

TAMANHO MÉDIO TEÓRICO DE GOTAS PRODUZIDAS EM UM INJETOR DO TIPO Y PARA MISTURAS DE COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS E BIOCOMBUSTÍVEIS

Bruna Monise Delfino, brunamonisedelfino@hotmail.com¹

Gabriel Baldin Nogueira, bngbariel@outlook.com¹

Claudia Gonçalves de Azevedo, claudia.azevedo@unesp.br¹

¹ Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Campus Experimental de Rosana – Avenida dos Barrageiros, 1881, Primavera, SP, Brasil.

Resumo: Em virtude do aumento continuado dos preços do petróleo, bem como uma legislação ambiental cada vez mais rigorosa verifica-se que é de extrema importância investigar a utilização de biocombustíveis bem como a mistura destes com a gasolina e o diesel em aplicações industriais, visando reduzir custos, aumentar a eficiência de operações e reduzir a emissão de poluentes. Devido à grande importância dos injetores nos sistemas de combustão tem-se a necessidade de realizar estudos que contribuam significativamente no aperfeiçoamento de tais sistemas. Desse modo, o presente estudo teve como objetivo determinar as principais propriedades físico-químicas que influenciam as características de um spray: densidade, viscosidade e tensão superficial para diferentes misturas de combustíveis fósseis convencionais, (diesel S500 e gasolina) e biocombustíveis (etanol hidratado e biodiesel de soja e sebo bovino). Para a determinação da massa específica das misturas empregou-se a técnica de picnometria utilizando o picnômetro do tipo Gay-Lussac, para a viscosidade dinâmica foi utilizado o viscosímetro de Ostwald Cannon Fenske e para a determinação de tensão superficial foi empregado o método do anel, o qual consiste em mergulhar totalmente um anel metálico no líquido analisado e em seguida retirá-lo, medindo-se a força utilizada. De posse dos dados das propriedades foi determinado o diâmetro mediano de massa (MMD) de gotas produzidas em um injetor do tipo Y para as misturas analisadas a partir da equação de Wigg, bem como o diâmetro médio de Sauter (SMD). A partir dos resultados obtidos verificou-se que os maiores tamanhos de gotas são obtidos para as misturas que possuem as maiores densidades, viscosidades e tensões superficiais, de modo que maiores densidades, viscosidades e tensões superficiais dificultam o processo de atomização. Verificou-se ainda que um aumento na razão ar-líquido, ALR, conduz a uma diminuição no tamanho de gotas, de modo que o spray tem uma boa qualidade, gerando gotas pequenas.

Palavras-chave: injetor Y, biocombustíveis, combustíveis fósseis, diâmetro mediano de massa, diâmetro médio de Sauter

1. INTRODUÇÃO

A queima de sprays é um processo importante em sistemas de combustão, propulsão e geração de energia. O combustível líquido deve ser atomizado em pequenas gotas que vaporizam e se misturam rapidamente com o oxidante, usualmente o ar.

O processo de atomização ocorre quando um jato, folha ou um filme líquido é desintegrado pela energia cinética do próprio líquido, pela exposição a uma corrente de ar ou de gás em alta velocidade, ou ainda como resultado de energia mecânica externa aplicada através de dispositivos rotativos ou vibratórios (Lefebvre, 1989).

Os combustíveis líquidos são atomizados através de injetores para formar gotas, visando aumentar a área de contato entre o combustível e o oxidante e, assim, aumentar as taxas de mistura e de evaporação do combustível. Em sistemas de combustão, as gotas formadas no processo de atomização aumentam a área de contato entre o combustível e o oxidante, aumentando assim as taxas de mistura e evaporação do combustível. Desse modo, ocorre uma diminuição do tempo de vaporização do combustível, resultando em uma mistura mais eficiente do oxidante e do combustível e no aumento do tempo disponível para combustão completa (Azevedo, 2013).

Um dos atomizadores duplo-fluido amplamente utilizado em combustores industriais é o chamado injetor do tipo Y (Fig. 1). Em tais dispositivos o líquido e o gás são supridos através de seus respectivos bocais, e misturam-se na junção em forma de “Y” (ponto de mistura) para formar uma mistura bifásica até a descarga.

O ar entra seguindo a direção do eixo longitudinal do injetor à medida que o combustível é alimentado lateralmente sob um ângulo com o eixo do injetor, formando uma junção do tipo Y, daí o nome do injetor. Ao entrar na câmara de

mistura com uma alta velocidade o ar se expande bruscamente criando uma região de recirculação. A recirculação arrasta uma pequena quantidade de gotas de combustível que está entra na câmara de mistura pelo duto lateral. A própria expansão do fluxo de ar recupera uma parte das gotas e devolve-as ao núcleo do escoamento.

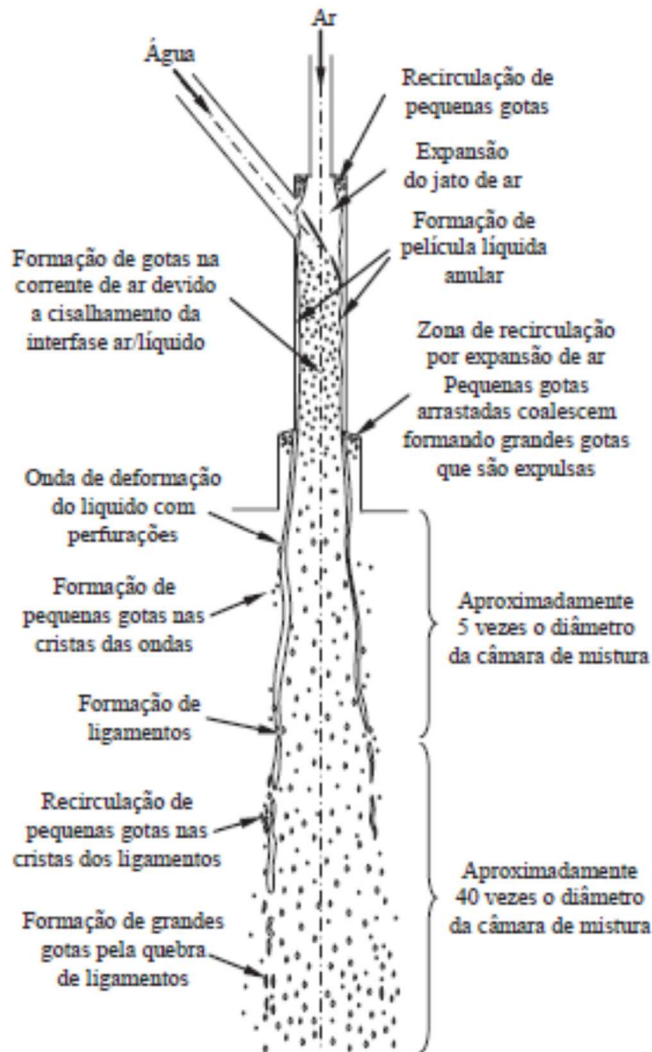


Figura 1. Mecanismo de formação de gotas no injetor tipo Y.

Fonte: Adaptado de Mullinger e Chigier (1974)

O encontro dos fluxos de ar e líquido ocorre no chamado ponto de mistura, gerando uma zona de transição, onde parte do líquido acomoda-se à parede do duto de mistura, criando um filme de líquido, e a outra parte permanece dispersa no núcleo do escoamento. Esta última fração de líquido desintegra-se em pequenas gotículas devido às forças de cisalhamento que aparecem na interface gás/líquido. Após a região de mistura o escoamento está caracterizado por fenômenos de transferência de quantidade de movimento do ar para o líquido e transferência de massa na interface gás/líquido. Desse modo, uma quantidade de gotas arrastadas pelo núcleo do escoamento, coalescem e passam a engrossar a película líquida, de maneira que da superfície desta película é retirada uma quantidade de líquido em forma de gotas e levadas para fora do injetor, por ação das forças de cisalhamento. À saída do injetor o filme de líquido é fortemente instável, rompendo-se inicialmente em ligamentos por ação das forças de pressão e das forças aerodinâmicas. Tais ligamentos se rompem gerando gotas relativamente maiores se comparadas àquelas oriundas do núcleo do escoamento, criando assim o spray.

Na literatura são encontrados diversos trabalhos referentes ao projeto e caracterização do injetor do tipo Y, dentre os quais Mullinger e Chigier (1974), Graziadio *et al.* (1987), Couto *et al.* (1992) Andreussi *et al.* (1992), Song e Lee (1994), Lacava *et al.* (1998), Lacava (2000) e Pacífico, (2000).

Injetores do tipo Y apresentam vantagens tais como, capacidade de produzir um spray fino com baixo consumo de fluido auxiliar em ampla razão de retorno (*turndown ratio*), requerem baixa pressão de funcionamento, permitem a variação do tamanho das gotas do spray sem alterar a vazão de combustível, somente variando a vazão de fluido auxiliar, esta última característica é muito importante para realizar estudos experimentais sobre a emissão de poluentes e apresentam configurações simples e de fácil construção, podendo ser fabricados com materiais resistentes à erosão.

Uma vez que o injetor do tipo jato-Y é amplamente utilizado em aplicações industriais, o presente trabalho tem como objetivo determinar as principais propriedades de misturas de combustíveis fósseis e biocombustíveis para futura aplicação em sistemas de combustão, bem como determinar o diâmetro mediano de massa (MMD) das gotas geradas por um injetor Y a partir da equação proposta por Wigg (Mullinger e Chigier, 1974), para diferentes proporções de misturas.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Os principais parâmetros para determinar o diâmetro médio de gota, formado a partir da atomização do jato líquido através do injetor, são a densidade, viscosidade e tensão superficial das misturas em análise, a fim de analisar suas propriedades físico-químicas que influenciam no processo de atomização. Para as misturas obtidas foram utilizados os seguintes combustíveis: etanol hidratado (E), biodiesel de soja e sebo bovino (B), diesel S500 (D) e gasolina comum (G). As misturas a serem analisadas são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Misturas combustíveis.

Amostra	Proporção (%)
E	100
B	100
D	100
G	100
D/G	30 / 70
D/G	50 / 50
D/G	70 / 30
E/G	30 / 70
E/G	50 / 50
E/G	70 / 30
B/G	30 / 70
B/G	50 / 50
B/G	70 / 30

Para a determinação da massa específica das misturas emprega-se a técnica de picnometria utilizando o picnômetro do tipo Gay-Lussac (Figura 2).

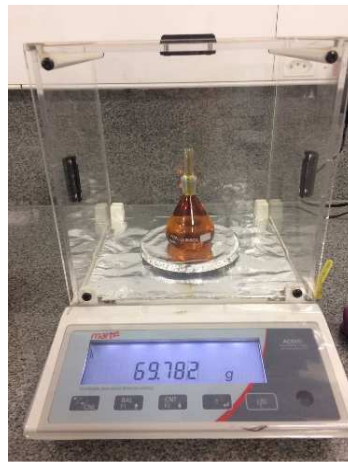


Figura 2. Picnômetro Gay-Lussac.

O procedimento experimental consiste em medir a temperatura do líquido cuja massa específica será determinada, medir a temperatura da água destilada, medir massa de cada picnômetro vazio (m_1), medir a massa de cada picnômetro com o líquido cuja densidade será determinada (m_2), medir a massa de cada picnômetro com água (m_3) e por fim obter a média das massa m_1 , m_2 e m_3 medidas nos três picnômetros. A massa do líquido cuja massa específica vai ser determinada pode ser calculada pela seguinte relação:

$$m_{\text{líquido}} = m_2 - m_1 \quad (1)$$

Enquanto a massa da água é dada por:

$$m_{\text{agua}} = m_3 - m_1 \quad (2)$$

Desse modo, a massa específica do líquido (kg/m^3) é determinada pela seguinte equação:

$$\rho_{\text{líquido}} = (m_2 - m_1 / m_3 - m_1) \rho_{\text{agua}} \quad (3)$$

sendo ρ_{agua} a massa específica da água à temperatura da água registrada no momento da medição obtida a partir de dados tabelados.

Para a determinação da viscosidade dinâmica (Eq. 4), das misturas analisadas no presente trabalho será utilizado o viscosímetro de Ostwald Cannon Fenske (Figura 3).

$$v = \rho \cdot \eta \quad (4)$$

sendo η a viscosidade dinâmica, v a viscosidade cinemática e ρ a massa específica.



Figura 3. Viscosímetro de Ostwald Cannon Fenske.

Inicialmente o viscosímetro é colocado em um béquer contendo água a uma temperatura conhecida. Em seguida o viscosímetro é preenchido com certa quantidade da mistura analisada no reservatório, até a extremidade de baixo do capilar. Logo em seguida, succiona-se a mistura com uma pêra de borracha até que o nível do líquido esteja acima da marca existente sobre a seção expandida imediatamente acima do capilar. Deixa-se o fluido escoar através do tubo capilar pela ação da gravidade, registrando-se o tempo decorrido pelo escoamento do líquido, até que a superfície livre do líquido no reservatório acima do capilar atinja a marca existente na extremidade de cima do capilar. A partir dos dados de tempo coletado realiza-se uma comparação com o tempo da água destilada. A viscosidade dinâmica é determinada pela seguinte equação:

$$\eta_{\text{líquido}} = \eta_{\text{agua}} \left[\left(\rho_{\text{líquido}} \cdot t_{\text{líquido}} \right) / \left(\rho_{\text{agua}} \cdot t_{\text{agua}} \right) \right] \quad (5)$$

sendo $\eta_{\text{líquido}}$ e η_{agua} respectivamente as viscosidades dinâmicas do líquido e da água, $\rho_{\text{líquido}}$ e ρ_{agua} respectivamente as densidades do líquido e da água, $t_{\text{líquido}}$ e t_{agua} respectivamente os tempos de escoamento do líquido e da água.

Para a determinação de tensão superficial das misturas analisadas no presente trabalho será utilizado método do anel (Figura 4), que consiste em mergulhar totalmente um anel metálico no líquido analisado e em seguida retirá-lo, medindo-se a força utilizada. A tensão superficial é determinada pela seguinte equação:

$$\sigma = (F_2 - F_1) / 4\pi r_{\text{anel}} \quad (6)$$

sendo $F_0 = F_2 - F_1$ em que F_1 é o peso do anel e F_2 é a força medida no momento da quebra da película a partir da utilização de um dinamômetro de precisão.



Figura 4. Medição da tensão superficial.

Em virtude da natureza aleatória do processo de atomização, o spray produzido por um injetor é composto por gotas e gotículas com grande variabilidade de diâmetros. Sendo assim, para se caracterizar um spray com um único valor de diâmetro de gota é necessário ter alguma função estatística dos tamanhos das gotas medidas.

No presente trabalho serão determinados os diâmetros medianos de massa (MMD) para cada mistura analisada utilizando como referência o injetor Y proposto por Ayala, 2016 (Figura 5).

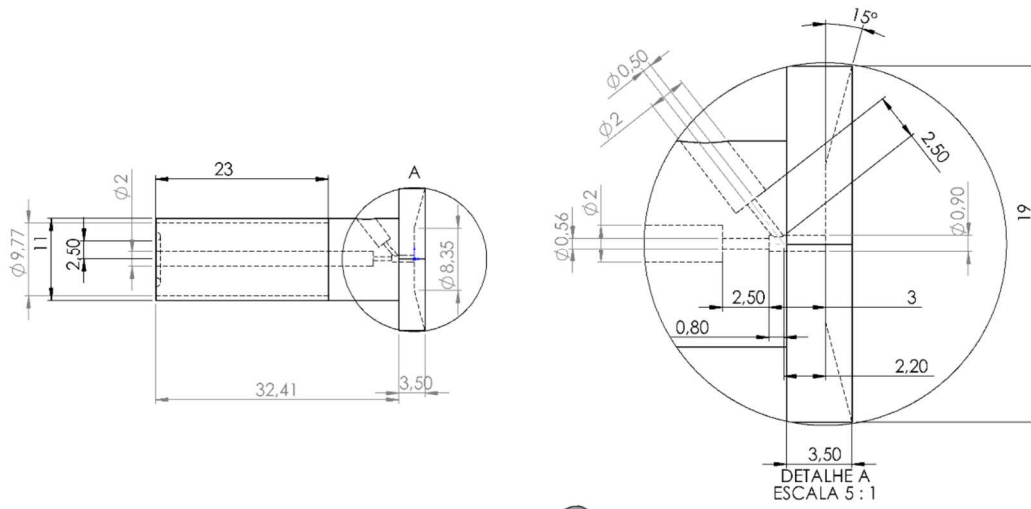


Figura 5. Injetor Y desenvolvido por Ayala, 2016.

O diâmetro mediano de massa (MMD) é o diâmetro representativo tal que 50% da massa total do líquido atomizado é constituído de gotas com diâmetros maiores que o valor indicado e 50% é composto por gotas com diâmetros menores que o valor indicado.

O diâmetro mediano de massa (μm) para injetores do tipo Y é definido pela equação de Wigg, Mullinger e Chigier [10]:

$$MMD = D_{50} = \frac{\left[200 \cdot v^{0.5} \cdot m_c \left(1 + \frac{1}{ALR} \right)^{0.5} R_m^{0.1} \sigma^{0.2} \right]}{\rho_{ar}^{0.3} \cdot \Delta u} \quad (7)$$

sendo ν a viscosidade cinemática do combustível (cP), $\dot{m}_{ar}$ a vazão mássica do combustível (g/s), R_m o raio da câmara de mistura (cm), σ a tensão superficial do combustível (dyna/cm), ρ_{ar} a massa específica do fluido de atomização (g/cm³) no ponto de mistura, Δu a velocidade relativa entre o líquido e o ar (m/s) e ALR (Eq. 3) a razão ar-líquido.

$$ALR = \frac{\dot{m}_{ar}}{\dot{m}_c} \geq 0,1 \quad (8)$$

A equação de Wigg fornece bons resultados para líquidos muito viscosos, contudo tem uma grande divergência para líquidos como água (Liu, 2000).

Segundo Lefebvre (1989) a representação discreta mais utilizada em estudos de sprays, com especial interesse em transferência de massa e combustão, é o diâmetro D_{32} ou o diâmetro médio de Sauter (SMD), definido como o diâmetro de gota característico cuja relação de volume - área de superfície é proporcional à relação volume - área de superfície de todo o spray.

De acordo com Simmons (1977) para formação dos sprays encontrados na prática: com um erro de 5%. De modo que tal equação é para determinar o diâmetro médio de gota do fluido de trabalho (Lacava, 2000).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos para as propriedades físico-químicas das misturas analisadas são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Propriedades físico-químicas das misturas.

<i>Amostra</i>	<i>Densidade, ρ, (kg/m³)</i>	<i>Viscosidade, η, (cP)</i>	<i>Tensão superficial, σ, (N/m)</i>
Diesel	832,5 $\pm$ 2,91	3,63 $\pm$ 0,061	0,036 $\pm$ 0,0015
Biodiesel	882,5 $\pm$ 1,81	5,78 $\pm$ 0,034	0,035 $\pm$ 0,0055
Etanol	720,5 $\pm$ 0,27	0,55 $\pm$ 0,001	0,020 $\pm$ 0,0015
Gasolina	812,6 $\pm$ 0,42	1,39 $\pm$ 0,016	0,024 $\pm$ 0,0001
D/G (30/70)	775,3 $\pm$ 3,11	0,89 $\pm$ 0,011	0,022 $\pm$ 0,0015
D/G (50/50)	797,9 $\pm$ 1,88	1,29 $\pm$ 0,016	0,024 $\pm$ 0,0015
D/G (70/30)	818,8 $\pm$ 0,73	1,80 $\pm$ 0,011	0,027 $\pm$ 0,0015
E/G (30/70)	760,3 $\pm$ 0,44	0,79 $\pm$ 0,001	0,022 $\pm$ 0,0015
E/G (50/50)	772,8 $\pm$ 0,67	0,93 $\pm$ 0,014	0,023 $\pm$ 0,0015
E/G (70/30)	789,4 $\pm$ 0,56	1,75 $\pm$ 0,004	0,024 $\pm$ 0,0026
B/G (30/70)	784,6 $\pm$ 0,41	1,06 $\pm$ 0,014	0,023 $\pm$ 0,0015
B/G (50/50)	814,4 $\pm$ 0,59	1,64 $\pm$ 0,017	0,027 $\pm$ 0,0015
B/G (70/30)	842,2 $\pm$ 0,56	2,83 $\pm$ 0,006	0,032 $\pm$ 0,0015

Verifica-se que um aumento na porcentagem de diesel, biodiesel e etanol nas misturas com gasolina conduz a um aumento na densidade e viscosidade das misturas. Verifica-se ainda que as maiores tensões superficiais foram obtidas para as misturas que contém as maiores porcentagens de diesel, etanol e biodiesel. Maiores densidades, viscosidades e tensões superficiais conduzem a uma maior resistência de escoamento do combustível, o que pode dificultar o processo de atomização.

Verifica-se que um aumento na porcentagem de diesel, biodiesel e etanol nas misturas com gasolina conduz a um aumento na densidade e viscosidade das misturas. Verifica-se ainda que as maiores tensões superficiais foram obtidas para as misturas que contém as maiores porcentagens de diesel, etanol e biodiesel. Maiores densidades, viscosidades e tensões superficiais conduzem a uma maior resistência de escoamento do combustível, o que pode dificultar o processo de atomização.

As Figuras 6, 7, 8 e 9 mostram o efeito da razão ar-líquido (ALR) sobre o MMD e SMD para uma vazão mássica constante equivalente a 0,88 g/s para cada mistura combustível misturas e a Tabela 3 mostra as faixas de ALR e diâmetros médios teóricos obtidos.

Para todos os casos analisados verifica-se que o diâmetro médio das gotas é uma função não linear ALR e um aumento na razão ar-líquido ALR conduz a uma diminuição no tamanho de gotas, de modo que o spray tem uma boa qualidade, gerando gotas pequenas. Observa-se que para todas as misturas pode-se obter uma boa atomização utilizando uma ARL relativamente baixa, ou seja, é necessária apenas uma pequena quantidade de ar para se obter um spray compostos por pequenas gotas.

Verifica-se que os maiores tamanhos de gotas são obtidos para as misturas D/G (70/30), E/G (70/30) e B/G (70/30), haja vista que tais misturas possuem as maiores densidades, viscosidades e tensões superficiais.

Sabe-se que o aumento na densidade conduz a um aumento no tamanho das gotas, uma vez ocorre uma interação menor com o fluxo de ar de atomização sendo necessário uma quantidade maior de ar para se obter uma boa atomização.

Do mesmo modo, o aumento da viscosidade provoca um aumento do tamanho das gotas, haja vista que se aumentando a viscosidade ocorre um aumento no comprimento da folha de líquido não perturbada e na penetração do jato, impede-se a formação de ondas, reduz-se a turbulência, e, conseqüentemente, tem-se a produção de spray com gotas maiores.

Sabe-se ainda que um aumento na tensão superficial também conduz a um aumento no tamanho das gotas, haja vista ocorre um aumento na resistência do fluido a uma força cisalhante e um aumento na tensão superficial também provoca um aumento do tamanho das gotas, haja vista que uma alta tensão superficial representa uma força de consolidação, e, durante o processo de atomização, contraria qualquer distorção da superfície do líquido de modo que ao se aumentar a tensão superficial ocorre um atraso na formação de ligamentos e gotas, resultando em tamanhos maiores de gotas.

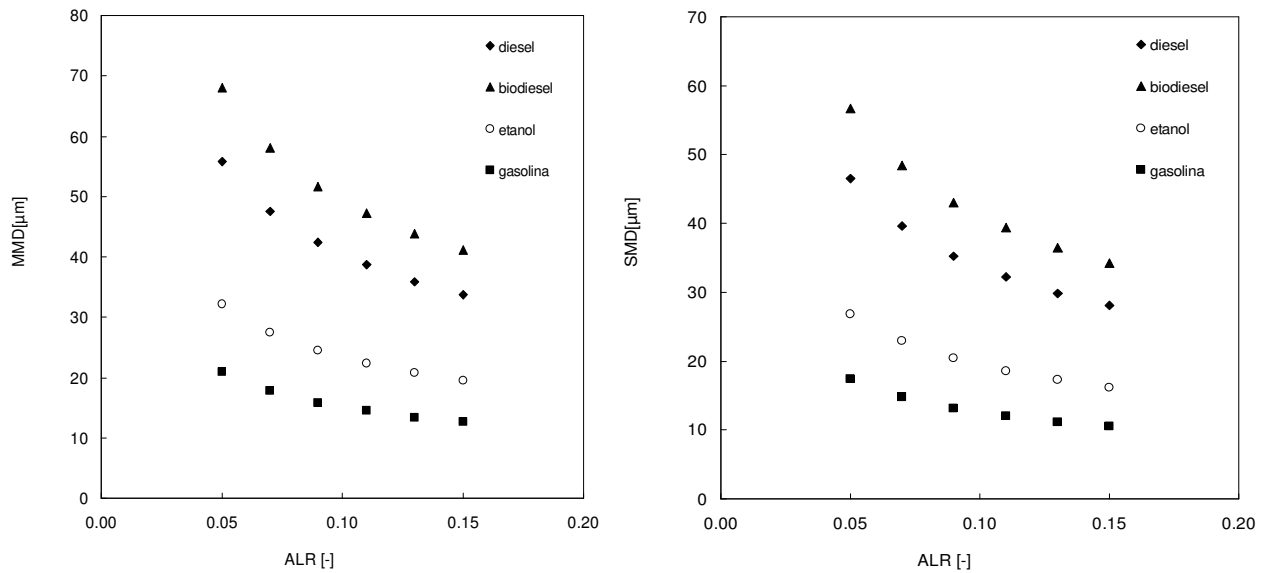


Figura 6. MMD e SMD teórico para os combustíveis puros.

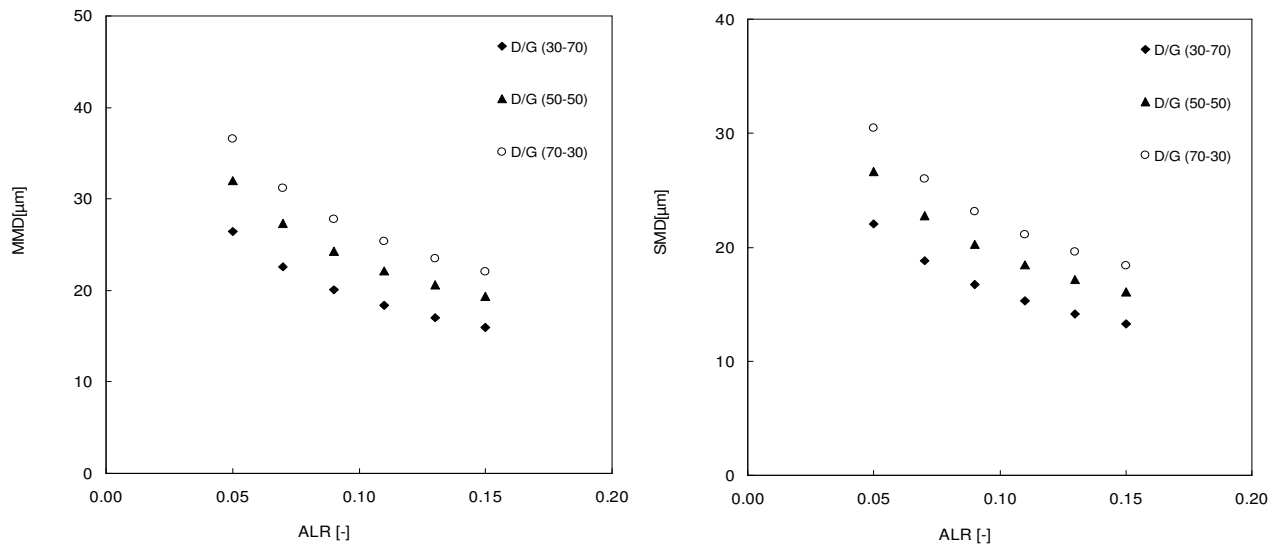


Figura 7. MMD e SMD teórico para a mistura D/G.

Tabela 3. Faixa de ALR e diâmetros médios utilizando biodiesel.

Amostra	ALR (-)	SMD (μm)	MMD (μm)
Diesel	0,05 - 0,15	28,09 - 46,48	33,70 - 55,78
Biodiesel	0,05 - 0,15	34,28 - 56,74	41,14 - 68,08
Etanol	0,05 - 0,15	16,23 - 26,86	19,47 - 32,23
Gasolina	0,05 - 0,15	10,52 - 17,41	12,62 - 20,90
D/G (30/70)	0,05 - 0,15	13,31 - 22,04	15,98 - 26,44
D/G (50/50)	0,05 - 0,15	16,10 - 26,65	19,32 - 31,99
D/G (70/30)	0,05 - 0,15	18,39 - 30,44	22,07 - 36,53
E/G (30/70)	0,05 - 0,15	12,52 - 20,73	15,03 - 24,87
E/G (50/50)	0,05 - 0,15	13,42 - 22,22	16,11 - 26,67
E/G (70/30)	0,05 - 0,15	15,10 - 24,99	18,12 - 29,99
B/G (30/70)	0,05 - 0,15	14,54 - 24,07	17,45 - 28,88
B/G (50/50)	0,05 - 0,15	17,76 - 29,39	21,31 - 35,27
B/G (70/30)	0,05 - 0,15	24,18 - 40,02	29,02 - 48,03

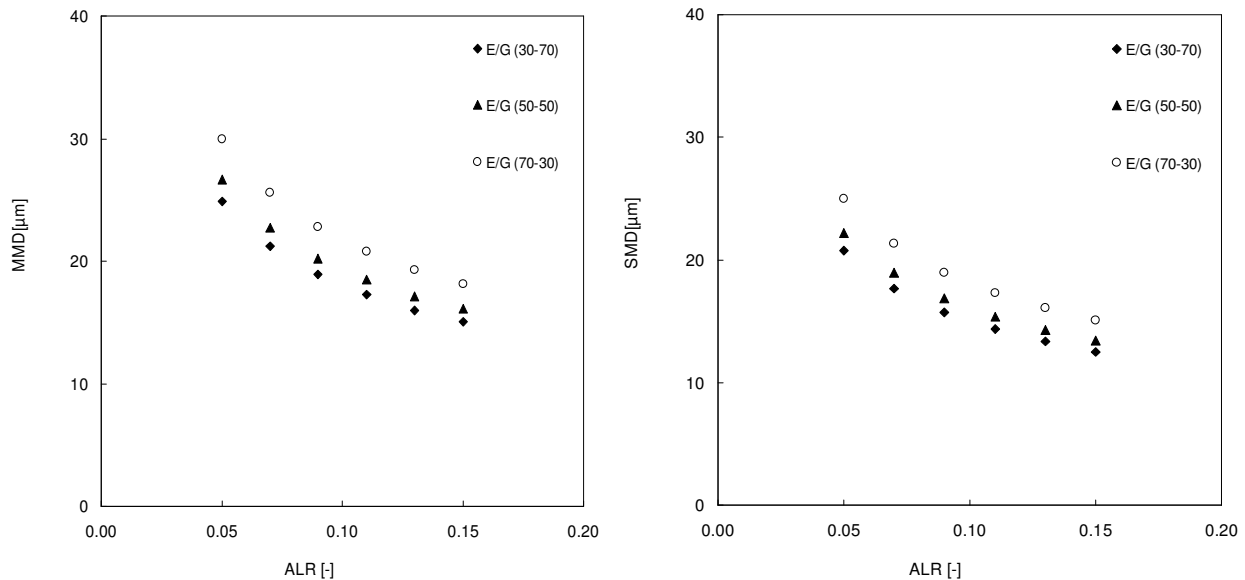


Figura 8. MMD e SMD teórico para a mistura E/G.

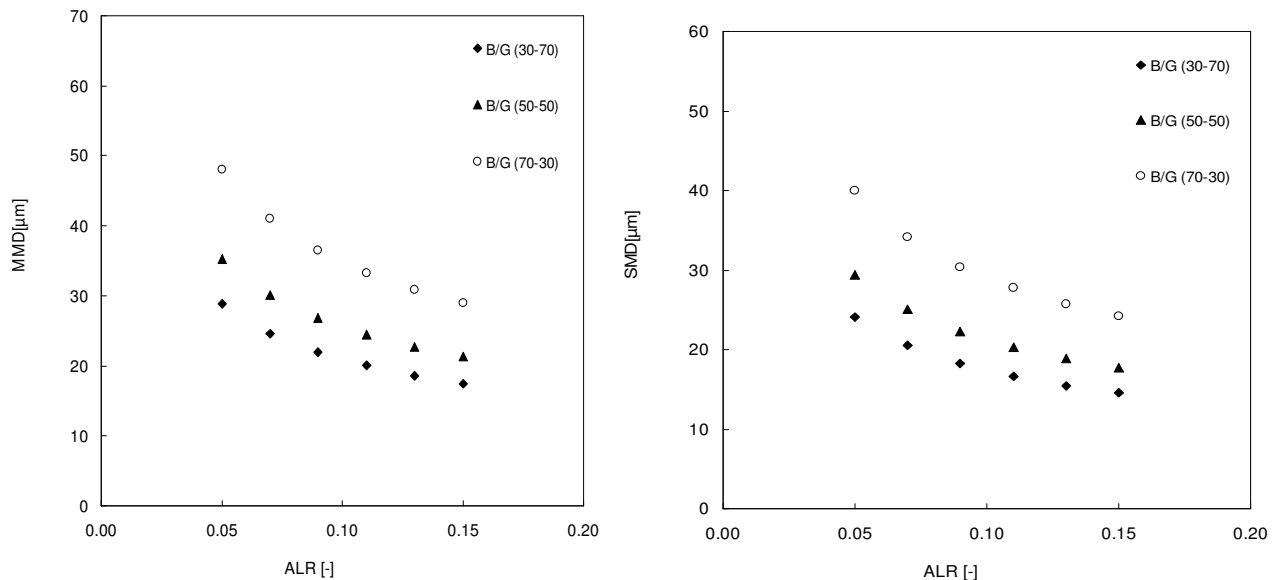


Figura 9. MMD e SMD teórico para a mistura B/G.

4. CONCLUSÃO

No presente trabalho foram determinadas as principais propriedades físico-químicas que influenciam as características de um spray: densidade, viscosidade e tensão superficial para diferentes misturas de combustíveis fósseis convencionais (diesel S500 e gasolina) e biocombustíveis (etanol hidratado e biodiesel de soja e sebo bovino), bem como o tamanho médio (diâmetro mediano de massa - MMD) de gotas produzidas em um injetor do tipo Y para as misturas analisadas a partir da equação de Wigg e o diâmetro médio de Sauter (SMD).

Para todas as misturas com gasolina verificou-se que ao se aumentar a porcentagem de diesel, biodiesel e etanol ocorre um aumento na densidade, viscosidade e tensão superficial.

Para todos os combustíveis puros e todas as misturas analisadas verificou-se que um aumento na razão ar-líquido, ALR, conduz a uma diminuição no tamanho de gotas, de modo que o spray tem uma boa qualidade, gerando gotas pequenas.

Verificou-se ainda que os maiores tamanhos de gotas são obtidos para as misturas D/G (70/30), E/G (70/30) e B/G (70/30), haja vista que tais misturas possuem as maiores densidades, viscosidades e tensões superficiais, de modo que maiores densidades, viscosidades e tensões superficiais dificultam o processo de atomização, uma vez que para densidades maiores ocorre uma interação menor com o fluxo de ar de atomização sendo necessário uma quantidade maior de ar para se obter uma boa atomização, para viscosidades maiores conduzem a um aumento no comprimento da folha de líquido não perturbada e na penetração do jato, impedindo a formação de ondas, reduzindo a turbulência, e, para tensões

superficiais maiores conduzem a um aumento na resistência do fluido a uma força cisalhante causando um atraso na formação de ligamentos e gotas, resultando em tamanhos maiores de gotas.

5. REFERÊNCIAS

- Ayala, G. R. C., Estudo da atomização e caracterização de injetores utilizando óleo pirolítico de pneu usado puro e em misturas com diesel. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2016.
- Azevedo, C.G., Desenvolvimento de um sistema compacto de combustão sem chama visível utilizando um injetor blurry para queima de biocombustíveis. Tese de doutorado. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2013.
- Andreussi, P.; Tognotti, L.; Michele, G. de; Graziadio, M.; Design and characterization of twin-fluid Y-Jet atomizers, Atomization and Sprays, v. 2, pp. 45-59, 1992.
- Couto, H. S.; Carvalho Jr., J. A.; Bastos-netto, D.; Mcquay, M. Q.; Lacava, P. T.; Theoretical Prediction of Mean Droplet Size of Y-Jet Atomizers, Journal of Propulsion and Power - Technical Notes, 1999, Vol. 15, n. 3, pp. 481 – 485.
- Graziadio, M.; Andreussi, P.; Tognotti, L.; Zanelli, S. Atomization of coal-water fuels by pneumatic internal mixing nozzle. Atomization and Spray Technology, vol. 3, nº 1, p. 187 – 208, 1987.
- Lacava, P. T.; Carvalho Jr.; J. A.; Mcquay, M. Q.; Metodologia para el diseño de atomizadores tipo “Y”; Información Tecnológica, vol 9, Nº 6, pp 283-288, ISSN 0716-8756, Chile, 1998.
- Lacava, P. T., Investigação experimental do enriquecimento do ar na incineração de resíduos aquosos. Tese de Doutorado em Engenharia Aeronáutica e Mecânica – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 2000.
- Lefebvre, A.H. Atomization and Sprays. New York: Hemisphere Publishing Corporation, 1989.
- Liu, H.; Science and Engineering of Droplets, Fundamentals and Applications, William Andrew Publishing, 2000, New York, pp. 539.
- Mullinger, P. J.; Chigier, N. A.; The Design and Performance of Internal Mixing Multijet Twin Fluid Atomizers, Journal of The Institute of Fuel, vol 47, Nº 43, pp 251 – 261, 1974.
- Pacífico, A. L.; Análise teórico-experimental do escoamento bifásico no interior de bocais nebulizadores do tipo “Y-Jet”, Tese de Doutorado. Escola Politécnica de São Paulo, 2000.
- Simmons, H.C., The correlation of drop-size distributions in fuel nozzle sprays - Part I: The drop-size/volume-fraction distribution. Journal of Engineering for Power, 99(3): 309-314, 1977.
- Song, S. H.; Lee, S. Y.; An Examination of Spraying Performance of Y-Jet Twin Fluid Atomizers: Effect of Mixing Port Length, In: International Conference on Liquid Atomization and Spray Systems, 1994, Rouen, France, S.E.D. 1994, pp. 616 – 623.

6. RESPONSABILIDADE AUTORAL

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho.

THEORETICAL DROPLET SIZES GENERATES BY A Y INJECTOR FOR FOSSIL FUEL AND BIOFUELS BLENDS

Bruna Monise Delfino, brunamonisedelfino@hotmail.com¹

Gabriel Baldin Nogueira, bngbariel@outlook.com¹

Claudia Gonçalves de Azevedo, claudia.azevedo@unesp.br¹

¹ Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Campus Experimental de Rosana – Avenida dos Barrageiros, 1881, Primavera, SP, Brasil.

Abstract. Due to the continuous increase in oil prices, such as stricter environmental legislation, it is verified that it is of extreme importance to investigate the use of biofuels such as blends of biofuels with gasoline and diesel in industrial applications to reduce costs, increase the operation efficiencies and reduce pollutant emissions. Due to the great importance of injectors in combustion systems, it is necessary to carry out studies that significantly contribute to the improvement of such systems. Thus, the present study aimed to determine the main physicochemical properties that influence the characteristics of a spray: density, viscosity and surface tension for different blends of conventional fossil fuels (S500 diesel and gasoline) and biofuels (hydrous ethanol and soybean and bovine tallow biodiesel). To determine the specific mass of the blends was utilized the pycnometry technique using the Gay-Lussac type pycnometer, to determine the dynamic viscosity was used the Ostwald Cannon Fenske viscometer and for the determination of surface tension was used the ring method, which consists of fully immersing a metal ring in the analyzed liquid and then withdrawing it, by measuring the force used. From the data properties the droplets median mass diameter (MMD) produced by a Y type injector were determined for the analyzed blends using the Wigg equation, such as the Sauter mean diameter (SMD). From the obtained results it was verified that the larger droplet sizes are obtained for the blends having the higher densities, viscosities and surface tensions, so that higher densities, viscosities and surface tensions hinder the atomization process. It also been verified that an increase in the air-liquid ratio, ALR, leads to a decrease in droplets size, so that the

spray has a good quality, generating small droplets.

Keywords: *Y injector, biofuels, fossil fuels, mass diameter, Sauter mean diameter*