19,41031837
44	44,5	21,85714	25,62	10,64623673
44	44,5	22	25,62	9,7344
45	44,5	23,42857	25,62	7,243787755
45	44,5	23,71429	25,62	5,787461224
44	44,5	23,85714	25,62	1,594808163
44	44,5	23,85714	25,62	1,594808163
39	23,5	34,57143	25,62	42,88378776
40	23,5	35,42857	25,62	44,77521633
42	23,5	35,85714	25,62	68,27480816
43	23,5	36,28571	25,62	78,04460408
15	23,5	20,85714	25,62	13,96623673
16	23,5	21,57143	25,62	11,91235918
16	23,5	21,71429	25,62	12,9188898
17	23,5	21,57143	25,62	6,009502041
14	23,5	21,57143	25,62	29,71807347
16	23,5	21,71429	25,62	12,9188898
16	23,5	21,85714	25,62	13,96623673
15	23,5	22	25,62	23,8144
21	23,5	23,42857	25,62	0,095216327
22	23,5	23,71429	25,62	0,164604082
22	23,5	23,85714	25,62	0,069093878
22	23,5	23,85714	25,62	0,069093878
30	19,875	34,57143	25,62	1,377269898
32	19,875	35,42857	25,62	5,365841327
32	19,875	35,85714	25,62	3,564004592
32	19,875	36,28571	25,62	2,129514796
15	19,875	20,85714	25,62	0,01257602
15	19,875	21,57143	25,62	0,682984184
16	19,875	21,71429	25,62	0,000943367
16	19,875	21,57143	25,62	0,030127041
13	19,875	21,57143	25,62	7,988698469
16	19,875	21,71429	25,62	0,000943367
17	19,875	21,85714	25,62	0,788290306
17	19,875	22	25,62	0,555025
17	19,875	23,42857	25,62	0,467269898
16	19,875	23,71429	25,62	3,878086224
17	19,875	23,85714	25,62	1,236861735
17	19,875	23,85714	25,62	1,236861735
36	21,75	34,57143	25,62	28,07485918
37	21,75	35,42857	25,62	29,6091449

Yi	Ytot	(Yi-Ytot)²
44,5	25,62	356,4544
23,5	25,62	4,4944
19,875	25,62	33,00503
21,75	25,62	14,9769
20,8125	25,62	23,11206
25	25,62	0,3844
23,875	25,62	3,045025
SQb		435,4722

Yj	Ytot	(Yj-Ytot)²
35,54	25,62	98,39931
21,43	25,62	17,53516
21,79	25,62	14,67164
23,71	25,62	3,616789
sqtr		134,2229

B	7	SQtr=b*∑(Yi-Ytot)²	
K	4		939,5602679
R	16	SQB=k*∑(Yj-Ytot)²	
			1741,888825
		SQR=∑∑(ij-Yi-Yj+Ytot)²	
			1216,733871
		SQT=SQtr-SQB+SQR	
			3898,182964

QMTR= SQtr/ (K-1)	313,1868		
QMB= SQB/ (B-1)	290,3148		
QMR= SQR/ (K-1)*(B-1)	67,59633		
FTR= QMTR/QMR	4,633192		
FBLOC= QMB/QMR	4,294831		

b0	44,50	a	SEV	35,53571 a
b5	23,50	b	SRF	21,42857 a
b10	19,88	b	CEV	21,78571 a
b20	21,75	b	CRF	23,71429 a
b40	20,81	b		
b80	25,00	b		
b100	23,88	b		

b0-b5	21	SEV-SRF	14,10714
b0-b10	24,625	SEV-CEV	13,75
b0-b20	22,75	SEV-CRF	11,82143
b0-b40	23,6875	SRF-CEV	-0,35714
b0-b80	19,5	SRF-CRF	-2,28571
b0-b100	20,625	CEV-CRF	-1,92857
b5-b10	3,625		
b5-b20	1,75		
b5-b40	2,69		
b5-b80	-1,5		
b5-b100	-0,38		
b10-b20	-1,875		
b10-b40	-0,9375		
b10-b80	-5,125		
b10-b100	-4		
b20-b40	0,9375		
b20-b80	-3,25		
b20-b100	-2,125		
b40-b80	-4,1875		
b40-b100	-3,0625		
b80-b100	1,125		

dms=q*Vqmr/r	14,84017	18,45771
q	3,61	4,49
qmr	67,59633	
r	4	

36	21,75	35,85714	25,62	16,10302245
37	21,75	36,28571	25,62	21,01567551
15	21,75	20,85714	25,62	3,948736735
15	21,75	21,57143	25,62	7,297716327
15	21,75	21,71429	25,62	8,089961224
15	21,75	21,57143	25,62	7,297716327
18	21,75	21,57143	25,62	0,089144898
18	21,75	21,71429	25,62	0,024246939
18	21,75	21,85714	25,62	0,000165306
19	21,75	22	25,62	0,7569
17	21,75	23,42857	25,62	6,546287755
17	21,75	23,71429	25,62	8,089961224
17	21,75	23,85714	25,62	8,923022449
18	21,75	23,85714	25,62	3,948736735
27	20,8125	34,57143	25,62	7,639301148
27	20,8125	35,42857	25,62	13,11215829
27	20,8125	35,85714	25,62	16,39960727
27	20,8125	36,28571	25,62	20,05440319
16	20,8125	20,85714	25,62	0,002464413
17	20,8125	21,57143	25,62	0,055729719
18	20,8125	21,71429	25,62	1,195117474
17	20,8125	21,57143	25,62	0,055729719
20	20,8125	21,57143	25,62	10,47215829
17	20,8125	21,71429	25,62	0,008688903
17	20,8125	21,85714	25,62	0,002464413
17	20,8125	22	25,62	0,03705625
21	20,8125	23,42857	25,62	5,659301148
21	20,8125	23,71429	25,62	4,381546046
22	20,8125	23,85714	25,62	8,70460727
22	20,8125	23,85714	25,62	8,70460727
34	25	34,57143	25,62	0,002359184
34	25	35,42857	25,62	0,653787755
35	25	35,85714	25,62	0,056236735
35	25	36,28571	25,62	0,44317551
21	25	20,85714	25,62	0,58195102
22	25	21,57143	25,62	1,099502041
22	25	21,71429	25,62	0,820318367
21	25	21,57143	25,62	0,002359184
21	25	21,57143	25,62	0,002359184
20	25	21,71429	25,62	1,197461224
20	25	21,85714	25,62	1,530522449
20	25	22	25,62	1,9044
23	25	23,42857	25,62	0,036644898
24	25	23,71429	25,62	0,820318367
24	25	23,85714	25,62	0,58195102
24	25	23,85714	25,62	0,58195102
31	23,875	34,57143	25,62	3,335841327
33	23,875	35,42857	25,62	0,467269898
35	23,875	35,85714	25,62	0,788290306
36	23,875	36,28571	25,62	2,129514796
19	23,875	20,85714	25,62	0,01257602
21	23,875	21,57143	25,62	1,377269898
21	23,875	21,71429	25,62	1,062371939
21	23,875	21,57143	25,62	1,377269898
20	23,875	21,57143	25,62	0,030127041
20	23,875	21,71429	25,62	0,000943367
21	23,875	21,85714	25,62	0,788290306
22	23,875	22	25,62	3,045025
20	23,875	23,42857	25,62	2,834412755
21	23,875	23,71429	25,62	0,939514796
21	23,875	23,85714	25,62	1,236861735
20	23,875	23,85714	25,62	4,461147449
			SQR	1216,733871

NOX CARGA 3		B0	B5	B10	B20	B40	B80	B100	MÉDIA	
	SEV	49	47	38	41	23	39	**39**	39,43	41,28571
	SEV	50	49	38	42	28	38	**40**	40,71	
	SEV	51	49	40	43	30	39	**42**	42,00	
	SEV	53	50	41	44	31	40	**42**	43,00	
	SRF	49	19	18	18	20	24	**24**	24,57	25,75
	SRF	50	21	19	19	21	24	**25**	25,57	
		51	22	20	18	22	25	**25**		
	SRF								26,14	
	SRF	53	22	20	19	22	25	**26**	26,71	
	CEV	49	19	20	22	23	22	**24**	25,57	26,46429
	CEV	50	19	20	23	24	23	**25**	26,29	
	CEV	51	20	21	23	24	23	**26**	26,86	
	CEV	53	20	20	23	24	24	**26**	27,14	
	CRF	49	25	21	21	25	28	**24**	27,57	27,96429
	CRF	50	25	20	21	25	28	**24**	27,57	
	CRF	51	26	22	21	25	28	**25**	28,29	
	CRF	53	25	22	22	25	28	**24**	28,43	
	MÉDIA	50,75	28,63	25,00	26,25	24,50	28,63	28,81	30,37	30,37
		50,75	28,625	25	26,25	24,5	28,625	28,8125		

FONJTE DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADOS MÉDIOS	VALOR F CALCULADO	VALOR F TABELA
ÓLEOS	3	3528,899	1176,3	4,840598	3,16
BLENDAS	6	2016,514	336,0856	1,383028	2,66
RESIDUOS	18	4374,128	243,0071		
TOTAL		9919,541			

ij	Yi	Yj	Ytot	(ij-Yi-Yj+Ytot)²
49	50,75	34,57143	30,37	35,4195
50	50,75	35,42857	30,37	33,7395
51	50,75	35,85714	30,37	27,42767
53	50,75	36,28571	30,37	13,43746
49	50,75	20,85714	30,37	60,26195
50	50,75	21,57143	30,37	64,7795
51	50,75	21,71429	30,37	79,31175
53	50,75	21,57143	30,37	122,0709
49	50,75	21,57143	30,37	49,68236
50	50,75	21,71429	30,37	62,50032
51	50,75	21,85714	30,37	76,78767
53	50,75	22	30,37	112,7844
49	50,75	23,42857	30,37	26,95093
50	50,75	23,71429	30,37	34,87746
51	50,75	23,85714	30,37	45,73624
53	50,75	23,85714	30,37	76,78767
47	28,625	34,57143	30,37	200,8901
49	28,625	35,42857	30,37	234,593
49	28,625	35,85714	30,37	221,6483
50	28,625	36,28571	30,37	238,9895
19	28,625	20,85714	30,37	0,012576
21	28,625	21,57143	30,37	1,37727
22	28,625	21,71429	30,37	4,123801
22	28,625	21,57143	30,37	4,724413
19	28,625	21,57143	30,37	0,682984
19	28,625	21,71429	30,37	0,939515
20	28,625	21,85714	30,37	0,012576
20	28,625	22	30,37	0,065025
25	28,625	23,42857	30,37	10,9987
25	28,625	23,71429	30,37	9,185229
26	28,625	23,85714	30,37	15,11543
25	28,625	23,85714	30,37	8,339719
38	25	34,57143	30,37	77,41486
38	25	35,42857	30,37	63,06629
40	25	35,85714	30,37	90,49445
41	25	36,28571	30,37	101,6928
18	25	20,85714	30,37	6,314451
19	25	21,57143	30,37	7,832002
20	25	21,71429	30,37	13,36425
20	25	21,57143	30,37	14,42914
20	25	21,57143	30,37	14,42914
20	25	21,71429	30,37	13,36425
21	25	21,85714	30,37	20,36588

Yi	Ytot	(Yi-Ytot)²
50,75	30,37	415,3444
28,625	30,37	3,045025
25	30,37	28,8369
26,25	30,37	16,9744
24,5	30,37	34,4569
28,625	30,37	3,045025
28,8125	30,37	2,425806
sqb		504,1285

Yj	Ytot	(Yj-Ytot)²
41,29	30,37	119,2386
25,75	30,37	21,30812
26,46	30,37	15,22393
27,96	30,37	5,768575
sqtr		161,5392

B	7	
K	4	
R	16	

SQTr=b*∑(Yi-Ytot)² 3528,899

SQB=k*∑(Yj-Ytot)² 2016,514

SQR=∑∑(ij-Yi-Yj+Ytot)² 4374,128

SQT=SQtr-SQB+SQR 9919,541

QMTR= SQ	1176,3
QMB= SQB	336,0856
QMR= SQR	243,0071
FTR= QMTI	4,840598
FBLOC= QI	1,383028

b0	50,75	b	SEV	41,28571	a
b5	28,63	b	SRF	25,75	a
b10	25,00	b	CEV	26,46429	a
b20	26,25	b	CRF	27,96429	a
b40	24,50	b			
b80	28,63	b			
b100	28,81	b			

b0-b5	22,125	SEV-SRF	15,53571
b0-b10	25,75	SEV-CEV	14,82143
b0-b20	24,5	SEV-CRF	13,32143
b0-b40	26,25	SRF-CEV	-0,71429
b0-b80	22,125	SRF-CRF	-2,21429
b0-b100	21,9375	CEV-CRF	-1,5
b5-b10	3,625		
b5-b20	2,375		
b5-b40	4,13		
b5-b80	0		
b5-b100	-0,19		
b10-b20	-1,25		
b10-b40	0,5		
b10-b80	-3,625		
b10-b100	-3,8125		
b20-b40	1,75		
b20-b80	-2,375		
b20-b100	-2,5625		
b40-b80	-4,125		

dms=q*Vqı	28,13758	34,9966
q	3,61	4,49
qmr	243,0071	
r	4	

20	25	22	30,37	11,3569
21	25	23,42857	30,37	8,652002
20	25	23,71429	30,37	2,74139
22	25	23,85714	30,37	12,34017
22	25	23,85714	30,37	12,34017
41	26,25	34,57143	30,37	111,2724
42	26,25	35,42857	30,37	114,3066
43	26,25	35,85714	30,37	126,852
44	26,25	36,28571	30,37	140,0503
18	26,25	20,85714	30,37	1,594808
19	26,25	21,57143	30,37	2,398073
18	26,25	21,71429	30,37	0,164604
19	26,25	21,57143	30,37	2,398073
22	26,25	21,57143	30,37	20,6895
23	26,25	21,71429	30,37	29,22175
23	26,25	21,85714	30,37	27,69767
23	26,25	22	30,37	26,2144
21	26,25	23,42857	30,37	2,860931
21	26,25	23,71429	30,37	1,976033
21	26,25	23,85714	30,37	1,594808
22	26,25	23,85714	30,37	5,120522
23	24,5	34,57143	30,37	32,50629
28	24,5	35,42857	30,37	2,429145
30	24,5	35,85714	30,37	0,000165
31	24,5	36,28571	30,37	0,34139
20	24,5	20,85714	30,37	25,12874
21	24,5	21,57143	30,37	28,07486
22	24,5	21,71429	30,37	37,89282
22	24,5	21,57143	30,37	39,672
23	24,5	21,57143	30,37	53,26914
24	24,5	21,71429	30,37	66,51568
24	24,5	21,85714	30,37	64,20588
24	24,5	22	30,37	61,9369
25	24,5	23,42857	30,37	55,37486
25	24,5	23,71429	30,37	51,20425
25	24,5	23,85714	30,37	49,18017
25	24,5	23,85714	30,37	49,18017
39	28,625	34,57143	30,37	38,11298
38	28,625	35,42857	30,37	18,63156
39	28,625	35,85714	30,37	23,89115
40	28,625	36,28571	30,37	29,8038
24	28,625	20,85714	30,37	23,89115
24	28,625	21,57143	30,37	17,4187
25	28,625	21,71429	30,37	25,30809
25	28,625	21,57143	30,37	26,76584
22	28,625	21,57143	30,37	4,724413
23	28,625	21,71429	30,37	9,185229
23	28,625	21,85714	30,37	8,339719
24	28,625	22	30,37	14,02503
28	28,625	23,42857	30,37	39,89727
28	28,625	23,71429	30,37	36,36951
28	28,625	23,85714	30,37	34,66686
28	28,625	23,85714	30,37	34,66686
39	28,8125	34,57143	30,37	35,83305
40	28,8125	35,42857	30,37	37,56377
42	28,8125	35,85714	30,37	59,2955
42	28,8125	36,28571	30,37	52,87887
24	28,8125	20,85714	30,37	22,09336
25	28,8125	21,57143	30,37	24,86091
25	28,8125	21,71429	30,37	23,45672
26	28,8125	21,57143	30,37	35,83305
24	28,8125	21,57143	30,37	15,88877
25	28,8125	21,71429	30,37	23,45672
26	28,8125	21,85714	30,37	32,49407
26	28,8125	22	30,37	30,88581
24	28,8125	23,42857	30,37	4,532337
24	28,8125	23,71429	30,37	3,397439
25	28,8125	23,85714	30,37	7,291929

b40-b100	-4,3125
b80-b100	-0,1875

24	28,8125	23,85714		30,37	2,891214
			SQR		4374,128

NOX CARGA 4		B0	B5	B10	B20	B40	B80	B100	MÉDIA	
	SEV	80	93	80	80	67	60	77	76,71	87,25
	SEV	95	100	86	86	75	73	86	85,86	
	SEV	103	103	91	89	80	80	91	91,00	
	SEV	110	107	95	93	85	84	94	95,43	
	SRF	80	48	43	44	45	49	49	51,14	58,57143
	SRF	95	52	47	49	51	54	56	57,71	
		103	55	51	52	53	57	59		
	SRF								61,43	
	SRF	110	56	53	53	56	59	61	64,00	
	CEV	80	41	41	45	45	45	48	49,29	56,17857
	CEV	95	46	46	49	49	50	53	55,43	
	CEV	103	48	49	52	51	53	55	58,71	
	CEV	110	50	51	54	52	55	57	61,29	
	CRF	80	56	49	47	48	49	48	53,86	61,57143
	CRF	95	62	53	52	54	58	53	61,00	
	CRF	103	65	55	54	58	59	56	64,29	
	CRF	110	66	57	57	61	61	58	67,14	
	MÉDIA	97,00	65,50	59,19	59,75	58,13	59,13	62,56	65,89	65,89
		97	65,5	59,1875	59,75	58,125	59,125	62,5625		

FONJTE DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADOS MÉDIOS	VALOR F CALCULADO	VALOR F TABELA
ÓLEOS	3	4359,411	1453,137	14,26134	3,16
BLENDAS	6	4670,96	778,4933	7,640268	2,66
RESIDUOS	18	1834,082	101,8935		
TOTAL		10864,45			

ij	Yi	Yj	Ytot	(ij-Yi-Yj+Ytot)²
80	97	76,71429	65,89	774,1909
95	97	85,85714	65,89	482,5554
103	97	91	65,89	365,1921
110	97	95,42857	65,89	273,5243
80	97	51,14286	65,89	5,075365
95	97	57,71429	65,89	38,13945
103	97	61,42857	65,89	109,4415
110	97	64	65,89	221,7121
80	97	49,28571	65,89	0,15659
95	97	55,42857	65,89	71,59577
103	97	58,71429	65,89	173,5994
110	97	61,28571	65,89	309,9109
80	97	53,85714	65,89	24,67251
95	97	61	65,89	8,3521
103	97	64,28571	65,89	57,82516
110	97	67,14286	65,89	137,9954
93	65,5	76,71429	65,89	278,0794
100	65,5	85,85714	65,89	211,2039
103	65,5	91	65,89	153,5121
107	65,5	95,42857	65,89	143,0758
48	65,5	51,14286	65,89	7,578222
52	65,5	57,71429	65,89	28,34802
55	65,5	61,42857	65,89	36,46434
56	65,5	64	65,89	57,9121
41	65,5	49,28571	65,89	62,3423
46	65,5	55,42857	65,89	81,69577
48	65,5	58,71429	65,89	106,5909
50	65,5	61,28571	65,89	118,7166
56	65,5	53,85714	65,89	6,415365
62	65,5	61	65,89	1,9321
65	65,5	64,28571	65,89	1,219447
66	65,5	67,14286	65,89	0,566794
80	59,1875	76,71429	65,89	99,76442
86	59,1875	85,85714	65,89	46,85891
91	59,1875	91	65,89	44,92351
95	59,1875	95,42857	65,89	39,36218
43	59,1875	51,14286	65,89	2,074629
47	59,1875	57,71429	65,89	16,09442
51	59,1875	61,42857	65,89	13,88361
53	59,1875	64	65,89	18,46851
41	59,1875	49,28571	65,89	2,506567
46	59,1875	55,42857	65,89	7,431465
49	59,1875	58,71429	65,89	9,070853
51	59,1875	61,28571	65,89	12,83942
49	59,1875	53,85714	65,89	3,405343
53	59,1875	61	65,89	1,683506

Yi	Ytot	(Yi-Ytot)²
97	65,89	967,8321
65,5	65,89	0,1521
59,1875	65,89	44,92351
59,75	65,89	37,6996
58,125	65,89	60,29523
59,125	65,89	45,76523
62,5625	65,89	11,07226
SQb		1167,74

Yj	Ytot	(Yj-Ytot)²
87,25	65,89	456,1276
58,57	65,89	53,60332
56,18	65,89	94,36735
61,57	65,89	18,67474
sqtr		622,773

B	7
K	4
R	16

SQtr=b*∑(Yi-Ytot)²
4359,410714

SQB=k*∑(Yj-Ytot)²
4670,96005

SQR=∑∑(ij-Yi-Yj+Ytot)²
1834,082196

SQT=SQtr-SQB+SQR
10864,45296

QMTR= SQtr/ (K-1)	1453,137
QMB= SQB/ (B-1)	778,4933
QMR= SQR/ (K-1)*(B-1)	101,8935
FTR= QMTR/QMR	14,26134
FBLOC= QMB/QMR	7,640268

b0	97,00	a	SEV	87,25 a
b5	65,50	b	SRF	58,57143 b
b10	59,19	b	CEV	56,17857 b
b20	59,75	b	CRF	61,57143 b
b40	58,13	b		
b80	59,13	b		
b100	62,56	b		

b0-b5	31,5	SEV-SRF	28,67857
b0-b10	37,8125	SEV-CEV	31,07143
b0-b20	37,25	SEV-CRF	25,67857
b0-b40	38,875	SRF-CEV	2,392857
b0-b80	37,875	SRF-CRF	-3
b0-b100	34,4375	CEV-CRF	-5,39286
b5-b10	6,3125		
b5-b20	5,75		
b5-b40	7,38		
b5-b80	6,375		
b5-b100	2,94		
b10-b20	-0,5625		
b10-b40	1,0625		
b10-b80	0,0625		
b10-b100	-3,375		
b20-b40	1,625		
b20-b80	0,625		
b20-b100	-2,8125		
b40-b80	-1		
b40-b100	-4,4375		
b80-b100	-3,4375		

dms=q*Vqı	18,22008	22,66154
q	3,61	4,49
qmr	101,8935	
r	4	

55	59,1875	64,28571	65,89	6,672996
57	59,1875	67,14286	65,89	11,83606
80	59,75	76,71429	65,89	88,84409
86	59,75	85,85714	65,89	39,47429
89	59,75	91	65,89	17,1396
93	59,75	95,42857	65,89	13,7747
44	59,75	51,14286	65,89	1,005722
49	59,75	57,71429	65,89	6,626947
52	59,75	61,42857	65,89	10,8147
53	59,75	64	65,89	23,6196
45	59,75	49,28571	65,89	3,438376
49	59,75	55,42857	65,89	0,083273
52	59,75	58,71429	65,89	0,329804
54	59,75	61,28571	65,89	1,312661
47	59,75	53,85714	65,89	0,514294
52	59,75	61	65,89	8,1796
54	59,75	64,28571	65,89	17,18695
57	59,75	67,14286	65,89	16,02287
67	58,125	76,71429	65,89	3,799715
75	58,125	85,85714	65,89	9,561347
80	58,125	91	65,89	10,46523
85	58,125	95,42857	65,89	7,094613
45	58,125	51,14286	65,89	2,631347
51	58,125	57,71429	65,89	1,104001
53	58,125	61,42857	65,89	0,440327
56	58,125	64	65,89	0,055225
45	58,125	49,28571	65,89	12,10543
49	58,125	55,42857	65,89	1,786041
51	58,125	58,71429	65,89	0,002572
52	58,125	61,28571	65,89	2,312572
48	58,125	53,85714	65,89	3,639919
54	58,125	61	65,89	0,585225
58	58,125	64,28571	65,89	2,188286
61	58,125	67,14286	65,89	2,631347
60	59,125	76,71429	65,89	98,98829
73	59,125	85,85714	65,89	37,1142
80	59,125	91	65,89	17,93523
84	59,125	95,42857	65,89	21,7489
49	59,125	51,14286	65,89	21,3642
54	59,125	57,71429	65,89	9,306858
57	59,125	61,42857	65,89	5,458898
59	59,125	64	65,89	3,115225
45	59,125	49,28571	65,89	6,146858
50	59,125	55,42857	65,89	1,786041
53	59,125	58,71429	65,89	1,104001
55	59,125	61,28571	65,89	0,229715
49	59,125	53,85714	65,89	3,639919
58	59,125	61	65,89	14,17523
59	59,125	64,28571	65,89	2,188286
61	59,125	67,14286	65,89	0,387062
77	62,5625	76,71429	65,89	13,05532
86	62,5625	85,85714	65,89	12,04338
91	62,5625	91	65,89	11,07226
94	62,5625	95,42857	65,89	3,60593
49	62,5625	51,14286	65,89	1,403379
56	62,5625	57,71429	65,89	2,60246
59	62,5625	61,42857	65,89	0,808073
61	62,5625	64	65,89	0,107256
48	62,5625	49,28571	65,89	4,168889
53	62,5625	55,42857	65,89	0,808073
55	62,5625	58,71429	65,89	0,149603
57	62,5625	61,28571	65,89	0,918175
48	62,5625	53,85714	65,89	6,399093
53	62,5625	61	65,89	21,83226
56	62,5625	64,28571	65,89	24,58389
58	62,5625	67,14286	65,89	33,81838
			SQR	1834,082

NOX CARGA 5		B0	B5	B10	B20	B40	B80	B100	MÉDIA	
	SEV	135	126	111	70	105	100	110	108,14	112,9286
	SEV	139	129	116	82	107	104	111	112,57	
	SEV	139	129	115	92	110	105	112	114,57	
	SEV	140	129	117	98	110	107	114	116,43	
	SRF	135	71	67	69	70	73	73	79,71	82,60714
	SRF	139	78	69	71	74	75	74	82,86	
		139	75	72	73	76	75	75		
	SRF								83,57	
	SRF	140	76	72	74	76	76	76	84,29	
	CEV	135	60	62	66	65	66	67	74,43	76,5
	CEV	139	63	65	68	68	65	66	76,29	
	CEV	139	65	65	69	69	67	67	77,29	
	CEV	140	66	66	70	69	67	68	78,00	
	CRF	135	81	72	72	74	71	65	81,43	84,71429
	CRF	139	83	75	75	77	73	67	84,14	
	CRF	139	86	77	77	80	74	70	86,14	
	CRF	140	86	78	78	81	76	71	87,14	
	MÉDIA	138,25	87,69	81,19	75,25	81,94	79,63	80,38	89,19	89,19
		138,25	87,6875	81,1875	75,25	81,9375	79,625	80,375		

FONJTE DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADOS MÉDIOS	VALOR F CALCULADO	VALOR F TABELA
ÓLEOS	3	5515,453	1838,484	9,475079	3,16
BLENDAS	6	11557,19	1926,198	9,927132	2,66
RESIDUOS	18	3492,606	194,0337		
TOTAL		20565,25			

ij	Yi	Yj	Ytot	(ij-Yi-Yj+Ytot)²
135	138,25	108,1429	89,19	492,9669
139	138,25	112,5714	89,19	512,1816
139	138,25	114,5714	89,19	606,7073
140	138,25	116,4286	89,19	649,6673
135	138,25	79,71429	89,19	38,75952
139	138,25	82,85714	89,19	50,16687
139	138,25	83,57143	89,19	40,5587
140	138,25	84,28571	89,19	44,27952
135	138,25	74,42857	89,19	132,513
139	138,25	76,28571	89,19	186,4395
139	138,25	77,28571	89,19	160,1309
140	138,25	78	89,19	167,4436
135	138,25	81,42857	89,19	20,35299
139	138,25	84,14286	89,19	33,60687
139	138,25	86,14286	89,19	14,41829
140	138,25	87,14286	89,19	14,41829
126	87,6875	108,1429	89,19	374,7958
129	87,6875	112,5714	89,19	321,5233
129	87,6875	114,5714	89,19	253,799
129	87,6875	116,4286	89,19	198,0755
71	87,6875	79,71429	89,19	52,00985
78	87,6875	82,85714	89,19	11,25363
75	87,6875	83,57143	89,19	49,96975
76	87,6875	84,28571	89,19	46,012
60	87,6875	74,42857	89,19	167,0833
63	87,6875	76,28571	89,19	138,8441
65	87,6875	77,28571	89,19	116,2777
66	87,6875	78	89,19	110,1975
81	87,6875	81,42857	89,19	1,153323
83	87,6875	84,14286	89,19	0,129343
86	87,6875	86,14286	89,19	1,848629
86	87,6875	87,14286	89,19	0,129343
111	81,1875	108,1429	89,19	117,9318
116	81,1875	112,5714	89,19	130,6694
115	81,1875	114,5714	89,19	71,08297
117	81,1875	116,4286	89,19	73,51225
67	81,1875	79,71429	89,19	22,20092
69	81,1875	82,85714	89,19	34,27684
72	81,1875	83,57143	89,19	12,73725
72	81,1875	84,28571	89,19	18,34592
62	81,1875	74,42857	89,19	19,59011
65	81,1875	76,28571	89,19	10,7795
65	81,1875	77,28571	89,19	18,34592
66	81,1875	78	89,19	15,98001
72	81,1875	81,42857	89,19	2,03368
75	81,1875	84,14286	89,19	1,300414
77	81,1875	86,14286	89,19	1,300414

Yi	Ytot	(Yi-Ytot)²
138,25	89,19	2406,884
87,6875	89,19	2,257506
81,1875	89,19	64,04001
75,25	89,19	194,3236
81,9375	89,19	52,59876
79,625	89,19	91,48923
80,375	89,19	77,70423
sqb		2889,297

Yj	Ytot	(Yj-Ytot)²
112,93	89,19	563,6385
82,61	89,19	43,3011
76,50	89,19	160,9727
84,71	89,19	20,00965
sqtr		787,9219

B	7	
K	4	
R	16	

SQtr=b*∑(Yi-Ytot)²
5515,453125
SQB=k*∑(Yj-Ytot)²
11557,18768
SQR=∑∑(ij-Yi-Yj+Ytot)²
3492,606251
SQT=SQtr-SQB+SQR
20565,24705

dms=q*Vqmr/r	25,14292	31,27195	
q	3,61	4,49	
qmr	194,0337		
r	4		

QMTR= SQtr/ (K-1)	1838,484
QMB= SQB/ (B-1)	1926,198
QMR= SQR/ (K-1)*(B-1)	194,0337
FTR= QMTR/QMR	9,475079
FBLOC= QMB/QMR	9,927132

b0	138,25	a	SEV	112,9286 a
b5	87,69	b	SRF	82,60714 ab
b10	81,19	b	CEV	76,5 b
b20	75,25	b	CRF	84,71429 ab
b40	81,94	b		
b80	79,63	b		
b100	80,38	b		

b0-b5	50,5625	SEV-SRF	30,32143
b0-b10	57,0625	SEV-CEV	36,42857
b0-b20	63	SEV-CRF	28,21429
b0-b40	56,3125	SRF-CEV	6,107143
b0-b80	58,625	SRF-CRF	-2,10714
b0-b100	57,875	CEV-CRF	-8,21429
b5-b10	6,5		
b5-b20	12,4375		
b5-b40	5,75		
b5-b80	8,0625		
b5-b100	7,31		
b10-b20	5,9375		
b10-b40	-0,75		
b10-b80	1,5625		
b10-b100	0,8125		
b20-b40	-6,6875		
b20-b80	-4,375		
b20-b100	-5,125		
b40-b80	2,3125		
b40-b100	1,5625		
b80-b100	-0,75		

78	81,1875	87,14286	89,19	1,300414
70	75,25	108,1429	89,19	585,7783
82	75,25	112,5714	89,19	276,6044
92	75,25	114,5714	89,19	74,50156
98	75,25	116,4286	89,19	20,14727
69	75,25	79,71429	89,19	10,40523
71	75,25	82,85714	89,19	4,338294
73	75,25	83,57143	89,19	11,34727
74	75,25	84,28571	89,19	13,3538
66	75,25	74,42857	89,19	30,37584
68	75,25	76,28571	89,19	31,97095
69	75,25	77,28571	89,19	31,97095
70	75,25	78	89,19	35,2836
72	75,25	81,42857	89,19	20,35299
75	75,25	84,14286	89,19	23,01258
77	75,25	86,14286	89,19	23,01258
78	75,25	87,14286	89,19	23,01258
105	81,9375	108,1429	89,19	16,88916
107	81,9375	112,5714	89,19	2,826001
110	81,9375	114,5714	89,19	7,188144
110	81,9375	116,4286	89,19	0,678858
70	81,9375	79,71429	89,19	6,060389
74	81,9375	82,85714	89,19	2,574879
76	81,9375	83,57143	89,19	0,101715
76	81,9375	84,28571	89,19	1,067532
65	81,9375	74,42857	89,19	4,735287
68	81,9375	76,28571	89,19	1,067532
69	81,9375	77,28571	89,19	1,067532
69	81,9375	78	89,19	3,053756
74	81,9375	81,42857	89,19	0,031001
77	81,9375	84,14286	89,19	0,012022
80	81,9375	86,14286	89,19	1,231307
81	81,9375	87,14286	89,19	1,231307
100	79,625	108,1429	89,19	2,02249
104	79,625	112,5714	89,19	0,987184
105	79,625	114,5714	89,19	4,13E-05
107	79,625	116,4286	89,19	0,018613
73	79,625	79,71429	89,19	8,126572
75	79,625	82,85714	89,19	2,916776
75	79,625	83,57143	89,19	0,987184
76	79,625	84,28571	89,19	1,636572
66	79,625	74,42857	89,19	1,29147
65	79,625	76,28571	89,19	2,960858
67	79,625	77,28571	89,19	0,519429
67	79,625	78	89,19	2,059225
71	79,625	81,42857	89,19	0,745756
73	79,625	84,14286	89,19	2,489633
74	79,625	86,14286	89,19	6,645347
76	79,625	87,14286	89,19	2,489633
110	80,375	108,1429	89,19	113,8946
111	80,375	112,5714	89,19	52,46933
112	80,375	114,5714	89,19	38,98218
114	80,375	116,4286	89,19	40,78647
73	80,375	79,71429	89,19	4,413001
74	80,375	82,85714	89,19	0,001776
75	80,375	83,57143	89,19	0,059327
76	80,375	84,28571	89,19	0,280143
67	80,375	74,42857	89,19	1,922184
66	80,375	76,28571	89,19	2,163001
67	80,375	77,28571	89,19	2,163001
68	80,375	78	89,19	1,404225
65	80,375	81,42857	89,19	57,96647
67	80,375	84,14286	89,19	69,3532
70	80,375	86,14286	89,19	53,69749
71	80,375	87,14286	89,19	53,69749
			SQR	3492,606

CO CARGA 2		B0	B5	B10	B20	B40	B80	B100	MÉDIA	
	SEV	0,12	0,1	0,09	0,1	0,07	0,06	0,07	0,09	0,086786
	SEV	0,12	0,1	0,09	0,1	0,07	0,06	0,07	0,09	
	SEV	0,11	0,11	0,09	0,1	0,07	0,06	0,07	0,09	
	SEV	0,11	0,1	0,09	0,1	0,07	0,07	0,06	0,09	
	SRF	0,12	0,1	0,1	0,11	0,09	0,08	0,08	0,10	0,095
	SRF	0,12	0,11	0,1	0,1	0,08	0,08	0,07	0,09	
		0,11	0,1	0,11	0,1	0,09	0,08	0,07		
	SRF								0,09	
	SRF	0,11	0,11	0,1	0,1	0,08	0,08	0,08	0,09	
	CEV	0,12	0,08	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,08	0,076071
	CEV	0,12	0,08	0,09	0,08	0,07	0,05	0,05	0,08	
	CEV	0,11	0,08	0,08	0,07	0,07	0,05	0,05	0,07	
	CEV	0,11	0,1	0,08	0,07	0,07	0,05	0,05	0,08	
	CRF	0,12	0,09	0,09	0,08	0,08	0,06	0,05	0,08	0,078929
	CRF	0,12	0,08	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,08	
	CRF	0,11	0,09	0,09	0,08	0,07	0,05	0,05	0,08	
	CRF	0,11	0,09	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,08	
	MÉDIA	0,12	0,10	0,09	0,09	0,07	0,06	0,06	0,08	0,08
		0,115	0,095	0,091875	0,089375	0,074375	0,063125	0,060625		

FONJTE DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADOS MÉDIOS	VALOR F CALCULADO	VALOR F TABELA
ÓLEOS	3	0,00152	0,000507	1,993575	3,16
BLENDAS	6	0,009483	0,00158	6,217371	2,66
RESIDUOS	18	0,004576	0,000254		
TOTAL		0,015579			

ij	Yi	Yj	Ytot	(ij-Yi-Yj+Ytot)²
0,12	0,115	0,087143	0,08	4,59184E-06
0,12	0,115	0,087143	0,08	4,59184E-06
0,11	0,115	0,087143	0,08	0,000147449
0,11	0,115	0,085714	0,08	0,000114796
0,12	0,115	0,097143	0,08	0,000147449
0,12	0,115	0,094286	0,08	8,62245E-05
0,11	0,115	0,094286	0,08	0,000371939
0,11	0,115	0,094286	0,08	0,000371939
0,12	0,115	0,078571	0,08	4,13265E-05
0,12	0,115	0,077143	0,08	6,17347E-05
0,11	0,115	0,072857	0,08	4,59184E-06
0,11	0,115	0,075714	0,08	5,10204E-07
0,12	0,115	0,081429	0,08	1,27551E-05
0,12	0,115	0,078571	0,08	4,13265E-05
0,11	0,115	0,077143	0,08	4,59184E-06
0,11	0,115	0,078571	0,08	1,27551E-05
0,1	0,095	0,087143	0,08	4,59184E-06
0,1	0,095	0,087143	0,08	4,59184E-06
0,11	0,095	0,087143	0,08	6,17347E-05
0,1	0,095	0,085714	0,08	5,10204E-07
0,1	0,095	0,097143	0,08	0,000147449
0,11	0,095	0,094286	0,08	5,10204E-07
0,1	0,095	0,094286	0,08	8,62245E-05
0,11	0,095	0,094286	0,08	5,10204E-07
0,08	0,095	0,078571	0,08	0,000184184
0,08	0,095	0,077143	0,08	0,000147449
0,08	0,095	0,072857	0,08	6,17347E-05
0,1	0,095	0,075714	0,08	8,62245E-05
0,09	0,095	0,081429	0,08	4,13265E-05
0,08	0,095	0,078571	0,08	0,000184184
0,09	0,095	0,077143	0,08	4,59184E-06
0,09	0,095	0,078571	0,08	1,27551E-05
0,09	0,091875	0,087143	0,08	8,13217E-05
0,09	0,091875	0,087143	0,08	8,13217E-05
0,09	0,091875	0,087143	0,08	8,13217E-05
0,09	0,091875	0,085714	0,08	5,75973E-05
0,1	0,091875	0,097143	0,08	8,13217E-05
0,1	0,091875	0,094286	0,08	3,79544E-05
0,11	0,091875	0,094286	0,08	1,47401E-05
0,1	0,091875	0,094286	0,08	3,79544E-05
0,09	0,091875	0,078571	0,08	1,99298E-07
0,09	0,091875	0,077143	0,08	9,64605E-07
0,08	0,091875	0,072857	0,08	2,23932E-05
0,08	0,091875	0,075714	0,08	5,75973E-05
0,09	0,091875	0,081429	0,08	1,09136E-05
0,09	0,091875	0,078571	0,08	1,99298E-07
0,09	0,091875	0,077143	0,08	9,64605E-07
0,09	0,091875	0,078571	0,08	1,99298E-07
0,1	0,089375	0,087143	0,08	1,21253E-05
0,1	0,089375	0,087143	0,08	1,21253E-05
0,1	0,089375	0,087143	0,08	1,21253E-05
0,1	0,089375	0,085714	0,08	2,41151E-05
0,11	0,089375	0,097143	0,08	1,21253E-05
0,1	0,089375	0,094286	0,08	1,34008E-05
0,1	0,089375	0,094286	0,08	1,34008E-05
0,1	0,089375	0,094286	0,08	1,34008E-05

Yi	Ytot	(Yi-Ytot)²
0,115	0,08	0,001225
0,095	0,08	0,000225
0,091875	0,08	0,000141
0,089375	0,08	8,79E-05
0,074375	0,08	3,16E-05
0,063125	0,08	0,000285
0,060625	0,08	0,000375
SQb		0,002371

Yj	Ytot	(Yj-Ytot)²
0,09	0,08	6,7E-06
0,10	0,08	0,000117
0,08	0,08	6,6E-05
0,08	0,08	2,78E-05
sqtr		0,000217

B	7
K	4
R	16

SQtr=b*∑(Yi-Ytot)²
0,001520313
SQB=k*∑(Yj-Ytot)²
0,009482813
SQR=∑∑(ij-Yi-Yj+Ytot)²
0,004575638
SQT=SQtr-SQB+SQR
0,015578763

QMTR= SQtr/ (K-1)	0,000507
QMB= SQB/ (B-1)	0,00158
QMR= SQR/ (K-1)*(B-1)	0,000254
FTR= QMTR/QMR	1,993575
FBLOC= QMB/QMR	6,217371

b0	0,12	a
b5	0,10	ab
b10	0,09	ab
b20	0,09	ab
b40	0,07	b
b80	0,06	b
b100	0,06	b

b0-b5	0,02	FALSO
b0-b10	0,023125	FALSO
b0-b20	0,025625	FALSO
b0-b40	0,040625	VERDADEIRO
b0-b80	0,051875	VERDADEIRO
b0-b100	0,054375	VERDADEIRO
b5-b10	0,003125	FALSO
b5-b20	0,005625	FALSO
b5-b40	0,02	FALSO
b5-b80	0,031875	FALSO
b5-b100	0,03	FALSO
b10-b20	0,0025	FALSO
b10-b40	0,0175	FALSO
b10-b80	0,02875	FALSO
b10-b100	0,03125	FALSO
b20-b40	0,015	FALSO
b20-b80	0,02625	FALSO
b20-b100	0,02875	FALSO
b40-b80	0,01125	FALSO
b40-b100	0,01375	FALSO
b80-b100	0,0025	FALSO

SEV	0,086786	
SRF	0,095	
CEV	0,076071	
CRF	0,078929	
SEV-SRF	-0,00821	
SEV-CEV	0,010714	
SEV-CRF	0,007857	
SRF-CEV	0,018929	
SRF-CRF	0,016071	
CEV-CRF	-0,00286	

dms=q*√q	0,028778	0,035794	b0	0,115	a
q	3,61	4,49	b5	0,095	
qmr	0,000254		b10	0,091875	
r	4		b20	0,089375	
			b40	0,074375	b
			b80	0,063125	
			b100	0,060625	

0,08	0,089375	0,078571	0,08	6,31457E-05
0,08	0,089375	0,077143	0,08	4,24825E-05
0,07	0,089375	0,072857	0,08	0,000149625
0,07	0,089375	0,075714	0,08	0,000227687
0,08	0,089375	0,081429	0,08	0,000116717
0,08	0,089375	0,078571	0,08	6,31457E-05
0,08	0,089375	0,077143	0,08	4,24825E-05
0,08	0,089375	0,078571	0,08	6,31457E-05
0,07	0,074375	0,087143	0,08	0,000132661
0,07	0,074375	0,087143	0,08	0,000132661
0,07	0,074375	0,087143	0,08	0,000132661
0,07	0,074375	0,085714	0,08	0,000101794
0,09	0,074375	0,097143	0,08	2,30389E-06
0,08	0,074375	0,094286	0,08	7,5008E-05
0,09	0,074375	0,094286	0,08	1,79369E-06
0,08	0,074375	0,094286	0,08	7,5008E-05
0,07	0,074375	0,078571	0,08	8,68144E-06
0,07	0,074375	0,077143	0,08	2,30389E-06
0,07	0,074375	0,072857	0,08	7,66103E-06
0,07	0,074375	0,075714	0,08	7,97194E-09
0,08	0,074375	0,081429	0,08	1,761E-05
0,07	0,074375	0,078571	0,08	8,68144E-06
0,07	0,074375	0,077143	0,08	2,30389E-06
0,07	0,074375	0,078571	0,08	8,68144E-06
0,06	0,063125	0,087143	0,08	0,000105429
0,06	0,063125	0,087143	0,08	0,000105429
0,06	0,063125	0,087143	0,08	0,000105429
0,07	0,063125	0,085714	0,08	1,34726E-06
0,08	0,063125	0,097143	0,08	7,17474E-08
0,08	0,063125	0,094286	0,08	6,7044E-06
0,08	0,063125	0,094286	0,08	6,7044E-06
0,08	0,063125	0,094286	0,08	6,7044E-06
0,06	0,063125	0,078571	0,08	2,87787E-06
0,05	0,063125	0,077143	0,08	0,000105429
0,05	0,063125	0,072857	0,08	3,5786E-05
0,05	0,063125	0,075714	0,08	7,8133E-05
0,06	0,063125	0,081429	0,08	2,0735E-05
0,06	0,063125	0,078571	0,08	2,87787E-06
0,05	0,063125	0,077143	0,08	0,000105429
0,06	0,063125	0,078571	0,08	2,87787E-06
0,07	0,060625	0,087143	0,08	4,98246E-06
0,07	0,060625	0,087143	0,08	4,98246E-06
0,07	0,060625	0,087143	0,08	4,98246E-06
0,06	0,060625	0,085714	0,08	4,01865E-05
0,08	0,060625	0,097143	0,08	4,98246E-06
0,07	0,060625	0,094286	0,08	2,41151E-05
0,07	0,060625	0,094286	0,08	2,41151E-05
0,08	0,060625	0,094286	0,08	2,59008E-05
0,05	0,060625	0,078571	0,08	8,45743E-05
0,05	0,060625	0,077143	0,08	6,03396E-05
0,05	0,060625	0,072857	0,08	1,21253E-05
0,05	0,060625	0,075714	0,08	4,01865E-05
0,05	0,060625	0,081429	0,08	0,000145289
0,05	0,060625	0,078571	0,08	8,45743E-05
0,05	0,060625	0,077143	0,08	6,03396E-05
0,05	0,060625	0,078571	0,08	8,45743E-05
		SQR		0,004575638

CO CARGA 3

	B0	B5	B10	B20	B40	B80	B100	MÉDIA	
SEV	0,11	0,1	0,08	0,09	0,07	0,06	0,06	0,08	0,082857
SEV	0,11	0,1	0,08	0,09	0,07	0,07	0,07	0,08	
SEV	0,11	0,11	0,08	0,09	0,07	0,07	0,05	0,08	
SEV	0,11	0,11	0,08	0,09	0,07	0,06	0,06	0,08	
SRF	0,11	0,1	0,1	0,09	0,08	0,07	0,07	0,09	0,09
SRF	0,11	0,1	0,1	0,09	0,08	0,07	0,07	0,09	
	0,11	0,1	0,09	0,09	0,08	0,07	0,07		
SRF								0,09	
SRF	0,11	0,1	0,09	0,09	0,08	0,07	0,07	0,09	
CEV	0,11	0,08	0,08	0,07	0,06	0,05	0,04	0,07	0,07
	0,11	0,08	0,07	0,07	0,06	0,05	0,05		
CEV								0,07	
CEV	0,11	0,08	0,08	0,07	0,06	0,05	0,04	0,07	
CEV	0,11	0,08	0,08	0,07	0,06	0,05	0,04	0,07	
CRF	0,11	0,09	0,09	0,08	0,06	0,05	0,05	0,08	0,075357
CRF	0,11	0,09	0,09	0,07	0,06	0,05	0,05	0,07	
CRF	0,11	0,09	0,09	0,08	0,07	0,05	0,04	0,08	
CRF	0,11	0,09	0,09	0,08	0,06	0,05	0,05	0,08	
MÉDIA	0,11	0,09	0,09	0,08	0,07	0,06	0,06	0,08	0,08
	0,11	0,09375	0,085625	0,081875	0,068125	0,05875	0,055		

FONTE DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADOS MÉDIOS	VALOR F CALCULADO	VALOR F TABELA
ÓLEOS	3	0,001313	0,000438	3,239113	3,16
BLENDAS	6	0,009367	0,001561	11,55273	2,66
RESIDUOS	18	0,002432	0,000135		
TOTAL		0,013113			

ij	Yi	Yj	Ytot	(ij-Yi-Yj+Ytot)²
0,11	0,11	0,081429	0,08	2,04082E-06
0,11	0,11	0,084286	0,08	1,83673E-05
0,11	0,11	0,082857	0,08	8,16327E-06
0,11	0,11	0,082857	0,08	8,16327E-06
0,11	0,11	0,088571	0,08	7,34694E-05
0,11	0,11	0,088571	0,08	7,34694E-05
0,11	0,11	0,087143	0,08	5,10204E-05
0,11	0,11	0,087143	0,08	5,10204E-05
0,11	0,11	0,07	0,08	1E-04
0,11	0,11	0,07	0,08	1E-04
0,11	0,11	0,07	0,08	1E-04
0,11	0,11	0,07	0,08	1E-04
0,11	0,11	0,075714	0,08	1,83673E-05
0,11	0,11	0,074286	0,08	3,26531E-05
0,11	0,11	0,075714	0,08	1,83673E-05
0,11	0,11	0,075714	0,08	1,83673E-05
0,1	0,09375	0,081429	0,08	2,32462E-05
0,1	0,09375	0,084286	0,08	3,85842E-06
0,11	0,09375	0,082857	0,08	0,000179369
0,11	0,09375	0,082857	0,08	0,000179369
0,1	0,09375	0,088571	0,08	5,38903E-06
0,1	0,09375	0,088571	0,08	5,38903E-06
0,1	0,09375	0,087143	0,08	7,97194E-07
0,1	0,09375	0,087143	0,08	7,97194E-07
0,08	0,09375	0,07	0,08	1,40625E-05
0,08	0,09375	0,07	0,08	1,40625E-05
0,08	0,09375	0,07	0,08	1,40625E-05
0,08	0,09375	0,07	0,08	1,40625E-05
0,09	0,09375	0,075714	0,08	2,8699E-07
0,09	0,09375	0,074286	0,08	3,85842E-06
0,09	0,09375	0,075714	0,08	2,8699E-07
0,09	0,09375	0,075714	0,08	2,8699E-07
0,08	0,085625	0,081429	0,08	4,97529E-05
0,08	0,085625	0,084286	0,08	9,82223E-05
0,08	0,085625	0,082857	0,08	7,19467E-05
0,08	0,085625	0,082857	0,08	7,19467E-05
0,1	0,085625	0,088571	0,08	3,36814E-05
0,1	0,085625	0,088571	0,08	3,36814E-05
0,09	0,085625	0,087143	0,08	7,66103E-06
0,09	0,085625	0,087143	0,08	7,66103E-06
0,08	0,085625	0,07	0,08	1,91406E-05
0,07	0,085625	0,07	0,08	3,16406E-05
0,08	0,085625	0,07	0,08	1,91406E-05
0,08	0,085625	0,07	0,08	1,91406E-05
0,09	0,085625	0,075714	0,08	7,5008E-05
0,09	0,085625	0,074286	0,08	0,000101794
0,09	0,085625	0,075714	0,08	7,5008E-05
0,09	0,085625	0,075714	0,08	7,5008E-05
0,09	0,081875	0,081429	0,08	4,48422E-05
0,09	0,081875	0,084286	0,08	1,47401E-05
0,09	0,081875	0,082857	0,08	2,77503E-05

Yi	Ytot	(Yi-Ytot)²
0,11	0,08	0,0009
0,09375	0,08	0,000189
0,085625	0,08	3,16E-05
0,081875	0,08	3,52E-06
0,068125	0,08	0,000141
0,05875	0,08	0,000452
0,055	0,08	0,000625
SQTR		0,002342

Yj	Ytot	(Yj-Ytot)²
0,08	0,08	1,47E-05
0,09	0,08	7,81E-05
0,07	0,08	8,13E-05
0,08	0,08	1,34E-05
sqtr		0,000188

B	7	SQtr=b*∑(Yi-Ytot)²
K	4	0,001313
R	16	SQB=k*∑(Yj-Ytot)²
		0,009367
		SQR=∑∑(ij-Yi-Yj+Ytot)²
		0,002432
		SQT=SQtr-SQB+SQR
		0,013113

dms=q*Vqr	0,020983	0,026098	b0
q	3,61	4,49	b5
qmr	0,000135		b10
r	4		b20
			b40
			b80
			b100

QMTR= SQ	0,000438
QMB= SQB	0,001561
QMR= SQR	0,000135
FTR= QMTI	3,239113
FBLOC= QM	11,55273

b0	0,11	a	SEV	0,082857	a
b5	0,09	ab	SRF	0,087857	a
b10	0,09	abc	CEV	0,07	a
b20	0,08	bcd	CRF	0,075357	a
b40	0,07	bcde			
b80	0,06	de			
b100	0,06	e			

b0-b5	0,01625	FALSO	SEV-SRF	-0,005	FALSO
b0-b10	0,024375	FALSO	SEV-CEV	0,012857	FALSO
b0-b20	0,028125	VERDADEIRO	SEV-CRF	0,0075	FALSO
b0-b40	0,041875	VERDADEIRO	SRF-CEV	0,017857	FALSO
b0-b80	0,05125	VERDADEIRO	SRF-CRF	0,0125	FALSO
b0-b100	0,055	VERDADEIRO	CEV-CRF	-0,005357	FALSO
b5-b10	0,008125	FALSO			
b5-b20	0,011875	FALSO			
b5-b40	0,03	FALSO			
b5-b80	0,035	VERDADEIRO			
b5-b100	0,04	VERDADEIRO			
b10-b20	0,00375	FALSO			
b10-b40	0,0175	FALSO			
b10-b80	0,026875	VERDADEIRO			
b10-b100	0,030625	VERDADEIRO			
b20-b40	0,01375	FALSO			
b20-b80	0,023125	FALSO			
b20-b100	0,026875	VERDADEIRO			
b40-b80	0,009375	FALSO			
b40-b100	0,013125	FALSO			
b80-b100	0,00375	FALSO			

0,09	0,081875	0,082857	0,08	2,77503E-05
0,09	0,081875	0,088571	0,08	1,99298E-07
0,09	0,081875	0,088571	0,08	1,99298E-07
0,09	0,081875	0,087143	0,08	9,64605E-07
0,09	0,081875	0,087143	0,08	9,64605E-07
0,07	0,081875	0,07	0,08	3,51563E-06
0,07	0,081875	0,07	0,08	3,51563E-06
0,07	0,081875	0,07	0,08	3,51563E-06
0,07	0,081875	0,07	0,08	3,51563E-06
0,08	0,081875	0,075714	0,08	5,81154E-06
0,07	0,081875	0,074286	0,08	3,79544E-05
0,08	0,081875	0,075714	0,08	5,81154E-06
0,08	0,081875	0,075714	0,08	5,81154E-06
0,07	0,068125	0,081429	0,08	1,99298E-07
0,07	0,068125	0,084286	0,08	5,81154E-06
0,07	0,068125	0,082857	0,08	9,64605E-07
0,07	0,068125	0,082857	0,08	9,64605E-07
0,08	0,068125	0,088571	0,08	1,09136E-05
0,08	0,068125	0,088571	0,08	1,09136E-05
0,08	0,068125	0,087143	0,08	2,23932E-05
0,08	0,068125	0,087143	0,08	2,23932E-05
0,06	0,068125	0,07	0,08	3,51562E-06
0,06	0,068125	0,07	0,08	3,51562E-06
0,06	0,068125	0,07	0,08	3,51562E-06
0,06	0,068125	0,07	0,08	3,51562E-06
0,06	0,068125	0,075714	0,08	1,47401E-05
0,06	0,068125	0,074286	0,08	5,81154E-06
0,07	0,068125	0,075714	0,08	3,79544E-05
0,06	0,068125	0,075714	0,08	1,47401E-05
0,06	0,05875	0,081429	0,08	3,18878E-08
0,07	0,05875	0,084286	0,08	4,85013E-05
0,07	0,05875	0,082857	0,08	7,04401E-05
0,06	0,05875	0,082857	0,08	2,58291E-06
0,07	0,05875	0,088571	0,08	7,17474E-06
0,07	0,05875	0,088571	0,08	7,17474E-06
0,07	0,05875	0,087143	0,08	1,68686E-05
0,07	0,05875	0,087143	0,08	1,68686E-05
0,05	0,05875	0,07	0,08	1,5625E-06
0,05	0,05875	0,07	0,08	1,5625E-06
0,05	0,05875	0,07	0,08	1,5625E-06
0,05	0,05875	0,07	0,08	1,5625E-06
0,05	0,05875	0,075714	0,08	1,99298E-05
0,05	0,05875	0,074286	0,08	9,21556E-06
0,05	0,05875	0,075714	0,08	1,99298E-05
0,05	0,05875	0,075714	0,08	1,99298E-05
0,06	0,055	0,081429	0,08	1,27551E-05
0,07	0,055	0,084286	0,08	0,000114796
0,05	0,055	0,082857	0,08	6,17347E-05
0,06	0,055	0,082857	0,08	4,59184E-06
0,07	0,055	0,088571	0,08	4,13265E-05
0,07	0,055	0,088571	0,08	4,13265E-05
0,07	0,055	0,087143	0,08	6,17347E-05
0,07	0,055	0,087143	0,08	6,17347E-05
0,04	0,055	0,07	0,08	2,5E-05
0,05	0,055	0,07	0,08	2,5E-05
0,04	0,055	0,07	0,08	2,5E-05
0,04	0,055	0,07	0,08	2,5E-05
0,05	0,055	0,075714	0,08	5,10204E-07
0,05	0,055	0,074286	0,08	5,10204E-07
0,04	0,055	0,075714	0,08	0,000114796
0,05	0,055	0,075714	0,08	5,10204E-07
		SQR		0,002432462

CO CARGA 4

	B0	B5	B10	B20	B40	B80	B100	MÉDIA	
SEV	0,08	0,07	0,06	0,06	0,05	0,04	0,04	0,06	0,054286
SEV	0,07	0,07	0,06	0,06	0,04	0,04	0,04	0,05	
SEV	0,07	0,07	0,05	0,06	0,04	0,04	0,04	0,05	
SEV	0,07	0,07	0,05	0,06	0,04	0,04	0,04	0,05	
SRF	0,08	0,07	0,07	0,06	0,05	0,05	0,05	0,06	0,059286
SRF	0,07	0,07	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,06	
	0,07	0,06	0,07	0,06	0,05	0,05	0,05		
SRF								0,06	
SRF	0,07	0,06	0,07	0,06	0,05	0,05	0,05	0,06	
CEV	0,08	0,05	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,05	0,0475
	0,07	0,05	0,06	0,05	0,04	0,03	0,03		
CEV								0,05	
CEV	0,07	0,05	0,06	0,05	0,04	0,03	0,03	0,05	
CEV	0,07	0,05	0,05	0,05	0,04	0,03	0,03	0,05	
CRF	0,08	0,06	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,05	0,049643
CRF	0,07	0,06	0,05	0,05	0,05	0,04	0,03	0,05	
CRF	0,07	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,03	0,05	
CRF	0,07	0,05	0,05	0,05	0,04	0,03	0,03	0,05	
MÉDIA	0,07	0,06	0,06	0,06	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05
	0,0725	0,060625	0,058125	0,055	0,044375	0,04	0,038125		

FONJTE DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADOS MÉDIOS	VALOR F CALCULADO	VALOR F TABELA
ÓLEOS	3	0,000576	0,000192	2,200672	3,16
BLENDAS	6	0,00373	0,000622	7,127448	2,66
RESIDUOS	18	0,00157	8,72E-05		
TOTAL		0,005876			

jj	Yi	Yj	Ytot	(ij-Yi-Yj+Ytot)²
0,08	0,0725	0,057143	0,05	9,22E-06
0,07	0,0725	0,054286	0,05	1,69E-05
0,07	0,0725	0,052857	0,05	7,17E-06
0,07	0,0725	0,052857	0,05	7,17E-06
0,08	0,0725	0,061429	0,05	1,56E-06
0,07	0,0725	0,058571	0,05	7,04E-05
0,07	0,0725	0,058571	0,05	7,04E-05
0,07	0,0725	0,058571	0,05	7,04E-05
0,08	0,0725	0,05	0,05	0,000104
0,07	0,0725	0,047143	0,05	9,22E-06
0,07	0,0725	0,047143	0,05	9,22E-06
0,07	0,0725	0,045714	0,05	1,99E-05
0,08	0,0725	0,054286	0,05	3,47E-05
0,07	0,0725	0,05	0,05	3,19E-08
0,07	0,0725	0,048571	0,05	2,58E-06
0,07	0,0725	0,045714	0,05	1,99E-05
0,07	0,060625	0,057143	0,05	0,00
0,07	0,060625	0,054286	0,05	0,00
0,07	0,060625	0,052857	0,05	8,46E-05
0,07	0,060625	0,052857	0,05	8,46E-05
0,07	0,060625	0,061429	0,05	3,91E-07
0,07	0,060625	0,058571	0,05	1,21E-05
0,06	0,060625	0,058571	0,05	4,25E-05
0,06	0,060625	0,058571	0,05	4,25E-05
0,05	0,060625	0,05	0,05	6,31E-05
0,05	0,060625	0,047143	0,05	2,59E-05
0,05	0,060625	0,047143	0,05	2,59E-05
0,05	0,060625	0,045714	0,05	1,34E-05
0,06	0,060625	0,054286	0,05	4,98E-06
0,06	0,060625	0,05	0,05	4,22E-06
0,06	0,060625	0,048571	0,05	1,21E-05
0,05	0,060625	0,045714	0,05	1,34E-05
0,06	0,058125	0,057143	0,05	6,7E-06
0,06	0,058125	0,054286	0,05	7,17E-08
0,05	0,058125	0,052857	0,05	6,89E-05
0,05	0,058125	0,052857	0,05	6,89E-05
0,07	0,058125	0,061429	0,05	9,77E-06
0,06	0,058125	0,058571	0,05	1,61E-05
0,07	0,058125	0,058571	0,05	3,58E-05
0,07	0,058125	0,058571	0,05	3,58E-05
0,06	0,058125	0,05	0,05	2,07E-05
0,06	0,058125	0,047143	0,05	5,49E-05
0,06	0,058125	0,047143	0,05	5,49E-05
0,05	0,058125	0,045714	0,05	1,35E-06
0,06	0,058125	0,054286	0,05	7,17E-08
0,05	0,058125	0,05	0,05	2,97E-05
0,05	0,058125	0,048571	0,05	1,61E-05
0,05	0,058125	0,045714	0,05	1,35E-06
0,06	0,055	0,057143	0,05	2,87E-07
0,06	0,055	0,054286	0,05	1,15E-05

Yi	Ytot	(Yi-Ytot)²
0,0725	0,05	0,000393
0,060625	0,05	6,31E-05
0,058125	0,05	2,97E-05
0,055	0,05	5,39E-06
0,044375	0,05	6,89E-05
0,04	0,05	0,000161
0,038125	0,05	0,000212
SQb		0,000933

Yj	Ytot	(Yj-Ytot)²
0,05	0,05	2,58291E-06
0,06	0,05	4,36543E-05
0,05	0,05	2,68176E-05
0,05	0,05	9,21556E-06
sqtr		8,22704E-05

B	7
K	4
R	16

SQTr=b*∑(Yi-Ytot)²
0,000575893
SQB=k*∑(Yj-Ytot)²
0,003730357
SQR=∑∑(ij-Yi-Yj+Ytot)²
0,001570137
SQT=SQtr-SQB+SQR
0,005876387

dms=q*Vqr	0,016858	0,020968			
q	3,61	4,49			
qmr	8,72E-05				
r	4				

QMTR= SQtr/ (K-1) 0,000192
QMB= SQB/ (B-1) 0,000622
QMR= SQR/ (K-1)*(B-1) 8,72E-05

FTR= QMTR/QMR 2,200672
FBLOC= QMB/QMR 7,127448

b0	0,07	a	SEV	0,054286	a
b5	0,06	abc	SRF	0,059286	a
b10	0,06	abc	CEV	0,0475	a
b20	0,06	abc	CRF	0,049643	a
b40	0,04	bc			
b80	0,04	bc			
b100	0,04	c			

b0-b5	0,011875	FALSO	SEV-SRF	-0,005	FALSO
b0-b10	0,014375	FALSO	SEV-CEV	0,006786	FALSO
b0-b20	0,0175	FALSO	SEV-CRF	0,004643	FALSO
b0-b40	0,028125	VERDADEIRO	SRF-CEV	0,011786	FALSO
b0-b80	0,0325	VERDADEIRO	SRF-CRF	0,009643	FALSO
b0-b100	0,034375	VERDADEIRO	CEV-CRF	-0,00214	FALSO
b5-b10	0,0025	FALSO			
b5-b20	0,005625	FALSO			
b5-b40	0,02	FALSO			
b5-b80	0,020625	FALSO			
b5-b100	0,02	VERDADEIRO			
b10-b20	0,003125	FALSO			
b10-b40	0,01375	FALSO			
b10-b80	0,018125	FALSO			
b10-b100	0,02	FALSO			
b20-b40	0,010625	FALSO			
b20-b80	0,015	FALSO			
b20-b100	0,016875	FALSO			
b40-b80	0,004375	FALSO			
b40-b100	0,00625	FALSO			
b80-b100	0,001875	FALSO			

0,06	0,055	0,052857	0,05	2,32E-05
0,06	0,055	0,052857	0,05	2,32E-05
0,06	0,055	0,061429	0,05	1,41E-05
0,06	0,055	0,058571	0,05	7,97E-07
0,06	0,055	0,058571	0,05	7,97E-07
0,06	0,055	0,058571	0,05	7,97E-07
0,05	0,055	0,05	0,05	5,39E-06
0,05	0,055	0,047143	0,05	2,87E-07
0,05	0,055	0,047143	0,05	2,87E-07
0,05	0,055	0,045714	0,05	3,86E-06
0,05	0,055	0,054286	0,05	4,37E-05
0,05	0,055	0,05	0,05	5,39E-06
0,05	0,055	0,048571	0,05	7,97E-07
0,05	0,055	0,045714	0,05	3,86E-06
0,05	0,044375	0,057143	0,05	1,35E-06
0,04	0,044375	0,054286	0,05	3,58E-05
0,04	0,044375	0,052857	0,05	2,07E-05
0,04	0,044375	0,052857	0,05	2,07E-05
0,05	0,044375	0,061429	0,05	9,77E-06
0,05	0,044375	0,058571	0,05	7,17E-08
0,05	0,044375	0,058571	0,05	7,17E-08
0,05	0,044375	0,058571	0,05	7,17E-08
0,04	0,044375	0,05	0,05	2,88E-06
0,04	0,044375	0,047143	0,05	1,35E-06
0,04	0,044375	0,047143	0,05	1,35E-06
0,04	0,044375	0,045714	0,05	6,7E-06
0,05	0,044375	0,054286	0,05	1,61E-05
0,05	0,044375	0,05	0,05	6,89E-05
0,04	0,044375	0,048571	0,05	7,17E-08
0,04	0,044375	0,045714	0,05	6,7E-06
0,04	0,04	0,057143	0,05	1,99E-05
0,04	0,04	0,054286	0,05	2,58E-06
0,04	0,04	0,052857	0,05	3,19E-08
0,04	0,04	0,052857	0,05	3,19E-08
0,05	0,04	0,061429	0,05	1,56E-06
0,05	0,04	0,058571	0,05	1,69E-05
0,05	0,04	0,058571	0,05	1,69E-05
0,05	0,04	0,058571	0,05	1,69E-05
0,04	0,04	0,05	0,05	7,17E-06
0,03	0,04	0,047143	0,05	1,99E-05
0,03	0,04	0,047143	0,05	1,99E-05
0,03	0,04	0,045714	0,05	9,22E-06
0,04	0,04	0,054286	0,05	2,58E-06
0,04	0,04	0,05	0,05	7,17E-06
0,04	0,04	0,048571	0,05	1,69E-05
0,03	0,04	0,045714	0,05	9,22E-06
0,04	0,038125	0,057143	0,05	6,7E-06
0,04	0,038125	0,054286	0,05	7,17E-08
0,04	0,038125	0,052857	0,05	2,88E-06
0,04	0,038125	0,052857	0,05	2,88E-06
0,05	0,038125	0,061429	0,05	9,77E-06
0,05	0,038125	0,058571	0,05	3,58E-05
0,05	0,038125	0,058571	0,05	3,58E-05
0,05	0,038125	0,058571	0,05	3,58E-05
0,03	0,038125	0,05	0,05	2,97E-05
0,03	0,038125	0,047143	0,05	6,7E-06
0,03	0,038125	0,047143	0,05	6,7E-06
0,03	0,038125	0,045714	0,05	1,35E-06
0,04	0,038125	0,054286	0,05	7,17E-08
0,03	0,038125	0,05	0,05	2,97E-05
0,03	0,038125	0,048571	0,05	1,61E-05
0,03	0,038125	0,045714	0,05	1,35E-06
		SQR		0,00157

CO CARGA 5		B0	B5	B10	B20	B40	B80	B100	MÉDIA	
	SEV	0,07	0,06	0,04	0,05	0,04	0,03	0,03	0,05	0,045357
	SEV	0,07	0,06	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04	
	SEV	0,07	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,05	
	SEV	0,07	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,05	
	SRF	0,07	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,05	0,048571
	SRF	0,07	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,05	
		0,07	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04		
	SRF								0,05	
	SRF	0,07	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,05	
	CEV	0,07	0,04	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04	0,040357
	CEV	0,07	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04	
	CEV	0,07	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04	
	CEV	0,07	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04	
	CRF	0,07	0,05	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04	0,0425
	CRF	0,07	0,05	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04	
	CRF	0,07	0,05	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04	
	CRF	0,07	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04	
	MÉDIA	0,07	0,05	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04	0,04
		0,07	0,049375	0,044375	0,043125	0,0375	0,0325	0,0325		

FONJTE DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADOS MÉDIOS	VALOR F CALCULADO	VALOR F TABELA
ÓLEOS	3	0,000267	8,89E-05	0,551614	3,16
BLENDAS	6	0,004542	0,000757	4,696568	2,66
RESIDUOS	18	0,002901	0,000161		
TOTAL		0,00771			

ij	Yi	Yj	Ytot	(ij-Yi-Yj+Ytot)²
0,07	0,07	0,045714	0,0400	3,27E-05
0,07	0,07	0,044286	0,0400	1,84E-05
0,07	0,07	0,045714	0,0400	3,27E-05
0,07	0,07	0,045714	0,0400	3,27E-05
0,07	0,07	0,048571	0,0400	7,35E-05
0,07	0,07	0,048571	0,0400	7,35E-05
0,07	0,07	0,048571	0,0400	7,35E-05
0,07	0,07	0,048571	0,0400	7,35E-05
0,07	0,07	0,041429	0,0400	2,04E-06
0,07	0,07	0,0400	0,0400	7,7E-34
0,07	0,07	0,0400	0,0400	7,7E-34
0,07	0,07	0,0400	0,0400	7,7E-34
0,07	0,07	0,042857	0,0400	8,16E-06
0,07	0,07	0,042857	0,0400	8,16E-06
0,07	0,07	0,042857	0,0400	8,16E-06
0,07	0,07	0,041429	0,0400	2,04E-06
0,06	0,049375	0,045714	0,0400	2,41E-05
0,06	0,049375	0,044286	0,0400	0,00
0,06	0,049375	0,045714	0,0400	2,41E-05
0,06	0,049375	0,045714	0,0400	2,41E-05
0,05	0,049375	0,048571	0,0400	6,31E-05
0,05	0,049375	0,048571	0,0400	6,31E-05
0,05	0,049375	0,048571	0,0400	6,31E-05
0,05	0,049375	0,048571	0,0400	6,31E-05
0,04	0,049375	0,041429	0,0400	0,000117
0,04	0,049375	0,0400	0,0400	8,79E-05
0,04	0,049375	0,0400	0,0400	8,79E-05
0,04	0,049375	0,0400	0,0400	8,79E-05
0,05	0,049375	0,042857	0,0400	4,98E-06
0,05	0,049375	0,042857	0,0400	4,98E-06
0,05	0,049375	0,042857	0,0400	4,98E-06
0,04	0,049375	0,041429	0,0400	0,000117
0,04	0,044375	0,045714	0,0400	0,000102
0,04	0,044375	0,044286	0,0400	7,5E-05
0,05	0,044375	0,045714	0,0400	7,97E-09
0,05	0,044375	0,045714	0,0400	7,97E-09
0,05	0,044375	0,048571	0,0400	8,68E-06
0,05	0,044375	0,048571	0,0400	8,68E-06
0,05	0,044375	0,048571	0,0400	8,68E-06
0,05	0,044375	0,048571	0,0400	8,68E-06
0,05	0,044375	0,041429	0,0400	1,76E-05
0,04	0,044375	0,0400	0,0400	1,91E-05
0,04	0,044375	0,0400	0,0400	1,91E-05
0,04	0,044375	0,0400	0,0400	1,91E-05

Yi	Ytot	(Yi-Ytot)²
0,07	0,04	0,0009
0,049375	0,04	8,79E-05
0,044375	0,04	1,91E-05
0,043125	0,04	9,77E-06
0,0375	0,04	6,25E-06
0,0325	0,04	5,62E-05
0,0325	0,04	5,62E-05
sqb		0,001136

Yj	Ytot	(Yj-Ytot)²
0,05	0,04	1,347E-06
0,05	0,04	1,914E-05
0,04	0,04	1,474E-05
0,04	0,04	2,878E-06
sqtr		3,811E-05

B	7	SQtr=b*∑(Yi-Ytot)²
K	4	0,000267
R	16	SQB=k*∑(Yj-Ytot)²
		0,004542
		SQR=∑∑(ij-Yi-Yj+Ytot)²
		0,002901
		SQT=SQtr-SQB+SQR
		0,00771

QMTR= SQ	8,89E-05	
QMB= SQB	0,000757	
QMR= SQR	0,000161	
FTR= QMTI	0,551614	
FBLOC= QM	4,696568	

b0	0,07	a	SEV	0,045357	a
b5	0,05	ab	SRF	0,048571	a
b10	0,04	ab	CEV	0,040357	a
b20	0,04	ab	CRF	0,0425	a
b40	0,04	b			
b80	0,03	b			
b100	0,03	b			

b0-b5	0,020625	FALSO	SEV-SRF	-0,00321	FALSO
b0-b10	0,025625	FALSO	SEV-CEV	0,005	FALSO
b0-b20	0,026875	FALSO	SEV-CRF	0,002857	FALSO
b0-b40	0,0325	VERDADEIRO	SRF-CEV	0,008214	FALSO
b0-b80	0,0375	VERDADEIRO	SRF-CRF	0,006071	FALSO
b0-b100	0,0375	VERDADEIRO	CEV-CRF	-0,00214	FALSO
b5-b10	0,005	FALSO			
b5-b20	0,00625	FALSO			
b5-b40	0,01	FALSO			
b5-b80	0,016875	FALSO			
b5-b100	0,02	FALSO			
b10-b20	0,00125	FALSO			
b10-b40	0,006875	FALSO			
b10-b80	0,011875	FALSO			
b10-b100	0,011875	FALSO			
b20-b40	0,005625	FALSO			
b20-b80	0,010625	FALSO			
b20-b100	0,010625	FALSO			
b40-b80	0,005	FALSO			
b40-b100	0,005	FALSO			

dms=q*Vqı	0,022916	0,028502
q	3,61	4,49
qmr	0,000161	
r	4	

0,04	0,044375	0,042857	0,0400	5,23E-05
0,04	0,044375	0,042857	0,0400	5,23E-05
0,04	0,044375	0,042857	0,0400	5,23E-05
0,04	0,044375	0,041429	0,0400	3,37E-05
0,05	0,043125	0,045714	0,0400	1,35E-06
0,04	0,043125	0,044286	0,0400	5,49E-05
0,04	0,043125	0,045714	0,0400	7,81E-05
0,04	0,043125	0,045714	0,0400	7,81E-05
0,05	0,043125	0,048571	0,0400	2,88E-06
0,05	0,043125	0,048571	0,0400	2,88E-06
0,05	0,043125	0,048571	0,0400	2,88E-06
0,05	0,043125	0,048571	0,0400	2,88E-06
0,04	0,043125	0,041429	0,0400	2,07E-05
0,04	0,043125	0,0400	0,0400	9,77E-06
0,04	0,043125	0,0400	0,0400	9,77E-06
0,04	0,043125	0,0400	0,0400	9,77E-06
0,04	0,043125	0,042857	0,0400	3,58E-05
0,04	0,043125	0,042857	0,0400	3,58E-05
0,04	0,043125	0,042857	0,0400	3,58E-05
0,04	0,043125	0,041429	0,0400	2,07E-05
0,04	0,0375	0,045714	0,0400	1,03E-05
0,04	0,0375	0,044286	0,0400	3,19E-06
0,04	0,0375	0,045714	0,0400	1,03E-05
0,04	0,0375	0,045714	0,0400	1,03E-05
0,04	0,0375	0,048571	0,0400	3,69E-05
0,04	0,0375	0,048571	0,0400	3,69E-05
0,04	0,0375	0,048571	0,0400	3,69E-05
0,04	0,0375	0,048571	0,0400	3,69E-05
0,03	0,0375	0,041429	0,0400	7,97E-05
0,03	0,0375	0,0400	0,0400	5,63E-05
0,03	0,0375	0,0400	0,0400	5,63E-05
0,03	0,0375	0,0400	0,0400	5,63E-05
0,04	0,0375	0,042857	0,0400	1,28E-07
0,04	0,0375	0,042857	0,0400	1,28E-07
0,04	0,0375	0,042857	0,0400	1,28E-07
0,04	0,0375	0,041429	0,0400	1,15E-06
0,03	0,0325	0,045714	0,0400	6,75E-05
0,03	0,0325	0,044286	0,0400	4,6E-05
0,03	0,0325	0,045714	0,0400	6,75E-05
0,03	0,0325	0,045714	0,0400	6,75E-05
0,04	0,0325	0,048571	0,0400	1,15E-06
0,04	0,0325	0,048571	0,0400	1,15E-06
0,04	0,0325	0,048571	0,0400	1,15E-06
0,04	0,0325	0,048571	0,0400	1,15E-06
0,03	0,0325	0,041429	0,0400	1,54E-05
0,03	0,0325	0,0400	0,0400	6,25E-06
0,03	0,0325	0,0400	0,0400	6,25E-06
0,03	0,0325	0,0400	0,0400	6,25E-06
0,03	0,0325	0,042857	0,0400	2,87E-05
0,03	0,0325	0,042857	0,0400	2,87E-05
0,03	0,0325	0,042857	0,0400	2,87E-05
0,03	0,0325	0,041429	0,0400	1,54E-05
0,03	0,0325	0,045714	0,0400	6,75E-05
0,03	0,0325	0,044286	0,0400	4,6E-05
0,03	0,0325	0,045714	0,0400	6,75E-05
0,03	0,0325	0,045714	0,0400	6,75E-05
0,04	0,0325	0,048571	0,0400	1,15E-06
0,04	0,0325	0,048571	0,0400	1,15E-06
0,04	0,0325	0,048571	0,0400	1,15E-06
0,04	0,0325	0,048571	0,0400	1,15E-06
0,03	0,0325	0,041429	0,0400	1,54E-05
0,03	0,0325	0,0400	0,0400	6,25E-06
0,03	0,0325	0,0400	0,0400	6,25E-06
0,03	0,0325	0,0400	0,0400	6,25E-06
0,03	0,0325	0,042857	0,0400	2,87E-05
0,03	0,0325	0,042857	0,0400	2,87E-05
0,03	0,0325	0,042857	0,0400	2,87E-05
0,03	0,0325	0,041429	0,0400	1,54E-05
			SQR	0,002901

b80-b100	0	FALSO

CO2 CARGA 2		B0	B5	B10	B20	B40	B80	B100	MÉDIA	
	SEV	3,3	3,3	3,1	3,2	3,2	3,3	3,3	3,24	3,3
	SEV	3,3	3,3	3,2	3,2	3,3	3,3	3,3	3,27	
	SEV	3,3	3,4	3,2	3,2	3,3	3,3	3,3	3,29	
	SEV	3,3	3,4	3,2	3,2	3,3	3,3	3,3	3,29	
	SRF	3,3	3	2,9	3	2,9	3	3	3,01	3,0
	SRF	3,3	3	3	2,9	3	3	3	3,03	
		3,3	3	2,9	2,9	3	3	3		
	SRF								3,01	
	SRF	3,3	3	3	2,8	2,8	3	3	2,99	
	CEV	3,3	2,9	3	2,9	3	3	3	3,01	3,0
		3,3	3	3	3	3	3	3		
	CEV								3,04	
	CEV	3,3	3	3	3	3	3	3,1	3,06	
	CEV	3,3	3	3	3	3	3	3	3,04	
	CRF	3,3	3,3	3	3,1	3,1	3,2	3,1	3,16	3,2
	CRF	3,3	3,2	3	3,2	3,2	3,2	3,1	3,17	
	CRF	3,3	3,3	3	3,2	3,2	3,2	3,1	3,19	
	CRF	3,3	3,3	3,1	3,2	3,2	3,2	3,1	3,20	
	MÉDIA	3,30	3,15	3,04	3,06	3,09	3,13	3,11	3,13	3,13
		3,3	3,15	3,0375	3,0625	3,09375	3,125	3,10625		

FONJTE DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADOS MÉDIOS	VALOR F CALCULADO	VALOR F TABELA
ÓLEOS	3	0,313036	0,104345	6,702949349	3,16
BLENDAS	6	0,177262	0,029544	1,897837059	2,66
RESIDUOS	18	0,280207	0,015567		
TOTAL		0,770505			

ij	Yi	Yj	Ytot	$(ij-Yi-Yj+Ytot)^2$
3,3	3,3	3,242857	3,13	0,012737
3,3	3,3	3,271429	3,13	0,020002
3,3	3,3	3,285714	3,13	0,024247
3,3	3,3	3,285714	3,13	0,024247
3,3	3,3	3,014286	3,13	0,01339
3,3	3,3	3,028571	3,13	0,010288
3,3	3,3	3,014286	3,13	0,01339
3,3	3,3	2,985714	3,13	0,020818
3,3	3,3	3,014286	3,13	0,01339
3,3	3,3	3,0429	3,13	0,007594
3,3	3,3	3,0571	3,13	0,005308
3,3	3,3	3,0429	3,13	0,007594
3,3	3,3	3,157143	3,13	0,000737
3,3	3,3	3,171429	3,13	0,001716
3,3	3,3	3,185714	3,13	0,003104
3,3	3,3	3,2	3,13	0,0049
3,3	3,15	3,242857	3,13	0,00138
3,3	3,15	3,271429	3,13	0,00
3,4	3,15	3,285714	3,13	0,00889
3,4	3,15	3,285714	3,13	0,00889
3	3,15	3,014286	3,13	0,001176
3	3,15	3,028571	3,13	0,002359
3	3,15	3,014286	3,13	0,001176
3	3,15	2,985714	3,13	3,27E-05
2,9	3,15	3,014286	3,13	0,018033
3	3,15	3,0429	3,13	0,003951
3	3,15	3,0571	3,13	0,005951
3	3,15	3,0429	3,13	0,003951
3,3	3,15	3,157143	3,13	0,015094
3,2	3,15	3,171429	3,13	7,35E-05
3,3	3,15	3,185714	3,13	0,00889
3,3	3,15	3,2	3,13	0,0064
3,1	3,0375	3,242857	3,13	0,002536
3,2	3,0375	3,271429	3,13	0,000444
3,2	3,0375	3,285714	3,13	4,6E-05
3,2	3,0375	3,285714	3,13	4,6E-05
2,9	3,0375	3,014286	3,13	0,000475
3	3,0375	3,028571	3,13	0,004087
2,9	3,0375	3,014286	3,13	0,000475
3	3,0375	2,985714	3,13	0,011403
3	3,0375	3,014286	3,13	0,006117
3	3,0375	3,0429	3,13	0,002464
3	3,0375	3,0571	3,13	0,00125

Yi	Ytot	$(Yi-Ytot)^2$
3,3	3,13	0,0289
3,15	3,13	0,0004
3,0375	3,13	0,008556
3,0625	3,13	0,004556
3,09375	3,13	0,001314
3,125	3,13	2,5E-05
3,10625	3,13	0,000564
sqb		0,044316

Yj	Ytot	$(Yj-Ytot)^2$
3,27	3,13	0,021441
3,01	3,13	0,013061
3,04	3,13	0,007347
3,18	3,13	0,00287
sqtr		0,044719

B	7	
K	4	
R	16	

$SQtr=b*\sum(Yi-Ytot)^2$ 0,313036

$SQB=k*\sum(Yj-Ytot)^2$ 0,177262

$SQR=\sum\sum(ij-Yi-Yj+Ytot)^2$ 0,280207

SQT=SQtr-SQB+SQR 0,770505

QMTR= SQ	0,104345
QMB= SQB	0,029544
QMR= SQR	0,015567
FTR= QMTI	6,702949
FBLOC= QM	1,897837

	TR	B
dms=q*Vqr	0,225206	0,3
q	3,61	4,49
qmr	0,015567	
r	4	

b0	3,30	a	SEV	3,271429	a
b5	3,15	a	SRF	3,010714	b
b10	3,04	a	CEV	3,039286	b
b20	3,06	a	CRF	3,178571	ab
b40	3,09	a			
b80	3,13	a			
b100	3,11	a			

b0-b5	0,15	FALSO	SEV-SRF	0,260714	VERDADEIRO
b0-b10	0,2625	FALSO	SEV-CEV	0,232143	VERDADEIRO
b0-b20	0,2375	FALSO	SEV-CRF	0,092857	FALSO
b0-b40	0,20625	FALSO	SRF-CEV	-0,02857	FALSO
b0-b80	0,175	FALSO	SRF-CRF	-0,16786	FALSO
b0-b100	0,19375	FALSO	CEV-CRF	-0,13929	FALSO
b5-b10	0,1125	FALSO			
b5-b20	0,0875	FALSO			
b5-b40	0,06	FALSO			
b5-b80	0,025	FALSO			
b5-b100	0,04	FALSO			
b10-b20	-0,025	FALSO			
b10-b40	-0,05625	FALSO			
b10-b80	-0,0875	FALSO			
b10-b100	-0,06875	FALSO			
b20-b40	-0,03125	FALSO			
b20-b80	-0,0625	FALSO			
b20-b100	-0,04375	FALSO			
b40-b80	-0,03125	FALSO			

3	3,0375	3,0429	3,13	0,002464
3	3,0375	3,157143	3,13	0,004179
3	3,0375	3,171429	3,13	0,00623
3	3,0375	3,185714	3,13	0,008689
3,1	3,0375	3,2	3,13	5,62E-05
3,2	3,0625	3,242857	3,13	0,000607
3,2	3,0625	3,271429	3,13	1,54E-05
3,2	3,0625	3,285714	3,13	0,000332
3,2	3,0625	3,285714	3,13	0,000332
3	3,0625	3,014286	3,13	0,002832
2,9	3,0625	3,028571	3,13	0,00373
2,9	3,0625	3,014286	3,13	0,002189
2,8	3,0625	2,985714	3,13	0,013975
2,9	3,0625	3,014286	3,13	0,002189
3	3,0625	3,0429	3,13	0,000607
3	3,0625	3,0571	3,13	0,000107
3	3,0625	3,0429	3,13	0,000607
3,1	3,0625	3,157143	3,13	0,000107
3,2	3,0625	3,171429	3,13	0,00923
3,2	3,0625	3,185714	3,13	0,006689
3,2	3,0625	3,2	3,13	0,004556
3,2	3,09375	3,242857	3,13	4,37E-05
3,3	3,09375	3,271429	3,13	0,004202
3,3	3,09375	3,285714	3,13	0,002554
3,3	3,09375	3,285714	3,13	0,002554
2,9	3,09375	3,014286	3,13	0,00609
3	3,09375	3,028571	3,13	5,9E-05
3	3,09375	3,014286	3,13	0,000482
2,8	3,09375	2,985714	3,13	0,02234
3	3,09375	3,014286	3,13	0,000482
3	3,09375	3,0429	3,13	4,37E-05
3	3,09375	3,0571	3,13	0,000437
3	3,09375	3,0429	3,13	4,37E-05
3,1	3,09375	3,157143	3,13	0,000437
3,2	3,09375	3,171429	3,13	0,004202
3,2	3,09375	3,185714	3,13	0,002554
3,2	3,09375	3,2	3,13	0,001314
3,3	3,125	3,242857	3,13	0,003862
3,3	3,125	3,271429	3,13	0,001127
3,3	3,125	3,285714	3,13	0,000372
3,3	3,125	3,285714	3,13	0,000372
3	3,125	3,014286	3,13	8,62E-05
3	3,125	3,028571	3,13	0,000556
3	3,125	3,014286	3,13	8,62E-05
3	3,125	2,985714	3,13	0,000372
3	3,125	3,014286	3,13	8,62E-05
3	3,125	3,0429	3,13	0,001433
3	3,125	3,0571	3,13	0,002719
3	3,125	3,0429	3,13	0,001433
3,2	3,125	3,157143	3,13	0,00229
3,2	3,125	3,171429	3,13	0,001127
3,2	3,125	3,185714	3,13	0,000372
3,2	3,125	3,2	3,13	2,5E-05
3,3	3,10625	3,242857	3,13	0,006544
3,3	3,10625	3,271429	3,13	0,002738
3,3	3,10625	3,285714	3,13	0,001447
3,3	3,10625	3,285714	3,13	0,001447
3	3,10625	3,014286	3,13	8,96E-05
3	3,10625	3,028571	3,13	2,32E-05
3	3,10625	3,014286	3,13	8,96E-05
3	3,10625	2,985714	3,13	0,001447
3	3,10625	3,014286	3,13	8,96E-05
3	3,10625	3,0429	3,13	0,000365
3,1	3,10625	3,0571	3,13	0,004437
3	3,10625	3,0429	3,13	0,000365
3,1	3,10625	3,157143	3,13	0,001115
3,1	3,10625	3,171429	3,13	0,002273
3,1	3,10625	3,185714	3,13	0,00384

b40-b100	-0,0125	FALSO
b80-b100	0,01875	FALSO

3,1	3,10625	3,2	3,13	0,005814
		SQR		0,280207

CO2 CARGA 3		B0	B5	B10	B20	B40	B80	B100	MÉDIA	
	SEV	3,4	3,5	3,4	3,3	3,4	3,4	3,5	3,41	3,425
	SEV	3,5	3,5	3,4	3,3	3,4	3,5	3,5	3,44	
	SEV	3,4	3,5	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,41	
	SEV	3,4	3,5	3,4	3,4	3,4	3,4	3,5	3,43	
	SRF	3,4	3,2	3,1	3,1	3,1	3,2	3,2	3,19	3,210714
	SRF	3,5	3,2	3,2	3,1	3,2	3,2	3,2	3,23	
		3,4	3,2	3,1	3,1	3,2	3,2	3,2		
	SRF								3,20	
	SRF	3,4	3,3	3,2	3,1	3,2	3,2	3,2	3,23	
	CEV	3,4	3,1	3,2	3,2	3,1	3,2	3,2	3,20	3,217857
	CEV	3,5	3,2	3,2	3,2	3,1	3,2	3,2	3,23	
	CEV	3,4	3,1	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,21	
	CEV	3,4	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,23	
	CRF	3,4	3,4	3,2	3,3	3,4	3,4	3,2	3,33	3,342857
	CRF	3,5	3,4	3,2	3,3	3,4	3,4	3,3	3,36	
	CRF	3,4	3,4	3,2	3,3	3,4	3,4	3,3	3,34	
	CRF	3,4	3,4	3,2	3,3	3,4	3,4	3,3	3,34	
	MÉDIA	3,43	3,32	3,24	3,24	3,28	3,31	3,29	3,30	3,30
		3,425	3,31875	3,2375	3,2375	3,28125	3,30625	3,2875		

FONJTE DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADOS MÉDIOS	VALOR F CALCULADO	VALOR F TABELA
ÓLEOS	3	0,225246	0,075082	5,540482773	3,16
BLENDAS	6	0,097344	0,016224	1,197207679	2,66
RESIDUOS	18	0,243927	0,013551		
TOTAL		0,566516			

ij	Yi	Yj	Ytot	(ij-Yi-Yj+Ytot)²
3,4	3,425	3,414286	3,3	0,019401
3,5	3,425	3,442857	3,3	0,004605
3,4	3,425	3,414286	3,3	0,019401
3,4	3,425	3,428571	3,3	0,023584
3,4	3,425	3,185714	3,3	0,007972
3,5	3,425	3,228571	3,3	0,021441
3,4	3,425	3,2	3,3	0,005625
3,4	3,425	3,228571	3,3	0,002156
3,4	3,425	3,2	3,3	0,005625
3,5	3,425	3,2286	3,3	0,021441
3,4	3,425	3,2143	3,3	0,003686
3,4	3,425	3,2286	3,3	0,002156
3,4	3,425	3,328571	3,3	0,00287
3,5	3,425	3,357143	3,3	0,000319
3,4	3,425	3,342857	3,3	0,004605
3,4	3,425	3,342857	3,3	0,004605
3,5	3,31875	3,414286	3,3	0,004484
3,5	3,31875	3,442857	3,3	0,00
3,5	3,31875	3,414286	3,3	0,004484
3,5	3,31875	3,428571	3,3	0,002775
3,2	3,31875	3,185714	3,3	1,99E-05
3,2	3,31875	3,228571	3,3	0,002239
3,2	3,31875	3,2	3,3	0,000352
3,3	3,31875	3,228571	3,3	0,002775
3,1	3,31875	3,2	3,3	0,014102
3,2	3,31875	3,2286	3,3	0,002239
3,1	3,31875	3,2143	3,3	0,017699
3,2	3,31875	3,2286	3,3	0,002239
3,4	3,31875	3,328571	3,3	0,002775
3,4	3,31875	3,357143	3,3	0,000581
3,4	3,31875	3,342857	3,3	0,001474
3,4	3,31875	3,342857	3,3	0,001474
3,4	3,2375	3,414286	3,3	0,002325
3,4	3,2375	3,442857	3,3	0,000386
3,4	3,2375	3,414286	3,3	0,002325
3,4	3,2375	3,428571	3,3	0,001151
3,1	3,2375	3,185714	3,3	0,000539
3,2	3,2375	3,228571	3,3	0,001151
3,1	3,2375	3,2	3,3	0,001406
3,2	3,2375	3,228571	3,3	0,001151
3,2	3,2375	3,2	3,3	0,003906
3,2	3,2375	3,2286	3,3	0,001151
3,2	3,2375	3,2143	3,3	0,002325
3,2	3,2375	3,2286	3,3	0,001151
3,2	3,2375	3,328571	3,3	0,004365
3,2	3,2375	3,357143	3,3	0,008957

Yi	Ytot	(Yi-Ytot)²
3,425	3,3	0,015625
3,31875	3,3	0,000352
3,2375	3,3	0,003906
3,2375	3,3	0,003906
3,28125	3,3	0,000352
3,30625	3,3	3,91E-05
3,2875	3,3	0,000156
sqb		0,024336

Yj	Ytot	(Yj-Ytot)²
3,43	3,30	0,015849
3,21	3,30	0,007813
3,22	3,30	0,006602
3,34	3,30	0,001914
sqtr		0,032178

B	7	SQtr=b*∑(Yi-Ytot)²
K	4	0,225245536
R	16	SQB=k*∑(Yj-Ytot)²
		0,09734375
		SQR=∑∑(ij-Yi-Yj+Ytot)²
		0,243926977
		SQT=SQtr-SQB+SQR
		0,566516263

		TR	B
dms=q*√qı		0,210122	0,261342
q		3,61	4,49
qmr	0,013551		
r	4		

QMTR= SQtr/ (K-1)	0,075082
QMB= SQB/ (B-1)	0,016224
QMR= SQR/ (K-1)*(B-1)	0,013551
FTR= QMTR/QMR	5,540483
FBLOC= QMB/QMR	1,197208

b0	3,43	a
b5	3,32	a
b10	3,24	a
b20	3,24	a
b40	3,28	a
b80	3,31	a
b100	3,29	a

b0-b5	0,10625	FALSO
b0-b10	0,1875	FALSO
b0-b20	0,1875	FALSO
b0-b40	0,14375	FALSO
b0-b80	0,11875	FALSO
b0-b100	0,1375	FALSO
b5-b10	0,08125	FALSO
b5-b20	0,08125	FALSO
b5-b40	0,04	FALSO
b5-b80	0,0125	FALSO
b5-b100	0,03	FALSO
b10-b20	0	FALSO
b10-b40	-0,04375	FALSO
b10-b80	-0,06875	FALSO
b10-b100	-0,05	FALSO
b20-b40	-0,04375	FALSO
b20-b80	-0,06875	FALSO
b20-b100	-0,05	FALSO
b40-b80	-0,025	FALSO
b40-b100	-0,00625	FALSO
b80-b100	0,01875	FALSO

SEV	3,425	a	
SRF	3,210714	b	
CEV	3,217857	ab	
CRF	3,342857	ab	

SEV-SRF	0,214286	VERDADEIRO	
SEV-CEV	0,207143	FALSO	
SEV-CRF	0,082143	FALSO	
SRF-CEV	-0,00714	FALSO	
SRF-CRF	-0,13214	FALSO	
CEV-CRF	-0,125	FALSO	

3,2	3,2375	3,342857	3,3	0,006457
3,2	3,2375	3,342857	3,3	0,006457
3,3	3,2375	3,414286	3,3	0,002682
3,3	3,2375	3,442857	3,3	0,006457
3,4	3,2375	3,414286	3,3	0,002325
3,4	3,2375	3,428571	3,3	0,001151
3,1	3,2375	3,185714	3,3	0,000539
3,1	3,2375	3,228571	3,3	0,004365
3,1	3,2375	3,2	3,3	0,001406
3,1	3,2375	3,228571	3,3	0,004365
3,2	3,2375	3,2	3,3	0,003906
3,2	3,2375	3,2286	3,3	0,001151
3,2	3,2375	3,2143	3,3	0,002325
3,2	3,2375	3,2286	3,3	0,001151
3,3	3,2375	3,328571	3,3	0,001151
3,3	3,2375	3,357143	3,3	2,87E-05
3,3	3,2375	3,342857	3,3	0,000386
3,3	3,2375	3,342857	3,3	0,000386
3,4	3,28125	3,414286	3,3	1,99E-05
3,4	3,28125	3,442857	3,3	0,000581
3,4	3,28125	3,414286	3,3	1,99E-05
3,4	3,28125	3,428571	3,3	9,65E-05
3,1	3,28125	3,185714	3,3	0,004484
3,2	3,28125	3,228571	3,3	9,65E-05
3,2	3,28125	3,2	3,3	0,000352
3,2	3,28125	3,228571	3,3	9,65E-05
3,1	3,28125	3,2	3,3	0,006602
3,1	3,28125	3,2286	3,3	0,012061
3,2	3,28125	3,2143	3,3	1,99E-05
3,2	3,28125	3,2286	3,3	9,65E-05
3,4	3,28125	3,328571	3,3	0,008132
3,4	3,28125	3,357143	3,3	0,003795
3,4	3,28125	3,342857	3,3	0,00576
3,4	3,28125	3,342857	3,3	0,00576
3,4	3,30625	3,414286	3,3	0,000422
3,5	3,30625	3,442857	3,3	0,00259
3,4	3,30625	3,414286	3,3	0,000422
3,4	3,30625	3,428571	3,3	0,001213
3,2	3,30625	3,185714	3,3	6,46E-05
3,2	3,30625	3,228571	3,3	0,001213
3,2	3,30625	3,2	3,3	3,91E-05
3,2	3,30625	3,228571	3,3	0,001213
3,2	3,30625	3,2	3,3	3,91E-05
3,2	3,30625	3,2286	3,3	0,001213
3,2	3,30625	3,2143	3,3	0,000422
3,2	3,30625	3,2286	3,3	0,001213
3,4	3,30625	3,328571	3,3	0,004248
3,4	3,30625	3,357143	3,3	0,00134
3,4	3,30625	3,342857	3,3	0,00259
3,4	3,30625	3,342857	3,3	0,00259
3,5	3,2875	3,414286	3,3	0,009646
3,5	3,2875	3,442857	3,3	0,00485
3,4	3,2875	3,414286	3,3	3,19E-06
3,5	3,2875	3,428571	3,3	0,007044
3,2	3,2875	3,185714	3,3	0,000717
3,2	3,2875	3,228571	3,3	0,000258
3,2	3,2875	3,2	3,3	0,000156
3,2	3,2875	3,228571	3,3	0,000258
3,2	3,2875	3,2	3,3	0,000156
3,2	3,2875	3,2286	3,3	0,000258
3,2	3,2875	3,2143	3,3	3,19E-06
3,2	3,2875	3,2286	3,3	0,000258
3,2	3,2875	3,328571	3,3	0,013473
3,3	3,2875	3,357143	3,3	0,001993
3,3	3,2875	3,342857	3,3	0,000922
3,3	3,2875	3,342857	3,3	0,000922
		SQR		0,243927

CO2 CARGA 4		B0	B5	B10	B20	B40	B80	B100	MÉDIA	
	SEV	4,8	4,9	4,7	4,7	4,7	4,8	4,9	4,79	4,81
	SEV	4,8	4,9	4,8	4,7	4,7	4,8	4,9	4,80	
	SEV	4,9	4,9	4,8	4,8	4,8	4,8	4,9	4,84	
	SEV	4,9	4,9	4,8	4,8	4,7	4,8	4,9	4,83	
	SRF	4,8	4,5	4,5	4,4	4,5	4,5	4,5	4,53	4,54
	SRF	4,8	4,5	4,5	4,4	4,5	4,5	4,5	4,53	
		4,9	4,6	4,5	4,4	4,5	4,5	4,5		
	SRF								4,56	
	SRF	4,9	4,6	4,5	4,4	4,5	4,5	4,5	4,56	
	CEV	4,8	4,5	4,5	4,5	4,4	4,5	4,5	4,53	4,53
	CEV	4,8	4,4	4,5	4,5	4,5	4,6	4,5	4,54	
	CEV	4,9	4,4	4,5	4,5	4,4	4,5	4,5	4,53	
	CEV	4,9	4,4	4,4	4,5	4,4	4,5	4,5	4,51	
	CRF	4,8	4,8	4,6	4,7	4,8	4,8	4,6	4,73	4,76
	CRF	4,8	4,8	4,7	4,8	4,8	4,8	4,6	4,76	
	CRF	4,9	4,8	4,7	4,7	4,8	4,8	4,7	4,77	
	CRF	4,9	4,8	4,7	4,8	4,8	4,8	4,7	4,79	
	MÉDIA		4,85	4,67	4,61	4,60	4,61	4,66	4,64	4,66	4,66
			4,85	4,66875	4,60625	4,6	4,6125	4,65625	4,6375		

FONJTE DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADOS MÉDIOS	VALOR F CALCULADO	VALOR F TABELA
ÓLEOS	3	0,454531	0,15151	8,543426181	3,16
BLENDAS	6	0,181769	0,030295	1,708274071	2,66
RESIDUOS	18	0,319215	0,017734		
TOTAL		0,955515			

ij	Yi	Yj	Ytot	(ij-Yi-Yj+Ytot)²
4,8	4,85	4,785714	4,66	0,030876
4,8	4,85	4,8	4,66	0,0361
4,9	4,85	4,842857	4,66	0,017651
4,9	4,85	4,828571	4,66	0,014059
4,8	4,85	4,528571	4,66	0,006631
4,8	4,85	4,528571	4,66	0,006631
4,9	4,85	4,557143	4,66	0,023365
4,9	4,85	4,557143	4,66	0,023365
4,8	4,85	4,528571	4,66	0,006631
4,8	4,85	4,5429	4,66	0,004508
4,9	4,85	4,5286	4,66	0,032916
4,9	4,85	4,5143	4,66	0,038304
4,8	4,85	4,728571	4,66	0,014059
4,8	4,85	4,757143	4,66	0,021651
4,9	4,85	4,771429	4,66	0,003773
4,9	4,85	4,785714	4,66	0,005733
4,9	4,66875	4,785714	4,66	0,011138
4,9	4,66875	4,8	4,66	0,01
4,9	4,66875	4,842857	4,66	0,002342
4,9	4,66875	4,828571	4,66	0,003929
4,5	4,66875	4,528571	4,66	0,001393
4,5	4,66875	4,528571	4,66	0,001393
4,6	4,66875	4,557143	4,66	0,001163
4,6	4,66875	4,557143	4,66	0,001163
4,5	4,66875	4,528571	4,66	0,001393
4,4	4,66875	4,5429	4,66	0,022985
4,4	4,66875	4,5286	4,66	0,018857
4,4	4,66875	4,5143	4,66	0,015138
4,8	4,66875	4,728571	4,66	0,003929
4,8	4,66875	4,757143	4,66	0,001163
4,8	4,66875	4,771429	4,66	0,000393
4,8	4,66875	4,785714	4,66	3,06E-05
4,7	4,60625	4,785714	4,66	0,001022
4,8	4,60625	4,8	4,66	0,002889
4,8	4,60625	4,842857	4,66	0,000119
4,8	4,60625	4,828571	4,66	0,000634
4,5	4,60625	4,528571	4,66	0,000634
4,5	4,60625	4,528571	4,66	0,000634
4,5	4,60625	4,557143	4,66	1,15E-05
4,5	4,60625	4,557143	4,66	1,15E-05
4,5	4,60625	4,528571	4,66	0,000634
4,5	4,60625	4,5429	4,66	0,000119
4,5	4,60625	4,5286	4,66	0,000634
4,4	4,60625	4,5143	4,66	0,003665
4,6	4,60625	4,728571	4,66	0,005598
4,7	4,60625	4,757143	4,66	1,15E-05
4,7	4,60625	4,771429	4,66	0,000313

Yi	Ytot	(Yi-Ytot)²
4,85	4,66	0,0361
4,66875	4,66	7,66E-05
4,60625	4,66	0,002889
4,6	4,66	0,0036
4,6125	4,66	0,002256
4,65625	4,66	1,41E-05
4,6375	4,66	0,000506
SQb		0,045442

Yj	Ytot	(Yj-Ytot)²
4,81	4,66	0,023311
4,54	4,66	0,014102
4,53	4,66	0,017699
4,76	4,66	0,009822
sqtr		0,064933

B	7	
K	4	
R	16	

SQtr=b*∑(Yi-Ytot)² 0,45453125

SQB=k*∑(Yj-Ytot)² 0,18176875

SQR=∑∑(ij-Yi-Yj+Ytot)² 0,319214732

SQT=SQtr-SQB+SQR 0,955514732

QMTR= SQtr/ (K-1)	0,151510417
QMB= SQB/ (B-1)	0,030294792
QMR= SQR/ (K-1)*(B-1)	0,017734152
FTR= QMTR/QMR	8,543426181
FBLOC= QMB/QMR	1,708274071

b0	4,85	a
b5	4,67	a
b10	4,61	a
b20	4,60	a
b40	4,61	a
b80	4,66	a
b100	4,64	a

b0-b5	0,18125	FALSO
b0-b10	0,24375	FALSO
b0-b20	0,25	FALSO
b0-b40	0,2375	FALSO
b0-b80	0,19375	FALSO
b0-b100	0,2125	FALSO
b5-b10	0,0625	FALSO
b5-b20	0,06875	FALSO
b5-b40	0,06	FALSO
b5-b80	0,0125	FALSO
b5-b100	0,03	FALSO
b10-b20	0,00625	FALSO
b10-b40	-0,00625	FALSO
b10-b80	-0,05	FALSO
b10-b100	-0,03125	FALSO
b20-b40	-0,0125	FALSO
b20-b80	-0,05625	FALSO
b20-b100	-0,0375	FALSO
b40-b80	-0,04375	FALSO
b40-b100	-0,025	FALSO
b80-b100	0,01875	FALSO

SEV	4,814286	a
SRF	4,542857	b
CEV	4,528571	b
CRF	4,760714	ab

SEV-SRF	0,271429	VERDADEIRO
SEV-CEV	0,285714	VERDADEIRO
SEV-CRF	0,053571	FALSO
SRF-CEV	0,014286	FALSO
SRF-CRF	-0,21786	FALSO
CEV-CRF	-0,23214	FALSO

	TR	B
dms=q*√(qr	0,240371	0,298966
q	3,61	4,49
qmr	0,017734	
r	4	

4,7	4,60625	4,785714	4,66	0,001022
4,7	4,6	4,785714	4,66	0,000661
4,7	4,6	4,8	4,66	0,0016
4,8	4,6	4,842857	4,66	0,000294
4,8	4,6	4,828571	4,66	0,000988
4,4	4,6	4,528571	4,66	0,004702
4,4	4,6	4,528571	4,66	0,004702
4,4	4,6	4,557143	4,66	0,009437
4,4	4,6	4,557143	4,66	0,009437
4,5	4,6	4,528571	4,66	0,000988
4,5	4,6	4,5429	4,66	0,000294
4,5	4,6	4,5286	4,66	0,000988
4,5	4,6	4,5143	4,66	0,00209
4,7	4,6	4,728571	4,66	0,000988
4,8	4,6	4,757143	4,66	0,01058
4,7	4,6	4,771429	4,66	0,000131
4,8	4,6	4,785714	4,66	0,005518
4,7	4,6125	4,785714	4,66	0,00146
4,7	4,6125	4,8	4,66	0,002756
4,8	4,6125	4,842857	4,66	2,16E-05
4,7	4,6125	4,828571	4,66	0,006573
4,5	4,6125	4,528571	4,66	0,000358
4,5	4,6125	4,528571	4,66	0,000358
4,5	4,6125	4,557143	4,66	9,3E-05
4,5	4,6125	4,557143	4,66	9,3E-05
4,4	4,6125	4,528571	4,66	0,006573
4,5	4,6125	4,5429	4,66	2,16E-05
4,4	4,6125	4,5286	4,66	0,006573
4,4	4,6125	4,5143	4,66	0,00446
4,8	4,6125	4,728571	4,66	0,014144
4,8	4,6125	4,757143	4,66	0,008164
4,8	4,6125	4,771429	4,66	0,005787
4,8	4,6125	4,785714	4,66	0,003817
4,8	4,65625	4,785714	4,66	0,000325
4,8	4,65625	4,8	4,66	1,41E-05
4,8	4,65625	4,842857	4,66	0,001529
4,8	4,65625	4,828571	4,66	0,000616
4,5	4,65625	4,528571	4,66	0,000616
4,5	4,65625	4,528571	4,66	0,000616
4,5	4,65625	4,557143	4,66	0,002851
4,5	4,65625	4,557143	4,66	0,002851
4,5	4,65625	4,528571	4,66	0,000616
4,6	4,65625	4,5429	4,66	0,003708
4,5	4,65625	4,5286	4,66	0,000616
4,5	4,65625	4,5143	4,66	0,000111
4,8	4,65625	4,728571	4,66	0,005652
4,8	4,65625	4,757143	4,66	0,002172
4,8	4,65625	4,771429	4,66	0,001045
4,8	4,65625	4,785714	4,66	0,000325
4,9	4,6375	4,785714	4,66	0,01871
4,9	4,6375	4,8	4,66	0,015006
4,9	4,6375	4,842857	4,66	0,006343
4,9	4,6375	4,828571	4,66	0,008823
4,5	4,6375	4,528571	4,66	3,69E-05
4,5	4,6375	4,528571	4,66	3,69E-05
4,5	4,6375	4,557143	4,66	0,0012
4,5	4,6375	4,557143	4,66	0,0012
4,5	4,6375	4,528571	4,66	3,69E-05
4,5	4,6375	4,5429	4,66	0,000414
4,5	4,6375	4,5286	4,66	3,69E-05
4,5	4,6375	4,5143	4,66	6,75E-05
4,6	4,6375	4,728571	4,66	0,011251
4,6	4,6375	4,757143	4,66	0,018129
4,7	4,6375	4,771429	4,66	0,002394
4,7	4,6375	4,785714	4,66	0,003996
			SQR	0,319215

CO2 CARGA 4		B0	B5	B10	B20	B40	B80	B100	MÉDIA			
	SEV	5,5	5,5	5,3	5,2	5,3	5,4	5,5	5,39	5,421429	5,385714	
	SEV	5,5	5,5	5,3	5,3	5,3	5,5	5,5	5,41		5,414286	5,5
	SEV	5,5	5,5	5,3	5,3	5,4	5,5	5,6	5,44		5,442857	5,24375
	SEV	5,5	5,5	5,3	5,4	5,3	5,5	5,6	5,44		5,442857	5,14375
	SRF	5,5	5,1	5	5	5	5	5	5,09	5,092857	5,085714	5,15
	SRF	5,5	5,1	5	5	5	5	5	5,09		5,085714	5,1625
		5,5	5,1	5	5	5	5	5,1				
	SRF								5,10		5,1	5,2375
	SRF	5,5	5,1	5	5	5,1	5	5	5,10		5,1	5,23125
	CEV	5,5	5	5	5	5	5	5	5,07	5,085714	5,071429	
		5,5	5	5	5	5	5,1	5				
	CEV								5,09		5,085714	
	CEV	5,5	5	5	5	5	5,1	5	5,09		5,085714	
	CEV	5,5	5	5	5	5	5,1	5,1	5,10		5,1	
	CRF	5,5	5,3	5,3	5,3	5,3	5,4	5,3	5,34	5,353571	5,342857	
	CRF	5,5	5,4	5,2	5,3	5,3	5,4	5,3	5,34		5,342857	
	CRF	5,5	5,4	5,3	5,3	5,3	5,4	5,4	5,37		5,371429	
	CRF	5,5	5,4	5,3	5,3	5,3	5,4	5,3	5,36		5,357143	
	MÉDIA	5,50	5,24	5,14	5,15	5,16	5,24	5,23	5,24	5,24		

FONJTE DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADOS MÉDIOS	VALOR F CALCULADO	VALOR F TABELA
ÓLEOS	3	0,638817	0,212939	2,102617	3,16
BLENDAS	6	0,097344	0,016224	0,1602	2,66
RESIDUOS	18	1,822919	0,101273		
TOTAL		2,55908			

ij	Yi	Yj	Ytot	$(ij-Yi-Yj+Ytot)^2$
5,5	5,5	5,385714	5,24	0,021704
5,5	5,24375	5,414286	5,24	0,006457
5,5	5,14375	5,442857	5,24	0,023039
5,5	5,15	5,442857	5,24	0,021181
5,5	5,1625	5,085714	5,24	0,240275
5,5	5,2375	5,085714	5,24	0,172373
5,5	5,23125	5,1	5,24	0,165765
5,5	5,5	5,1	5,24	0,019153
5,5	5,24375	5,071429	5,24	0,17911
5,5	5,14375	5,085714	5,24	0,259008
5,5	5,15	5,085714	5,24	0,252686
5,5	5,1625	5,1	5,24	0,226474
5,5	5,2375	5,342857	5,24	0,024975
5,5	5,23125	5,342857	5,24	0,02699
5,5	5,5	5,371429	5,24	0,017699
5,5	5,24375	5,357143	5,24	0,018906
5,5	5,14375	5,385714	5,24	0,04
5,5	5,15	5,414286	5,24	0,03
5,5	5,1625	5,442857	5,24	0,017699
5,5	5,2375	5,442857	5,24	0,003368
5,1	5,23125	5,085714	5,24	0,000459
5,1	5,5	5,085714	5,24	0,061168
5,1	5,24375	5,1	5,24	2,87E-05
5,1	5,14375	5,1	5,24	0,008957
5	5,15	5,071429	5,24	0,000288
5	5,1625	5,085714	5,24	9,65E-05
5	5,2375	5,085714	5,24	0,007195
5	5,23125	5,1	5,24	0,008622
5,3	5,5	5,342857	5,24	0,092699
5,4	5,24375	5,342857	5,24	0,002682
5,4	5,14375	5,371429	5,24	0,015182
5,4	5,15	5,357143	5,24	0,017227
5,3	5,1625	5,385714	5,24	9,65E-05
5,3	5,2375	5,414286	5,24	0,012858
5,3	5,23125	5,442857	5,24	0,018418
5,3	5,5	5,442857	5,24	0,163591
5	5,24375	5,085714	5,24	0,008294
5	5,14375	5,085714	5,24	7,97E-05
5	5,15	5,1	5,24	0,000135
5	5,1625	5,1	5,24	0,000581
5	5,2375	5,071429	5,24	0,004975
5	5,23125	5,085714	5,24	0,006173
5	5,5	5,085714	5,24	0,120632

Yi	Ytot	$(Yi-Ytot)^2$
3,425	3,3	0,015625
3,31875	3,3	0,000352
3,2375	3,3	0,003906
3,2375	3,3	0,003906
3,28125	3,3	0,000352
3,30625	3,3	3,91E-05
3,2875	3,3	0,000156
sqb		0,024336

Yj	Ytot	$(Yj-Ytot)^2$
5,42	5,24	0,033502
5,09	5,24	0,021181
5,09	5,24	0,023311
5,35	5,24	0,013266
sqtr		0,09126

B	7
K	4
R	16

$SQtr=b*\sum(Yi-Ytot)^2$ 0,638817

$SQB=k*\sum(Yj-Ytot)^2$ 0,097344

$SQR=\sum\sum(ij-Yi-Yj+Ytot)^2$ 1,822919

SQT=SQtr-SQB+SQR 2,55908

QMTR= SQ	0,212939
QMB= SQB	0,016224
QMR= SQR	0,101273
FTR= QMTI	2,102617
FBLOC= QM	0,1602

	TR	B
dms=q*Vqr	0,574414	0,714437
q	3,61	4,49
qmr	0,101273	
r	4	

b0	5,50	a	SEV	5,421429	a
b5	5,24	a	SRF	5,092857	a
b10	5,14	a	CEV	5,085714	a
b20	5,15	a	CRF	5,353571	a
b40	5,16	a			
b80	5,24	a			
b100	5,23	a			

b0-b5	0,25625	FALSO	SEV-SRF	0,328571	FALSO
b0-b10	0,35625	FALSO	SEV-CEV	0,335714	FALSO
b0-b20	0,35	FALSO	SEV-CRF	0,067857	FALSO
b0-b40	0,3375	FALSO	SRF-CEV	0,007143	FALSO
b0-b80	0,2625	FALSO	SRF-CRF	-0,26071	FALSO
b0-b100	0,26875	FALSO	CEV-CRF	-0,26786	FALSO
b5-b10	0,1	FALSO			
b5-b20	0,09375	FALSO			
b5-b40	0,08	FALSO			
b5-b80	0,00625	FALSO			
b5-b100	0,01	FALSO			
b10-b20	-0,00625	FALSO			
b10-b40	-0,01875	FALSO			
b10-b80	-0,09375	FALSO			
b10-b100	-0,0875	FALSO			
b20-b40	-0,0125	FALSO			
b20-b80	-0,0875	FALSO			
b20-b100	-0,08125	FALSO			
b40-b80	-0,075	FALSO			

5	5,24375	5,1	5,24	0,0111
5,3	5,14375	5,342857	5,24	0,002682
5,2	5,15	5,342857	5,24	0,002966
5,3	5,1625	5,371429	5,24	1,99E-05
5,3	5,2375	5,357143	5,24	0,003164
5,2	5,23125	5,385714	5,24	0,031888
5,3	5,5	5,414286	5,24	0,141295
5,3	5,24375	5,442857	5,24	0,021967
5,4	5,14375	5,442857	5,24	0,002682
5	5,15	5,085714	5,24	7,17E-06
5	5,1625	5,085714	5,24	9,65E-05
5	5,2375	5,1	5,24	0,009822
5	5,23125	5,1	5,24	0,008622
5	5,5	5,071429	5,24	0,110913
5	5,24375	5,085714	5,24	0,008294
5	5,14375	5,085714	5,24	7,97E-05
5	5,15	5,1	5,24	0,000135
5,3	5,1625	5,342857	5,24	0,001091
5,3	5,2375	5,342857	5,24	0,001761
5,3	5,23125	5,371429	5,24	0,004133
5,3	5,5	5,357143	5,24	0,101602
5,3	5,24375	5,385714	5,24	0,008294
5,3	5,14375	5,414286	5,24	0,000386
5,4	5,15	5,442857	5,24	0,002074
5,3	5,1625	5,442857	5,24	0,004484
5	5,2375	5,085714	5,24	0,007195
5	5,23125	5,085714	5,24	0,006173
5	5,5	5,1	5,24	0,13076
5,1	5,24375	5,1	5,24	2,87E-05
5	5,14375	5,071429	5,24	0,000539
5	5,15	5,085714	5,24	7,17E-06
5	5,1625	5,085714	5,24	9,65E-05
5	5,2375	5,1	5,24	0,009822
5,3	5,23125	5,342857	5,24	0,001276
5,3	5,5	5,342857	5,24	0,092699
5,3	5,24375	5,371429	5,24	0,005896
5,3	5,14375	5,357143	5,24	0,001406
5,4	5,15	5,385714	5,24	0,010543
5,5	5,1625	5,414286	5,24	0,026117
5,5	5,2375	5,442857	5,24	0,003368
5,5	5,23125	5,442857	5,24	0,004133
5	5,5	5,085714	5,24	0,120632
5	5,24375	5,085714	5,24	0,008294
5	5,14375	5,1	5,24	2,87E-05
5	5,15	5,1	5,24	0,000135
5	5,1625	5,071429	5,24	1,99E-05
5,1	5,2375	5,085714	5,24	0,00023
5,1	5,23125	5,085714	5,24	0,000459
5,1	5,5	5,1	5,24	0,068438
5,4	5,24375	5,342857	5,24	0,002682
5,4	5,14375	5,342857	5,24	0,023039
5,4	5,15	5,371429	5,24	0,013681
5,4	5,1625	5,357143	5,24	0,014102
5,5	5,2375	5,385714	5,24	0,013266
5,5	5,23125	5,414286	5,24	0,008622
5,6	5,5	5,442857	5,24	0,010913
5,6	5,24375	5,442857	5,24	0,023039
5	5,14375	5,085714	5,24	7,97E-05
5	5,15	5,085714	5,24	7,17E-06
5,1	5,1625	5,1	5,24	0,00576
5	5,2375	5,1	5,24	0,009822
5	5,23125	5,071429	5,24	0,004133
5	5,5	5,085714	5,24	0,120632
5	5,24375	5,085714	5,24	0,008294
5,1	5,14375	5,1	5,24	0,008957
5,3	5,15	5,342857	5,24	0,002074
5,3	5,1625	5,342857	5,24	0,001091
5,4	5,2375	5,371429	5,24	0,000868

b40-b100	-0,06875	FALSO
b80-b100	0,00625	FALSO

5,3	5,23125	5,357143		5,24	0,0025
			SQR		1,822919

ANEXO 1 – TABELA F A 5% DE SIGNIFICANCIA

v1 ⇨ / v2 ⇩	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	15	20	24	25	30
1	161.45	199.50	215.71	224.58	230.16	233.99	236.77	238.88	240.54	241.88	242.98	243.90	245.95	248.02	249.05	249.26	250.10
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40	19.40	19.41	19.43	19.45	19.45	19.46	19.46
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.76	8.74	8.70	8.66	8.64	8.63	8.62
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.94	5.91	5.86	5.80	5.77	5.77	5.75
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.70	4.68	4.62	4.56	4.53	4.52	4.50
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.03	4.00	3.94	3.87	3.84	3.83	3.81
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.60	3.57	3.51	3.44	3.41	3.40	3.38
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.31	3.28	3.22	3.15	3.12	3.11	3.08
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.10	3.07	3.01	2.94	2.90	2.89	2.86
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.94	2.91	2.85	2.77	2.74	2.73	2.70
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.82	2.79	2.72	2.65	2.61	2.60	2.57
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.72	2.69	2.62	2.54	2.51	2.50	2.47
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.63	2.60	2.53	2.46	2.42	2.41	2.38
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.57	2.53	2.46	2.39	2.35	2.34	2.31
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.51	2.48	2.40	2.33	2.29	2.28	2.25
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.46	2.42	2.35	2.28	2.24	2.23	2.19
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.41	2.38	2.31	2.23	2.19	2.18	2.15
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.37	2.34	2.27	2.19	2.15	2.14	2.11
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.34	2.31	2.23	2.16	2.11	2.11	2.07
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.31	2.28	2.20	2.12	2.08	2.07	2.04
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.28	2.25	2.18	2.10	2.05	2.05	2.01
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.26	2.23	2.15	2.07	2.03	2.02	1.98
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27	2.24	2.20	2.13	2.05	2.01	2.00	1.96
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.22	2.18	2.11	2.03	1.98	1.97	1.94
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24	2.20	2.16	2.09	2.01	1.96	1.96	1.92
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.18	2.15	2.07	1.99	1.95	1.94	1.90
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25	2.20	2.17	2.13	2.06	1.97	1.93	1.92	1.88
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19	2.15	2.12	2.04	1.96	1.91	1.91	1.87
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22	2.18	2.14	2.10	2.03	1.94	1.90	1.89	1.85
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.13	2.09	2.01	1.93	1.89	1.88	1.84
35	4.12	3.27	2.87	2.64	2.49	2.37	2.29	2.22	2.16	2.11	2.07	2.04	1.96	1.88	1.83	1.82	1.79
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08	2.04	2.00	1.92	1.84	1.79	1.78	1.74

ANEXO 2 – TABELA TUKEY A 5% DE SIGNIFICANCIA

GL(resid)	Numero de grupos no tratamento								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	3,64	4,6	5,22	5,67	6,03	6,33	6,58	6,8	6,99
6	3,46	4,34	4,9	5,3	5,63	5,9	6,12	6,32	6,49
7	3,34	4,16	4,68	5,06	5,36	5,61	5,82	6	6,16
8	3,26	4,04	4,53	4,89	5,17	5,4	5,6	5,77	5,92
9	3,2	3,95	4,41	4,76	5,02	5,24	5,43	5,59	5,74
10	3,15	3,88	4,33	4,65	4,91	5,12	5,3	5,46	5,6
11	3,11	3,82	4,26	4,57	4,82	5,03	5,2	5,35	5,49
12	3,08	3,77	4,2	4,51	4,75	4,95	5,12	5,27	5,39
13	3,06	3,73	4,15	4,45	4,69	4,88	5,05	5,19	5,32
14	3,03	3,7	4,11	4,41	4,64	4,83	4,99	5,13	5,25
15	3,01	3,67	4,08	4,37	4,59	4,78	4,94	5,08	5,2
16	3	3,65	4,05	4,33	4,56	4,74	4,9	5,03	5,15
17	2,98	3,63	4,02	4,3	4,52	4,7	4,86	4,99	5,11
18	2,97	3,61	4	4,28	4,49	4,67	4,82	4,96	5,07
19	2,96	3,59	3,98	4,25	4,47	4,65	4,79	4,92	5,04
20	2,95	3,58	3,96	4,23	4,45	4,62	4,77	4,9	5,01
24	2,92	3,53	3,9	4,17	4,37	4,54	4,68	4,81	4,92
30	2,89	3,49	3,85	4,1	4,3	4,46	4,6	4,72	4,82
40	2,86	3,44	3,79	4,04	4,23	4,39	4,52	4,63	4,73
120	2,8	3,36	3,68	3,92	4,1	4,24	4,36	4,47	4,56
>120	2,77	3,31	3,63	3,86	4,03	4,17	4,29	4,39	4,47
	3,64	4,12	4,4	4,6	4,76	4,88	4,99	5,08	5,16