

4

Resultados

Para estudar a formação de emulsões em meios porosos foram realizados diferentes experimentos de acordo com os procedimentos descritos no capítulo anterior. Deu-se ênfase em estudar o efeito da razão de vazões sobre a morfologia das emulsões. Foram avaliados também os efeitos de parâmetros como a viscosidade do óleo, o tipo de surfactante, o tipo de meio poroso e a vazão total na morfologia das emulsões produzidas.

No total, foram realizados sete experimentos. Cinco deles foram realizados numa vazão total de 3,6 ml/h, os outros dois foram realizados a vazões de 6 e 10 ml/h respectivamente. Foram testados dois meios porosos, com distribuições de tamanho de grão diferentes, dois tipos de óleo com viscosidades diferentes e dois surfactante com diferente HLB. As principais características dos experimentos são apresentadas na Tabela (4.1).

	Surfactante	HLB	μ_o (mPa.s)	Meio Poroso	K (D)	Q (ml/h)	Descrição
1	NP 110	13,7	321	Tipo I	3,97	3,6	Qa/Qo=0,06 aumentando até Qa/Qo=1 diminuindo até Qa/Qo=0,06
2	NP 110	13,7	321	Tipo I	3,97	3,6	Qa/Qo=1 diminuindo até Qa/Qo=0,06 aumentando até Qa/Qo=1
3	NP 110	13,7	321	Tipo II	2,53	3,6	Qa/Qo=0,06 aumentando até Qa/Qo=1
4	NP 1000	19	321	Tipo II	2,53	3,6	Qa/Qo=0,06 aumentando até Qa/Qo=1
5	NP 110	13,7	321	Tipo I	3,97	6	Qa/Qo=0,06 aumentando até Qa/Qo=1
6	NP 110	13,7	321	Tipo I	3,97	10	Qa/Qo=0,06 aumentando até Qa/Qo=1
7	NP 110	13,7	940	Tipo I	3,97	3,6	Qa/Qo=0,06 aumentando até Qa/Qo=1

Tabela 4.1: Experimentos de formação de emulsões em meios porosos

O resultado do experimento 1 ilustra algumas das tendências observadas na maioria dos experimentos. A primeira parte deste experimento, que compreende o aumento da razão de vazão água-óleo de $Q_a/Q_o=0.06$ até $Q_a/Q_o=1$ será descrito cuidadosamente nesta seção e servirá como base de comparação para os demais experimentos.

Este experimento foi feito numa vazão total de 3,6 ml/h utilizando o meio poroso tipo I, formado por esferas de diâmetros ente 105 e 595 μm . Tal como foi descrito no capítulo anterior, o meio foi inicialmente saturado com óleo antes de começar injetar óleo e água simultaneamente. Foram avaliadas nove razões de vazão água/óleo começando com $Q_a/Q_o=0,06$ e aumentando gradualmente até $Q_a/Q_o=1$. A Tabela (4.2) apresenta um resumo dos resultados obtidos.

A morfologia da emulsão produzida foi variando gradualmente a medida que foi mudando a razão de vazões. Nas primeiras condições experimentais (Q_a/Q_o baixas) o óleo foi a fase contínua. A partir de $Q_a/Q_o=0,2$ houve também produção de emulsão óleo em água. Ambas as emulsões foram produzidas simultaneamente em regiões bem definidas. Ao coletar uma

Q _a [ml/h]	Q _o [ml/h]	Q _a /Q _o	a/o		o/a		%a/o	%a/o	% água
			d0.5(μm)	σ(μm)	d0.5(μm)	σ(μm)			
0,2	3,4	0,06	30,4	2,8			100	0	0
0,4	3,2	0,13	42,5	2,6			100	0	0
0,6	3,0	0,20	48,1	3,1	58,3	0,9	91	9	0
0,8	2,8	0,29	57,9	3,7	60,2	1,2	78	22	0
1,0	2,6	0,38	60,3	3,6	61,2	2,0	55	25	10
1,2	2,4	0,50	73,2	4,2	63,6	1,4	51	26	21
1,4	2,2	0,64	79,1	5,1	64,0	1,4	45	29	26
1,6	2,0	0,80	77,8	4,8	64,6	1,6	44	30	26
1,8	1,8	1,00	77,4	3,9	65,3	2,2	36	31	33

Tabela 4.2: Experimentos de formação de emulsões em meios porosos

amostra na saída do reservatório sobre uma lâmina de vidro para microscopia, observavam-se claramente duas regiões, uma contendo emulsão a/o e outra contendo emulsão o/a. As porcentagens de cada tipo de emulsão produzida foram determinadas coletando os fluidos em provetas graduadas como mostrado na Fig. (4.1). Este comportamento foi observado em todos os experimentos feitos com meio poroso tipo I com vazão total de 3,6 ml/h.

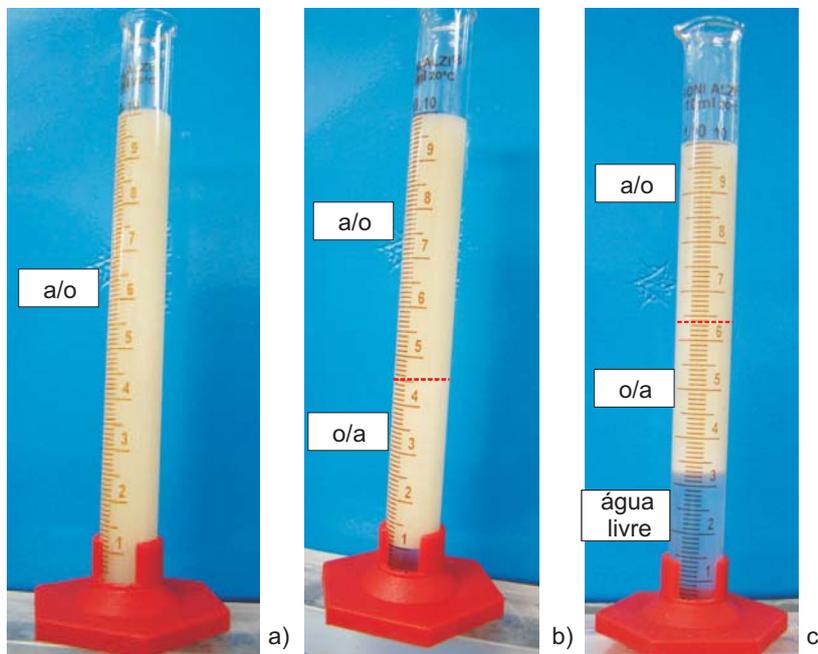


Figura 4.1: Pipetas graduadas contendo as emulsões produzidas no experimento 1 em diferentes razões de vazão água-óleo a) Q_a/Q_o=0,12 b) Q_a/Q_o=0,38 c) Q_a/Q_o=1

A Fig. (4.2) apresenta uma micrografia da interface entre os dois tipos de emulsão, o lado esquerdo é emulsão com óleo como fase contínua e o lado direito é emulsão com água como fase contínua. Neste experimento houve presença de emulsões múltiplas tanto do tipo o/a/o como a/o/a. As gotas de maior tamanho, com diâmetros superiores a 80 μm geralmente apresentaram outras gotas no seu interior. No lado direito da Fig. (4.2) observam-se gotas de óleo contendo pequenas gotas de água e na Fig. (4.3) observam-se gotas de água contendo gotas de óleo. A porcentagem de emulsão com óleo como fase contínua

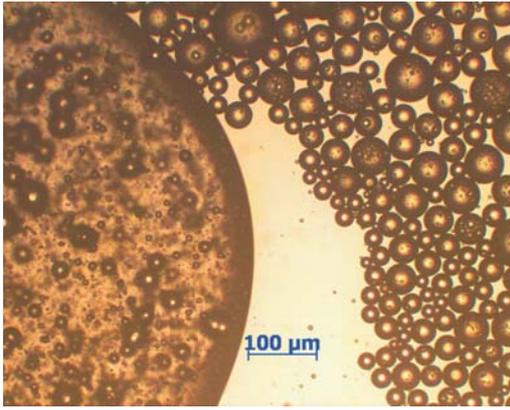


Figura 4.2: Emulsão a/o e a/o/a

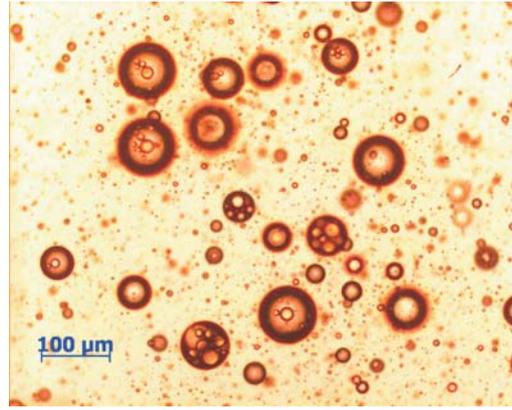


Figura 4.3: emulsão o/a/o

foi diminuindo de 100% até 36% conforme aumentou a razão de vazões como ilustrado na Fig. (4.1) e na Tabela (4.2).

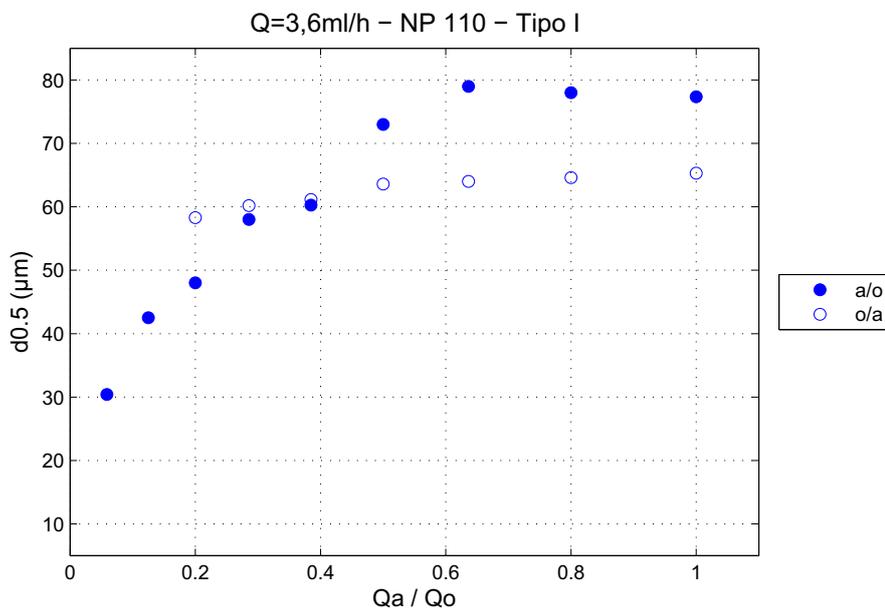


Figura 4.4: d0.5 das emulsões produzidas na primeira parte do experimento 1

A morfologia da emulsão com óleo como fase contínua teve considerável variação com o aumento da razão de vazões. O tamanho característico ($d_{0.5}$) foi aumentando gradualmente desde $30\mu\text{m}$ até alcançar um valor assintótico por volta de $80\mu\text{m}$. O tamanho característico das gotas das emulsões com água como fase contínua não apresentou maiores variações ficando em torno de $60\mu\text{m}$. A Fig. (4.4) mostra as variações no diâmetro característico das emulsões produzidas na primeira parte do experimento 1 em função da razão de vazões.

Para facilitar a visualização dos resultados dos experimentos, todos os gráficos de $d_{0.5}$ em função da razão de vazões (Q_a/Q_o) serão apresentados de forma que pontos de uma mesma cor pertencem a um mesmo experimento.

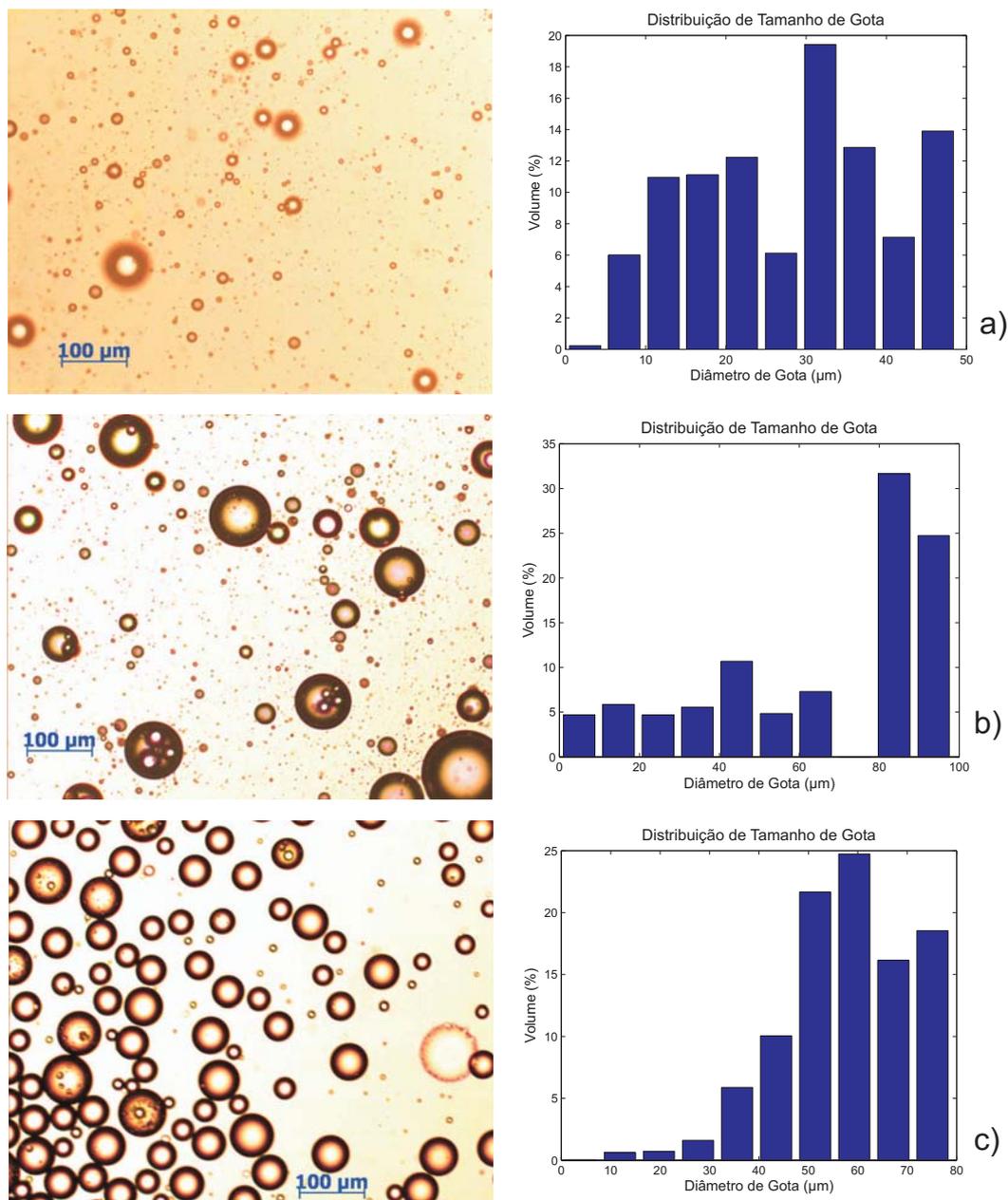


Figura 4.5: Diâmetros característicos das emulsões produzidas no experimento 1 a) a/o $Q_a/Q_o=0,06$ b) a/o $Q_a/Q_o=0,64$ c) o/a $Q_a/Q_o=0,29$

Pontos cheios representam emulsões água-óleo e pontos vazios representam emulsões óleo-água. Nesta dissertação o termo "emulsão inversa" vai se referir à emulsão tendo água como fase contínua e o termo "emulsão comum" fará referencia à emulsão tendo óleo como fase contínua.

A mudança no tamanho característico da emulsão comum neste experimento deve-se ao aparecimento de gotas maiores nas razões de vazão maiores como mostrado na Fig. (4.5)a) e b). Neste experimento, as distribuições de tamanho de gota das emulsões comuns foram bem mais dispersas do que as

das emulsões inversas. A Fig. (4.5)c) mostra a emulsão inversa produzida na razão de vazão $Q_a/Q_o=0,29$. A sua distribuição de tamanho de gotas é menos dispersa que as das duas emulsões comuns mostradas na Fig. (4.5) a) e b). Este comportamento também foi observado nos demais experimentos.

Depois de alcançar a condição $Q_a/Q_o=1$, iniciou-se a segunda parte do experimento na qual a razão de vazões foi diminuída até a condição experimental inicial $Q_a/Q_o=0,06$. Os tamanhos das gotas da emulsão comum (a/o) diminuíram apresentando valores de $d_{0.5}$ um pouco menores aos apresentados para as mesmas razões de vazões da primeira parte do experimento, mas seguindo a mesma tendência, como mostrado na Fig. (4.6).

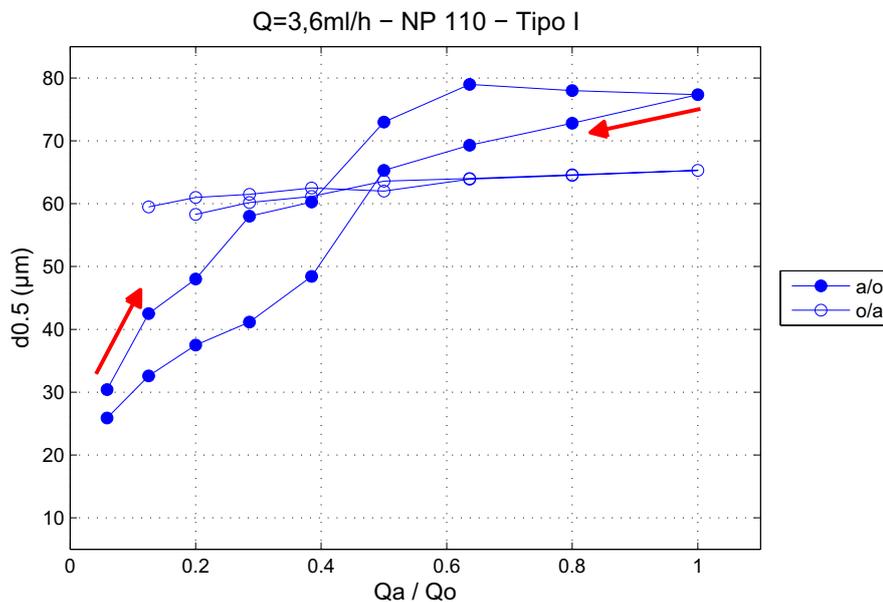


Figura 4.6: Diâmetros característicos das emulsões do experimento 1

Quase não houve variação no $d_{0.5}$ das emulsões inversas que mantiveram-se em torno de $60 \mu\text{m}$, mas a produção simultânea de ambos os tipos de emulsão continuou até $Q_a/Q_o=0,13$. Nesta condição ainda não tinha começado a produção de emulsão inversa na primeira parte do experimento.

O experimento 2 foi similar ao primeiro com a mesma vazão total (3.6 ml/h), tipo de meio poroso, surfactante e óleo, mas mudando a direção da variação da razão vazões. Neste experimento, a primeira condição experimental avaliada foi $Q_a/Q_o=1$, depois a razão de vazões foi diminuída até $Q_a/Q_o=0,06$.

A Fig. (4.7) compara os resultados dos experimentos 1 e 2. Os diâmetros médios de massa das emulsões inversas são muito similares para ambos os experimentos. Porém, no experimento 2 os diâmetros característicos das emulsões água em óleo aumentaram com a diminuição das razões de vazões entre $34 \mu\text{m}$ e $65 \mu\text{m}$, contrário ao que aconteceu no experimento 1 em que

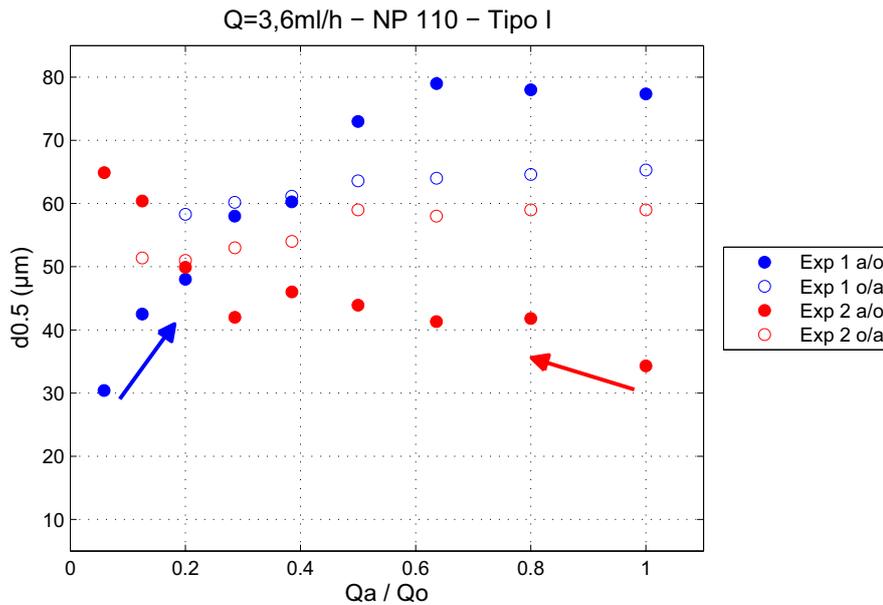


Figura 4.7: Diâmetros característicos das emulsões produzidas nos experimentos 1 e 2

o $d_{0.5}$ aumentou com o aumento das razões de vazões. As porcentagens de emulsão água em óleo do experimento 2 foram menores que as do experimento 1 para todas as condições experimentais como apresentado na Tabela (4.3).

Qa [ml/h]	Qo [ml/h]	Qa/Qo	%a/o	
			Exp 1	Exp 2
0,2	3,4	0,06	100	100
0,4	3,2	0,13	100	70
0,6	3,0	0,20	91	56
0,8	2,8	0,29	78	41
1,0	2,6	0,38	55	35
1,2	2,4	0,50	51	29
1,4	2,2	0,64	45	26
1,6	2,0	0,80	44	20
1,8	1,8	1,00	36	16

Tabela 4.3: Porcentagens de emulsão água em óleo nos experimentos 1 e 2

Depois de avaliar a condição de mínima razão de vazões ($Q_a/Q_o=0,06$), esta foi aumentada novamente até $Q_a/Q_o=1$. As emulsões óleo em água mantiveram-se nos mesmos valores. As emulsões água em óleo produzidas na segunda parte do experimento seguiram a mesma tendência de diminuição de $d_{0.5}$ com o aumento de razão de vazões. Porém, ao contrário do ocorrido experimento 1, os $d_{0.5}$ foram ligeiramente maiores na segunda parte do experimento para todas as condições experimentais (Ver Fig. (4.8)).

Os experimentos 1 e 2 foram repetidos para confirmar se os resultados eram reproduzíveis, não houve variações significativas entre eles. Estes resultados mostram que a morfologia das emulsões produzidas não é só função da razão de vazões, mas também da saturação do meio poroso. Foi evidente nestes primeiros experimentos que a morfologia das emulsões tendo óleo como fase

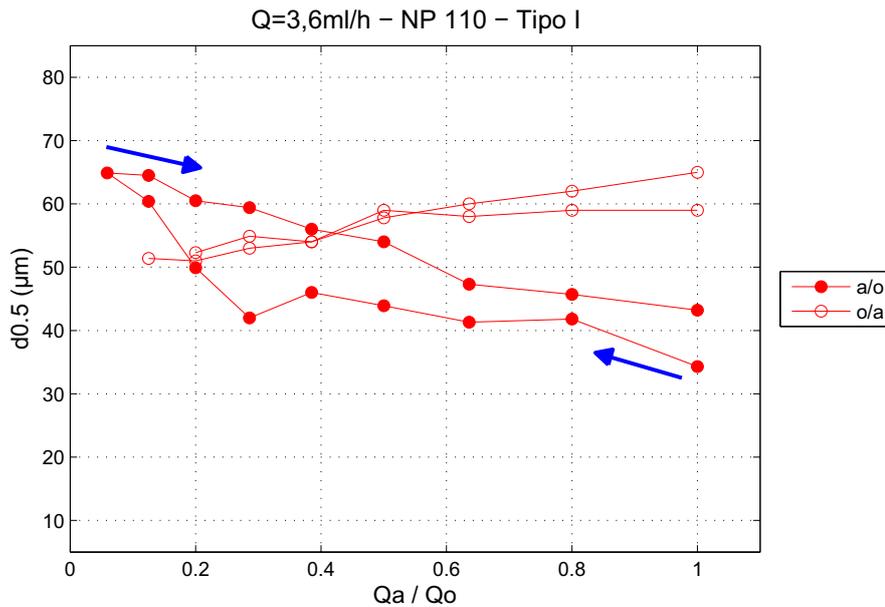


Figura 4.8: Diâmetros característicos das emulsões do experimento 2

contínua são muito mais variáveis em função da razão de vazões do que as emulsões inversas.

Nos seguintes experimentos foram avaliados somente razões de vazão água-óleo aumentando de 0 até 1, já que esta situação representa melhor o que acontece nos campos de petróleo, onde o corte de água vai aumentando com o passar do tempo. Foram realizados diferentes experimentos com o objetivo de avaliar os efeitos de parâmetros como a vazão total, a viscosidade do óleo e o tipo de surfactante utilizado na morfologia das emulsões produzidas.

4.1

Efeito do meio poroso

Foi realizado um experimento nas mesmas condições do experimento 1, mudando unicamente o tipo de meio poroso utilizado. Utilizou-se o meio poroso tipo II, formado por esferas de diâmetros entre 105 e 210 micrômetro. A permeabilidade absoluta do meio poroso tipo II é de 2,53 D enquanto a do meio poroso Tipo I é de 3,97 D. A vazão total foi 3,6 ml/h, os fluidos injetados e as razões de vazão foram iguais em ambos os experimentos.

Observou-se um comportamento similar em ambos meios porosos nas razões de vazão água-óleo baixas. A emulsão produzida no meio poroso de grãos menores também foi do tipo água em óleo e o diâmetro característico também aumentou a medida que cresceu a vazão de água. Porém, o tamanho das gotas foi muito menor no segundo meio poroso. Na primeira razão de vazões $Q_a/Q_o=0,06$, os $d_{0.5}$ foram $30\mu\text{m}$ e $7\mu\text{m}$ respectivamente e na segunda

($Q_a/Q_o=0,12$), os $d_{0.5}$ foram $42\mu\text{m}$ e $11\mu\text{m}$. A Fig. (4.9) e a Fig. (4.10) mostram micrografias das emulsões produzidas em ambos meios porosos para $Q_a/Q_o=0,06$.

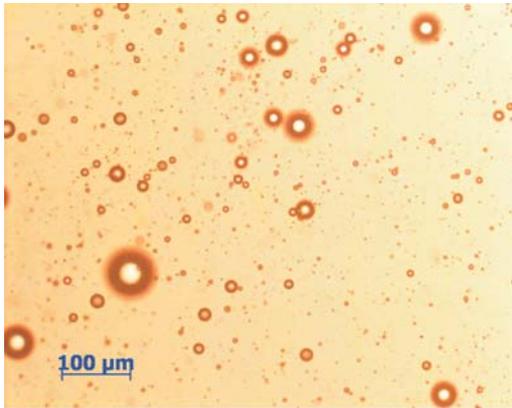


Figura 4.9: Emulsão a/o produzida com $Q_a/Q_o=0,06$ no meio poroso Tipo I

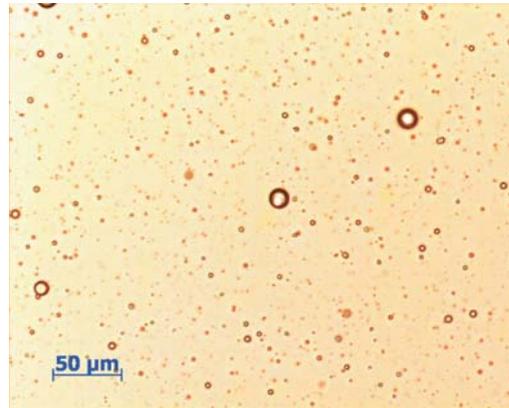


Figura 4.10: Emulsão a/o produzida com $Q_a/Q_o=0,06$ no meio poroso Tipo II

O trabalho de Cuthiell et al. [24] documentou o efeito da permeabilidade do meio poroso no diâmetro característico das emulsões produzidas. Eles utilizaram três meios porosos (formados por areia compactada) com permeabilidades diferentes para produzir emulsões água em óleo com razão de vazão água-óleo de 0,25. As emulsões produzidas em meios porosos menos permeáveis tiveram menores diâmetros de gota.

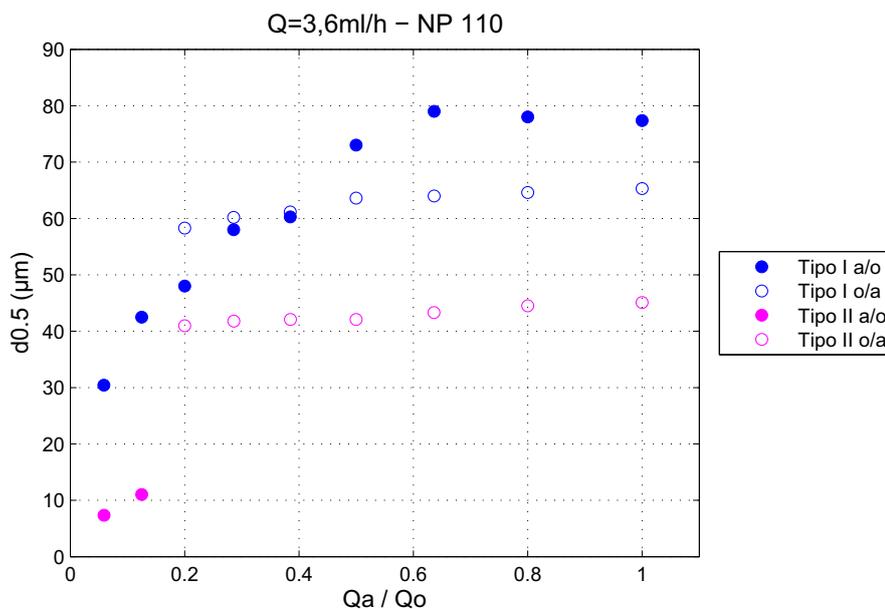


Figura 4.11: Emulsões produzidas a 3,6ml/h nos meios porosos Tipo I e Tipo II

Ao contrário do ocorrido no meio poroso tipo I, em que a partir de uma determinada razão de vazões foi produzida emulsão o/a simultaneamente com emulsão a/o, no meio poroso tipo II aconteceu inversão total da emulsão na terceira condição de razão de vazões ($Q_a/Q_o=0,2$). A emulsão se manteve invertida até o final do experimento. Da mesma forma que no primeiro meio poroso, o $d_{0.5}$ das emulsões inversas manteve-se estável, porém o valor foi menor ficando em torno de $42\mu\text{m}$. A Fig. (4.11) compara os diâmetros característicos em ambos meios porosos.

No meio poroso tipo II as emulsões inversas produzidas foram do tipo a/o/a. Ao contrário do que aconteceu no meio poroso tipo I em que só as gotas de diâmetros grandes (a partir de $80\mu\text{m}$) apresentavam outras gotas no seu interior, no meio poroso tipo II, quase todas as gotas continham gotas menores. A Fig. (4.12) é uma micrografia da emulsão produzida no meio poroso tipo II para $Q_a/Q_o=0,2$ na que se observa claramente esta característica.

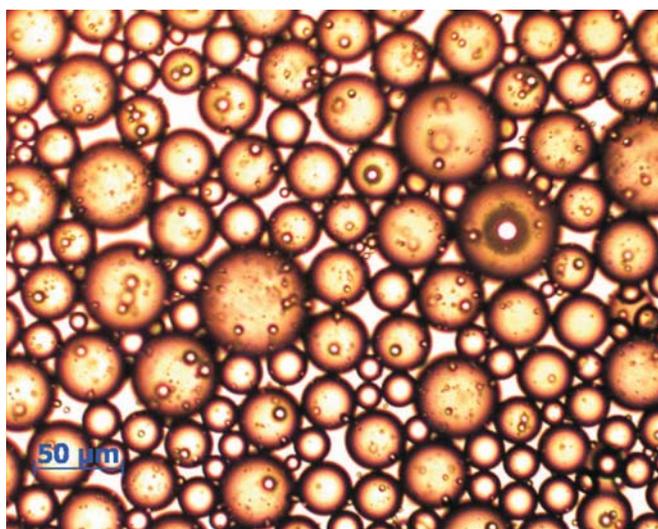


Figura 4.12: Emulsão a/o/a produzida no meio poroso tipo II com $Q_a/Q_o=0,2$

A emulsão produzida na condição na qual aconteceu a inversão ($Q_a/Q_o=0,2$) era instável ao adicionar óleo. Observou-se no microscópio que ao coletar uma amostra sobre uma camada de óleo esta se rompia invertendo as fases, formando uma nova emulsão água em óleo com gotas de tamanho muito menor as gotas originais. Este comportamento foi observado unicamente na condição experimental na que aconteceu inversão total da emulsão tanto neste, quanto em outros experimentos nos que houve inversão total.

4.2

Efeito da vazão total

A vazão total também demonstrou ter um efeito significativo na morfologia das emulsões produzidas. Foram testadas vazões totais de 6ml/h e 10ml/h no meio poroso tipo I utilizando o mesmo óleo e surfactante utilizados no experimento 1 que foi feito com vazão total de 3,6 ml/h. A Fig. (4.13) compara os resultados obtidos para as três diferentes vazões totais.

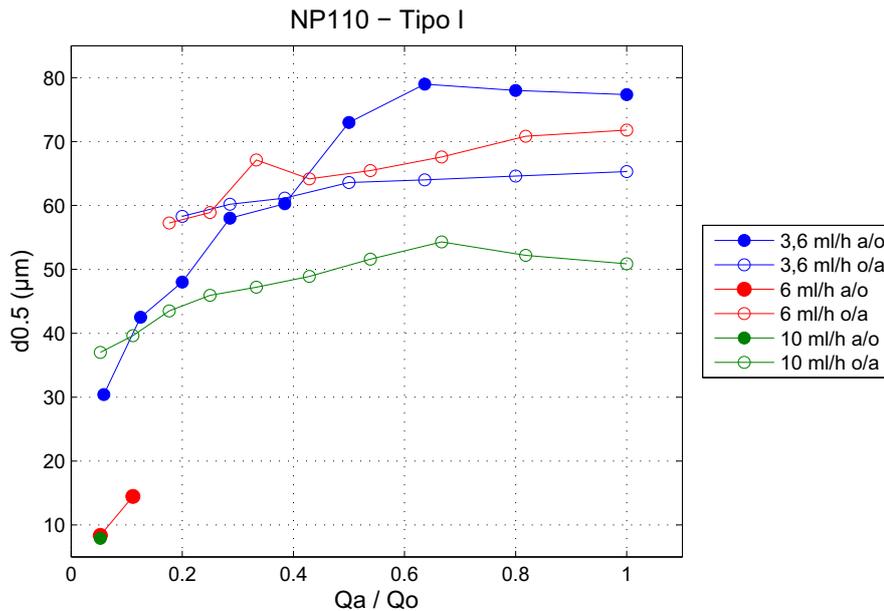


Figura 4.13: Emulsões produzidas com três vazões totais diferentes

Os $d_{0.5}$ das emulsões água em óleo nos experimentos realizados a 6ml/h e 10 ml/h foram muito menores do que os observados no experimento de 3,6 ml/h. Na primeira razão de vazões ($Q_a/Q_o=0,05$), o diâmetro característico das emulsões foi $8\mu\text{m}$ em ambos casos, enquanto no experimento feito a 3,6 ml/h tinha sido $30\mu\text{m}$. Cuthiell et al. [24] também registraram diminuição do tamanho das gotas de emulsões água em óleo produzidas com o aumento da vazão total.

No experimento feito a 6ml/h não houve produção simultânea de emulsões o/a e a/o, pelo contrário aconteceu inversão total da emulsão em $Q_a/Q_o=0,18$. No experimento a 10ml/h houve produção simultânea de ambos os tipos de emulsão na primeira condição ($Q_a/Q_o=0,05$) sendo 40% emulsão com água como fase contínua. A partir da segunda condição ($Q_a/Q_o=0,11$) foi produzida unicamente emulsão inversa.

A distribuição de tamanho de gota das emulsões inversas do experimento feito com vazão total de 6 ml/h foi bimodal para os Q_a/Q_o baixos. Na

medida em que aumentou a razão de vazões, a segunda moda do gráfico foi diminuindo até sumir totalmente como apresentado na Fig. (4.14). Os diâmetros característicos destas emulsões foram similares aos das emulsões inversas produzidas a 3,6 ml/h com valores em torno de 65 μm .

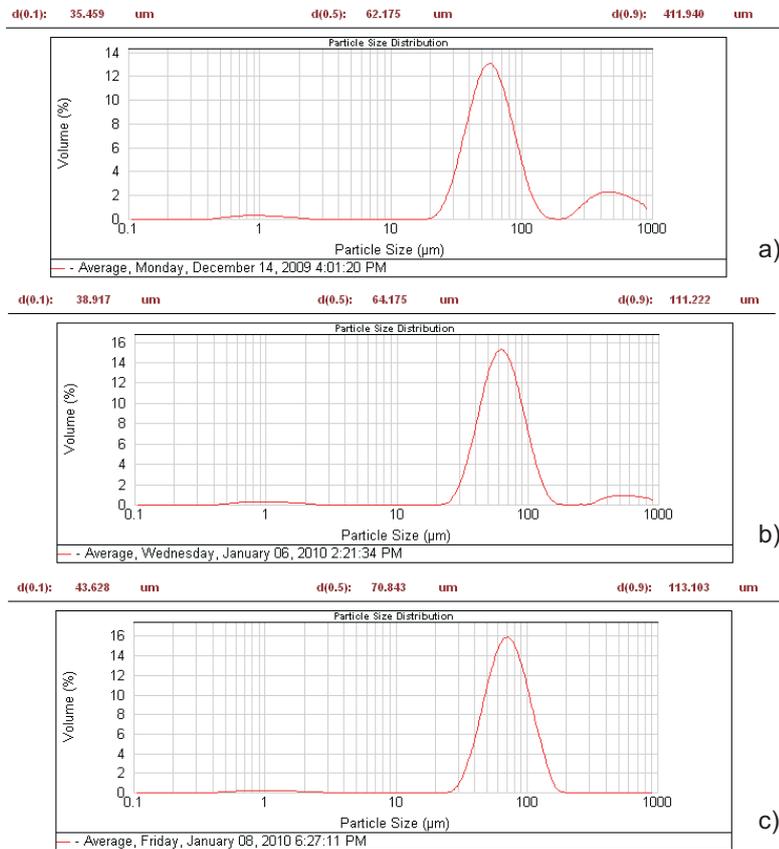


Figura 4.14: Distribuições de tamanho de gota de emulsões produzidas a 6ml/h a) $Q_a/Q_o=0,25$ b) $Q_a/Q_o=0,43$ c) $Q_a/Q_o=0,82$

Todas as distribuições de tamanho de gota de 10ml/h foram mono modais. Com o aumento de razão de vazões, estas foram ficando menos dispersas como apresentado na Fig. (4.15). Este comportamento também foi observado por Janssen et al. [20] em seus experimentos realizados em amostras de arenito de reservatório e óleo mineral. As distribuições de tamanho de gota de emulsões óleo em água ficaram mais dispersas ao aumentar o conteúdo de óleo de 1% até 15%.

Os $d_{0.5}$ das emulsões inversas produzidas a 10ml/h foi consideravelmente menor que os das emulsões inversas produzidas a 3,6 ml/h e 6ml/h, apresentando valores entre 40 e 50 μm . Uma maior vazão total promove uma quebra de gota da fase dispersa mais frequente, levando a menores tamanhos de gota.

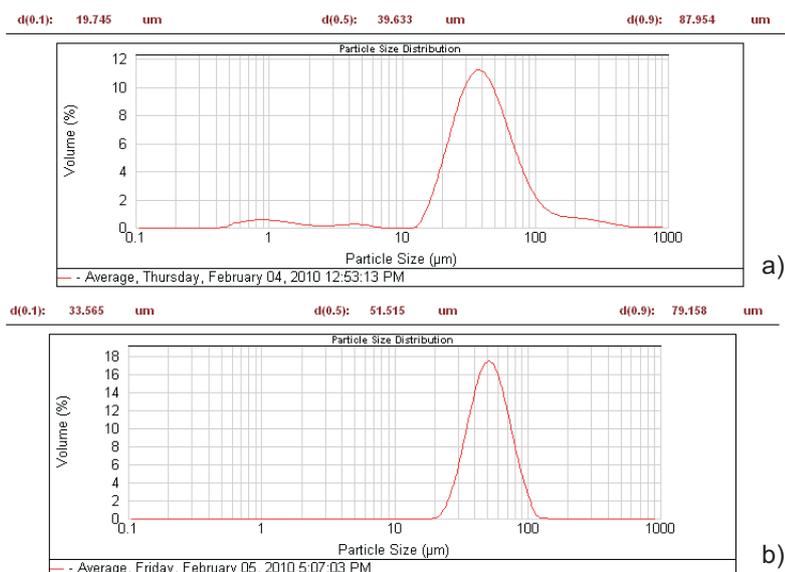


Figura 4.15: Distribuições de tamanho de gota de emulsões produzidas com 10ml/h de vazão total a) $Q_a/Q_o=0,11$ b) $Q_a/Q_o=1$

4.3

Efeito do tipo de surfactante

Foi realizado um experimento no meio poroso tipo II utilizando o surfactante Ultranex NP 1000 com HLB 19 com vazão total de 3,6 ml/h. O HLB deste surfactante indica que este é altamente hidrofílico, assim, este seria um surfactante ideal para estabilizar emulsões o/a com pouquíssimo conteúdo de óleo.

A Fig. (4.16) compara as emulsões produzidas nas mesmas condições experimentais com surfactantes Ultranex NP 110 (HLB 13,7) e Ultranex NP 1000 (HLB 19). Os resultados dos experimentos foram muito diferentes entre si. No experimento utilizando Ultranex NP 1000, não houve produção de emulsão com água como fase contínua para nenhuma razão de vazão, ao contrário do acontecido com o primeiro surfactante em que houve inversão total da emulsão em $Q_a/Q_o=0,2$.

O diâmetro característico das emulsões produzidas com o surfactante NP 1000 foi muito maior que o observado com o surfactante de HLB menor. O maior $d_{0.5}$ observado nas emulsões água em óleo do surfactante NP 110 foi 11 µm na razão de vazão água-óleo $Q_a/Q_o=0,12$. O $d_{0.5}$ das emulsões produzidas com o NP 1000 aumentou consideravelmente com o incremento da razão de vazões para todas as condições do experimento, passando de 36µm para $Q_a/Q_o=0,06$ até 160µm para $Q_a/Q_o=1$.

Neste experimento não houve presença de emulsões múltiplas, nem

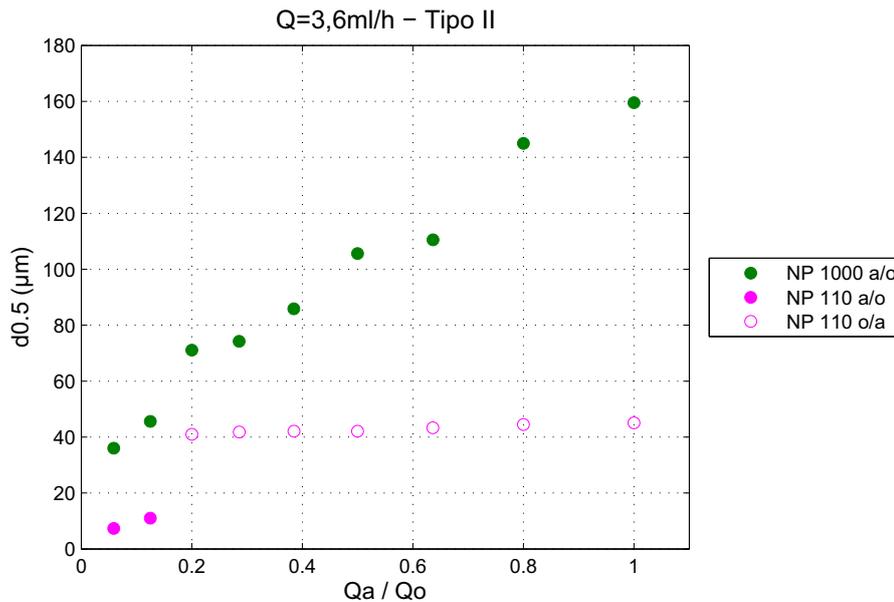


Figura 4.16: Emulsões produzidas com surfactantes de diferente HLB

mesmo nas gotas de tamanhos grandes como aconteceu nos experimentos nos que foi utilizado o surfactante NP 110. A Fig. (4.17) mostra como mudaram as emulsões produzidas com o surfactante NP 1000 em função da razão de vazão água-óleo. Foram observadas gotas pequenas, da ordem dos μm , em todas as condições experimentais, porém em quantidades muito pequenas. A medida que aumentou a razão de vazões, apareceram gotas de tamanhos cada vez maiores.

Este surfactante não conseguiu evitar efetivamente a coalescência das gotas, foi observada separação das fases nas pipetas graduadas onde foram coletadas as amostras já nas primeiras horas após a coleta. Os resultados deste experimento sugerem que o surfactante usado, não interagiu adequadamente com os fluidos, um surfactante com HLB tão alto, não é apropriado para estabilizar emulsões com as proporções água-óleo avaliadas neste experimento. É provável que a coalescência das gotas tenha começado já dentro do reservatório produzindo as gotas de grande tamanho observadas nas maiores razões de água-óleo.

4.4

Efeito da viscosidade do óleo

Foi realizado um experimento nas mesmas condições do experimento 1 mudando unicamente o óleo utilizando. O óleo sintético Shell Tivela 460 com viscosidade de 940 mPas é consideravelmente mais viscoso que o óleo mineral Esso Nuto 100, cuja viscosidade é de 321 mPas, utilizado no restante dos

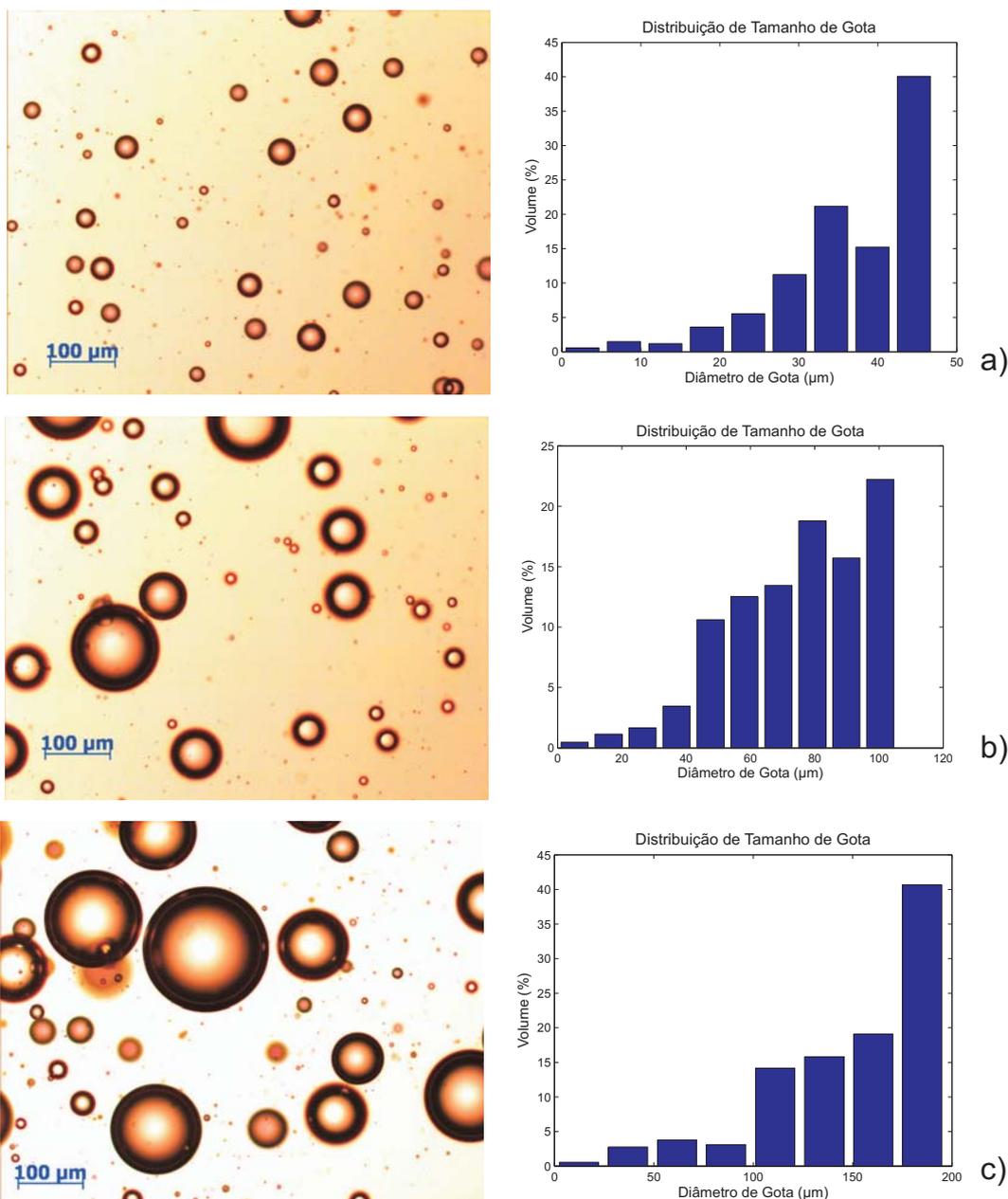


Figura 4.17: Micrografias e distribuições de tamanho de gota de emulsões a/o produzidas com surfactante Ultranex NP 1000 a) $Q_a/Q_o=0,06$ b) $Q_a/Q_o=0,38$ c) $Q_a/Q_o=1$

experimentos. Na Fig. (4.18) são apresentados os diâmetros característicos das emulsões produzidas com óleos de diferentes viscosidades, sendo produzidas nas mesmas condições experimentais.

Em ambos os casos houve unicamente produção de emulsão água em óleo nas razões de vazão baixas e houve produção simultânea de emulsões a/o e o/a a partir de uma determinada razão de vazão. Porém, a razão de vazão na qual começou a produção simultânea de duas fases variou de um óleo para o outro e os tamanhos característicos dessas emulsões também foram diferentes para

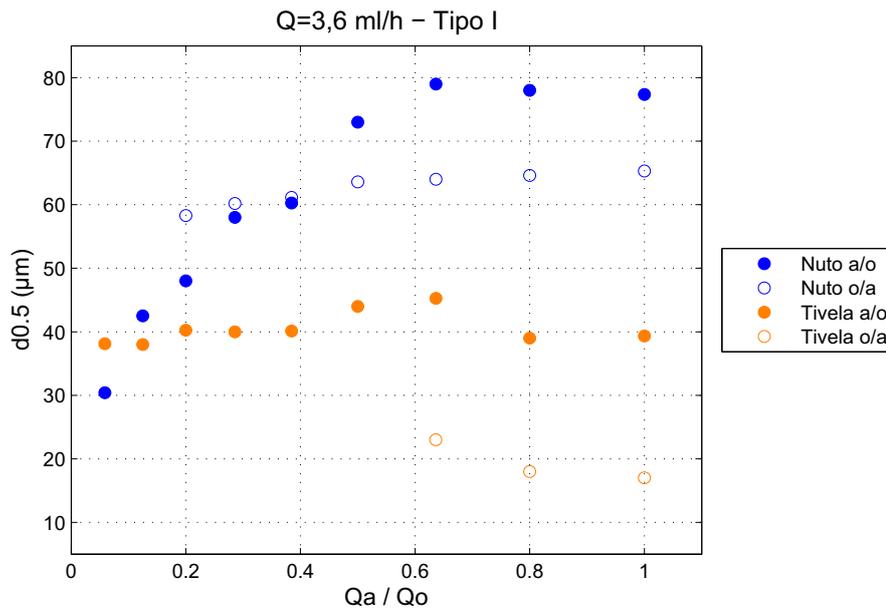


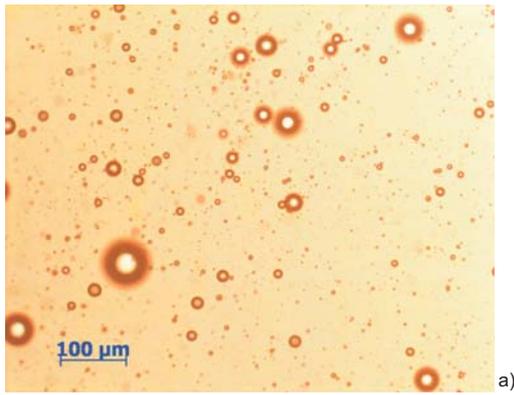
Figura 4.18: Emulsões produzidas com óleos de diferentes viscosidades

ambos os óleos.

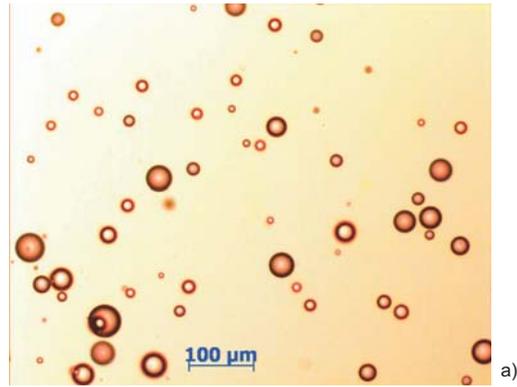
Ambos os experimentos começaram com tamanhos de gota similares para a emulsão água em óleo nas primeiras condições experimentais (Q_a/Q_o baixo). No óleo viscoso, esse tamanho característico se manteve relativamente constante em torno de $40 \mu\text{m}$ para todas as condições experimentais, enquanto para o óleo menos viscoso houve um considerável aumento do $d_{0.5}$ na medida que a vazão de água crescia variando entre $30 \mu\text{m}$ e $80 \mu\text{m}$.

A produção de emulsão óleo em água começou na condição $Q_a/Q_o=0,2$ para o óleo de viscosidade menor, mas só começou a partir de $Q_a/Q_o=0,64$ para o óleo de viscosidade maior. Não foi possível determinar as porcentagens de emulsão inversa que estava sendo produzida no experimento com óleo Tivela, já que não houve segregação gravitacional na pipeta devido a que a densidade desse óleo é quase igual à da água. Porém, pela observação das amostras coletadas para visualização no microscópio, pode se inferir que a quantidades eram muito menores do que as observadas no experimento com óleo menos viscoso.

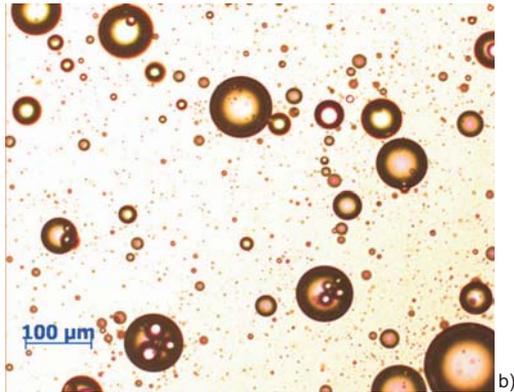
A distribuição de tamanho de gota também foi uma característica diferencial entre os dois experimentos. As emulsões produzidas com o óleo Esso (menos viscoso) foram a modo geral muito mais dispersas do que as produzidas com o óleo Tivela (mais viscoso). As emulsões do óleo Tivela apresentaram pouca quantidade de gotas pequenas e quase nenhuma emulsão múltipla. A Fig. (4.19) e a Fig. (4.20) apresentam micrografias de emulsões produzidas com ambos os óleos.



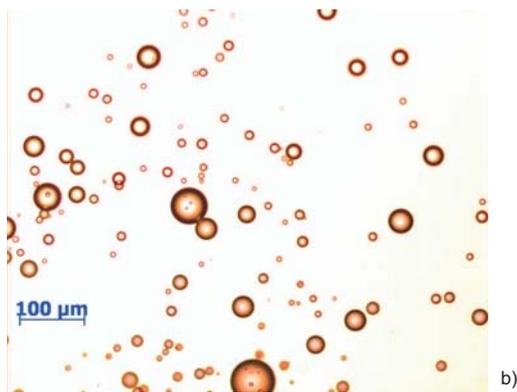
a)



a)



b)



b)

Figura 4.19: Emulsões a/o produzidas com óleo Nuto 100 a) $Q_a/Q_o=0,06$ b) $Q_a/Q_o=0,64$

Figura 4.20: Emulsão a/o produzidas com óleo Tivela 460 a) $Q_a/Q_o=0,06$ b) $Q_a/Q_o=0,64$

É provável que com a maior viscosidade do óleo, a água não consiga deslocar efetivamente o óleo com que foi saturado inicialmente o meio poroso. A água tende a seguir sempre pelo mesmo caminho da entrada até a saída do reservatório. Assim, a saturação do meio poroso é mais constante em função da razão de vazões, resultando em menores variações do diâmetro característico das gotas das emulsões produzidas com diferentes razões de vazão água-óleo.

A Tabela (4.4) apresenta um resumo dos resultados dos experimentos desta dissertação.

	Q (ml/h)	k (D)	μ_o (mPa.s)	HLB	a/o		o/a		Comentários
					Qa/Qo	d0.5(μm)	Qa/Qo	d0.5(μm)	
1	3,6	3,97	321	13,7	0,06 - 1	30 - 80	0,2 - 1	59 - 65	Produção simultânea de emulsões a/o e o/a Gotas de tamanhos superior a 80 μm tiveram outras gotas no interior d0.5 das emulsões a/o aumentaram com o aumento da Qa/Qo
2	3,6	3,97	321	13,7	0,06 - 1	34 - 65	0,13 - 1	51 - 60	Produção simultânea de emulsões a/o e o/a Gotas de tamanhos superior a 80 μm tiveram outras gotas no interior d0.5 das emulsões a/o aumentaram com o diminuição da Qa/Qo
3	3,6	2,53	321	13,7	0,06 - 0,13	7 - 11	0,2 - 1	41 - 45	Inversão total da emulsão As emulsões inversas foram do tipo a/o/a
4	6	3,97	321	13,7	0,05 - 0,11	8 - 14	0,18 - 1	57 - 72	Inversão total da emulsão Emulsões o/a passaram de ser bimodais a ser unimodais com o aumento de Qa/Qo
5	10	3,97	321	13,7	0,05	8	0,05 - 1	37 - 54	Emulsões o/a ficaram menos dispersas com o aumento da Qa/Qo
6	3,6	2,53	321	19	0,06 - 1	36 - 160	-	-	Não houve emulsões múltiplas
7	3,6	3,97	940	13,7	0,06 - 1	38 - 45	0,64 - 1	17 - 23	Pouca presença emulsões múltiplas Distribuições de tamanho de gota pouco dispersas

Todos os experimentos foram feitos aumentando Qa/Qo de 0 até 1 a exceção do experimento 2 que foi feito diminuindo Qa/Qo de 1 até 0

Tabela 4.4: Tabela comparativa dos resultados experimentais