

# Fibras micro-estruturadas de polímero



Júlio César A. O. Rodrigues, Cristiano M. B. Cordeiro  
Instituto de Física "Gleb Wataghin" (IFGW) – Unicamp – Campinas/SP – Brasil



Resumo: Este projeto tem como objetivo central o desenvolvimento de duas linhas de trabalho experimental que tem como meta a fabricação de fibras ópticas micro estruturadas. A primeira etapa consistiu na otimização do processo de furação em tarugos de PMMA (polimetilmetacrilato), utilizando tanto máquinas de usinagem manuais como máquinas totalmente automatizadas, como o CNC; nessa primeira etapa o objetivo era ganhar produtividade e baixa rugosidade nos canais. A outra linha de trabalho tinha como meta desenvolver uma espécie de forno a lâmpadas capaz de aquecer esse tarugo próximo ao seu ponto de fusão para o seu posterior puxamento. O puxamento teve seus parâmetros devidamente controlados por computador a dimensões da ordem de algumas centenas de microns. Diversos dados foram obtidos e alguns parâmetros melhorados, tanto no processo de puxamento quanto no processo de furação. O tratamento térmico sem dúvida foi essencial para conseguir aquecer o polímero a altas temperaturas e gráficos da temperatura pelo tempo ajudaram a definir a melhor voltagem para as lâmpadas. A rugosidade medida no perfilômetro, nos melhores resultados, tinha cerca de 0,3 microns. A utilização do CNC nos trouxe produtividade e automação que gerou a eliminação de erros manuais e mais regularidade.

## Introdução

As fibras micro-estruturadas se destacam no setor de sensoriamento por suas propriedades serem amplamente moldáveis de acordo com o interesse do projetista. Neste amplo campo de pesquisa existe uma área em particular que estuda a fabricação de fibras micro-estruturadas em materiais poliméricos. A grande vantagem em trabalhar com materiais plásticos é o baixo ponto de fusão desses materiais, por volta de 200 °C. Para efeito de comparação, o da sílica é de 2000 °C. Outra vantagem é sua maior facilidade em projetar diferentes arranjos geométricos em sua matriz, já que, sua matriz é construída diretamente no tarugo cilíndrico pelo processo de furação com brocas. Esta matriz é vista na figura 1 onde foi feito um corte transversal em 2 fibras especiais, uma de sílica e uma de polímero. Este arranjo geométrico segue paralelamente por toda fibra e é graças a esta peculiaridade que as fibras especiais têm propriedades tão interessantes.

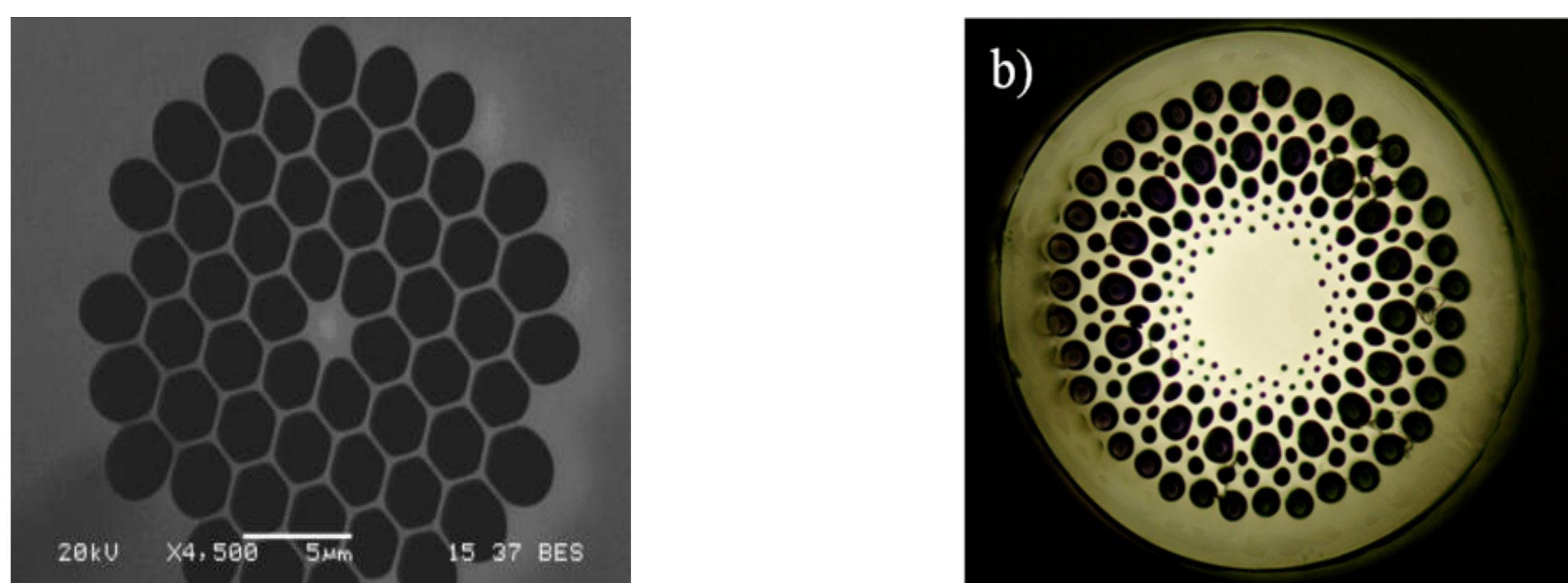


Fig. 1: Fotos de dois exemplos de fibras micro-estruturadas: a) Fibra de sílica e b) Fibra de polímero. Preto indica os buracos de ar enquanto cinza/branco indica o material da fibra. Barra branca de escala (foto "a") igual a cinco microns.

## Resultados e discussões

Foram feitos diversos furos com as 6 diferentes brocas que tínhamos, diversificando parâmetros como velocidade do furo, velocidade de avanço e o pica-pau. Para todos os furos foram utilizadas amostras que tinham passado por um tratamento térmico de pelo menos sete dias num forno a 80 °C e também utilizamos líquido refrigerante na furação. Segue na tabela abaixo alguns dos testes feitos no CNC com os parâmetros que queríamos analisar:

### Primeiro Teste CNC

- Todas as brocas foram utilizadas, no total 6;
- Foram feitos 2 furos de cada RPM com cada broca; 1500, 2000 e 2500 RPM; Todas esses furos com avanço de 0,066 mm/rot
- Utilizando as brocas A 1292 ox e A 976 fizemos 8 novos furos utilizando 2 avanços diferentes, 0,056 mm/rot e 0,076 mm/rot.

### Último Teste no CNC

- Foram utilizadas as brocas A 916 e A 1292 ox;
- Foram feitos 3 furos com cada broca com as velocidades 500, 1000, 1500 RPM;
- Cada um destes 3 furos foram utilizadas diferentes avanços, desde 0,006 mm/rot para altas rotações até 0,066 mm/rot para baixas rotações

Abaixo segue algumas fotos dos furos utilizando uma fresadora e dos furos feito pelo CNC:

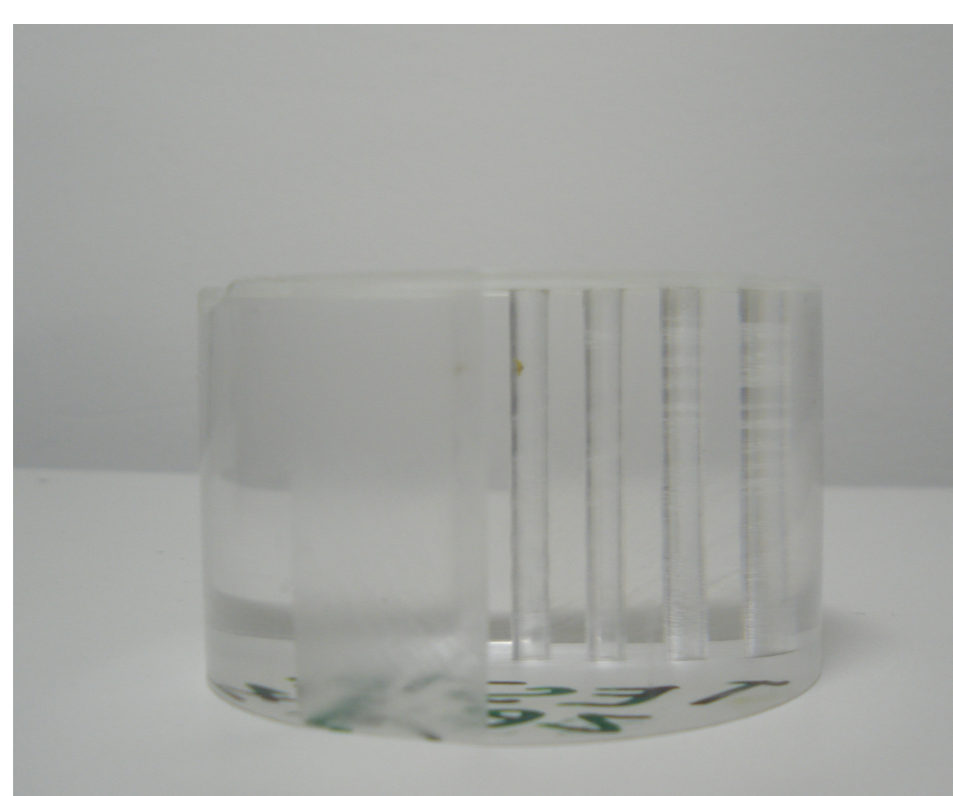


Fig. 2: Preforma furada no CNC.

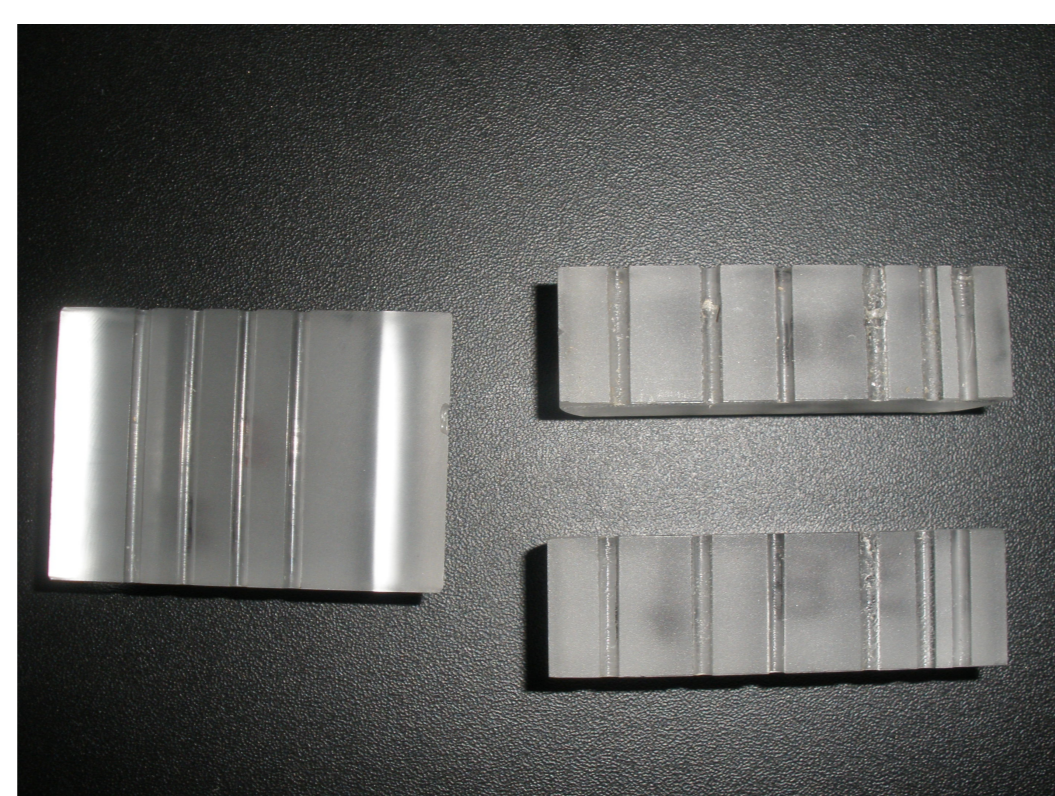


Fig. 3: Furos feitos pela fresadora.

Os melhores furos utilizando a fresadora foram feitos pela broca A 916 a 1000 rpm com avanço de 0,06 mm por rotação e pica pau de 2-2 mm. Segue o perfil rugoso deste furo no final do canal( saída da broca):

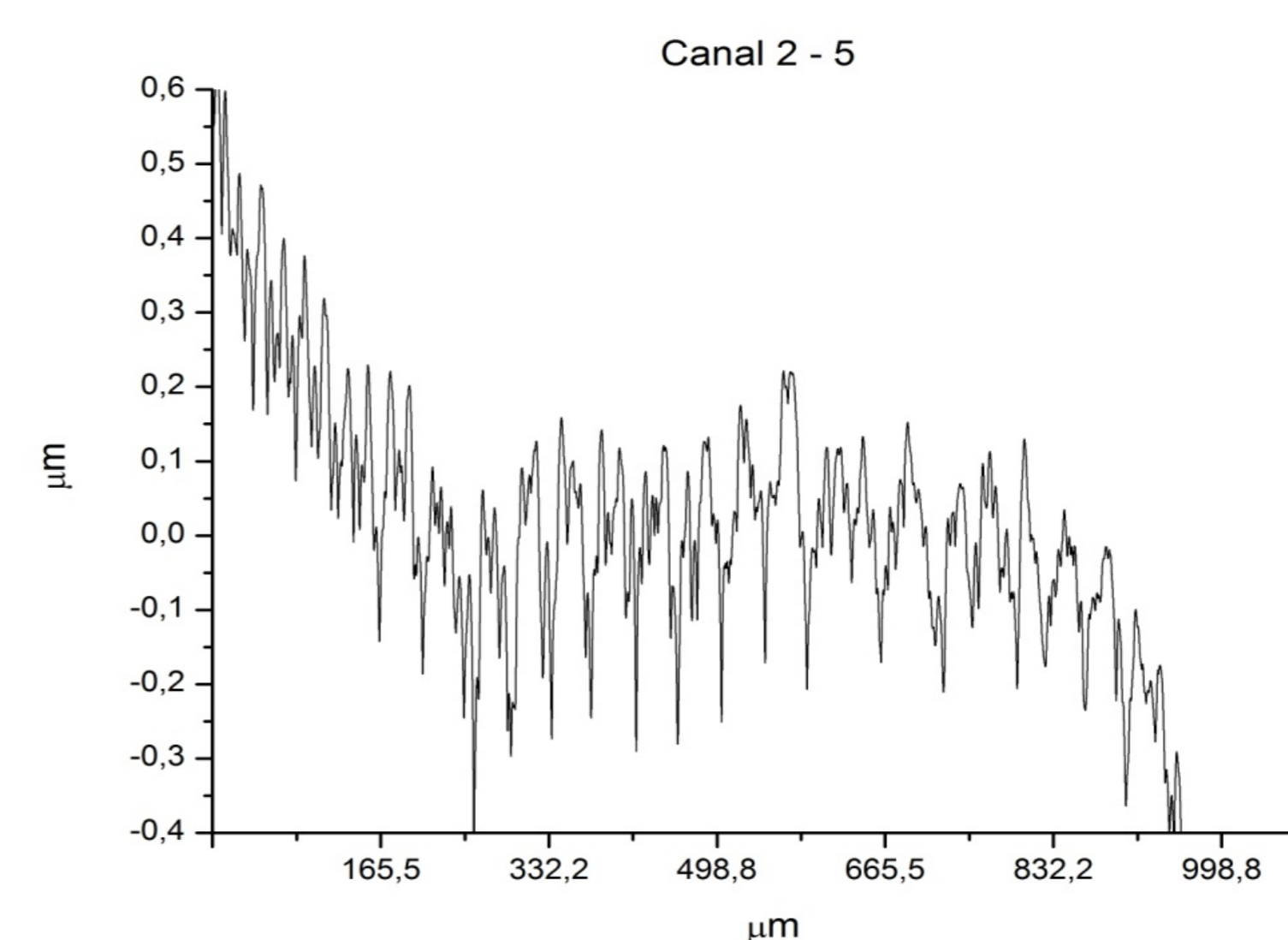


Gráfico 1: Perfil da região final do canal

Observando esse gráfico é possível observar a falta de regularidade nas rugosidades do canal feito pela broca. Conseguimos ótimos avanços em relação a este aspecto quando passamos a utilizar um CNC para a furação. Abaixo segue um gráfico referente ao perfil de um dos canais feitos pela broca A 1292 ox, só que agora utilizando o sistema CNC:

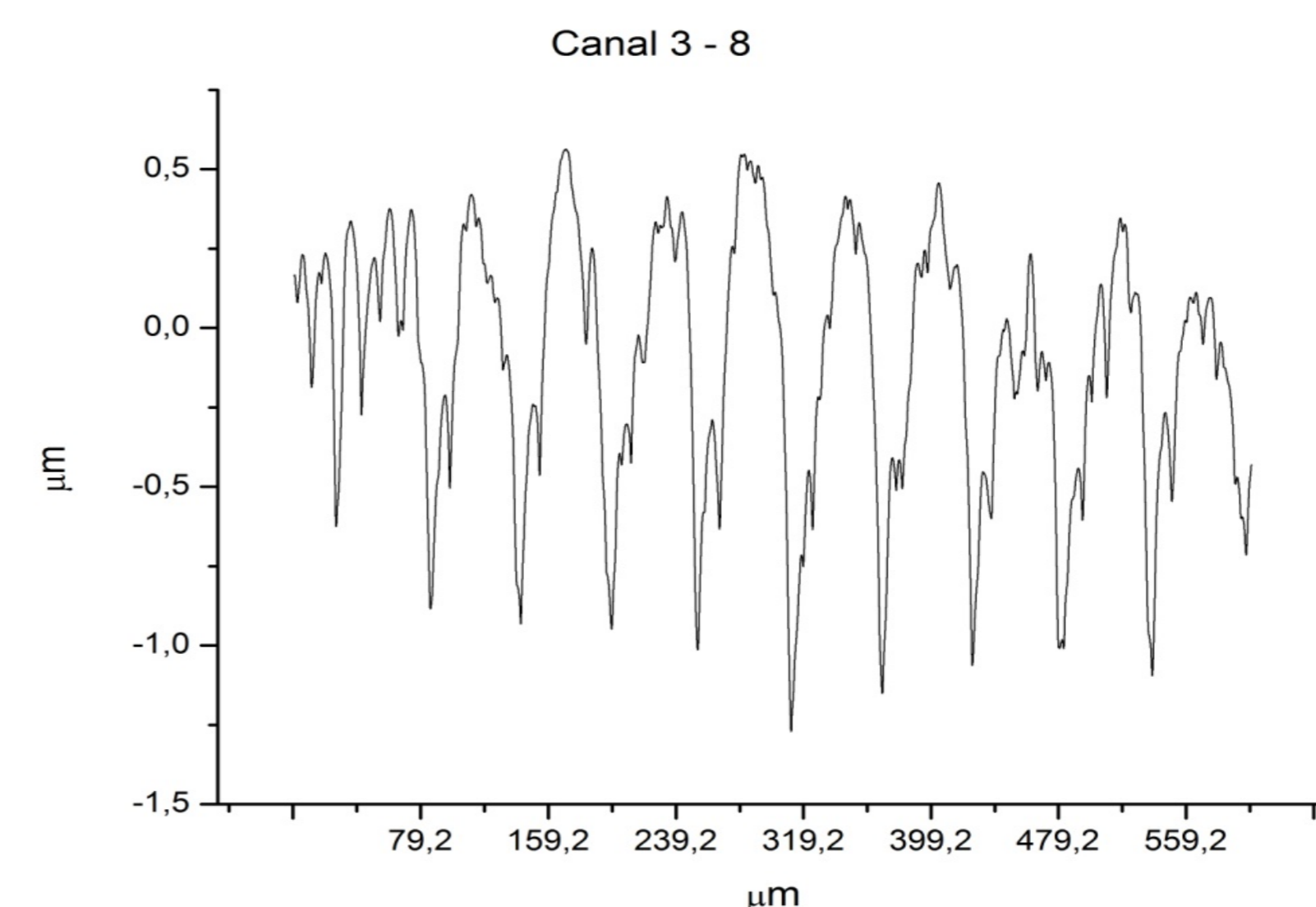


Gráfico 2: Perfil do final do canal feito pela broca A 1292 ox.

Para o processo de puxamento não conseguimos sucesso neste pouco tempo de trabalho, pois restam vários parâmetros a serem melhorados e técnicas aperfeiçoadas. Mas alguns testes foram feitos e segue abaixo algumas fotos de tarugos puxados:



Fig. 4: Tarugo puxado sem furos; Pescoço bem centralizado.

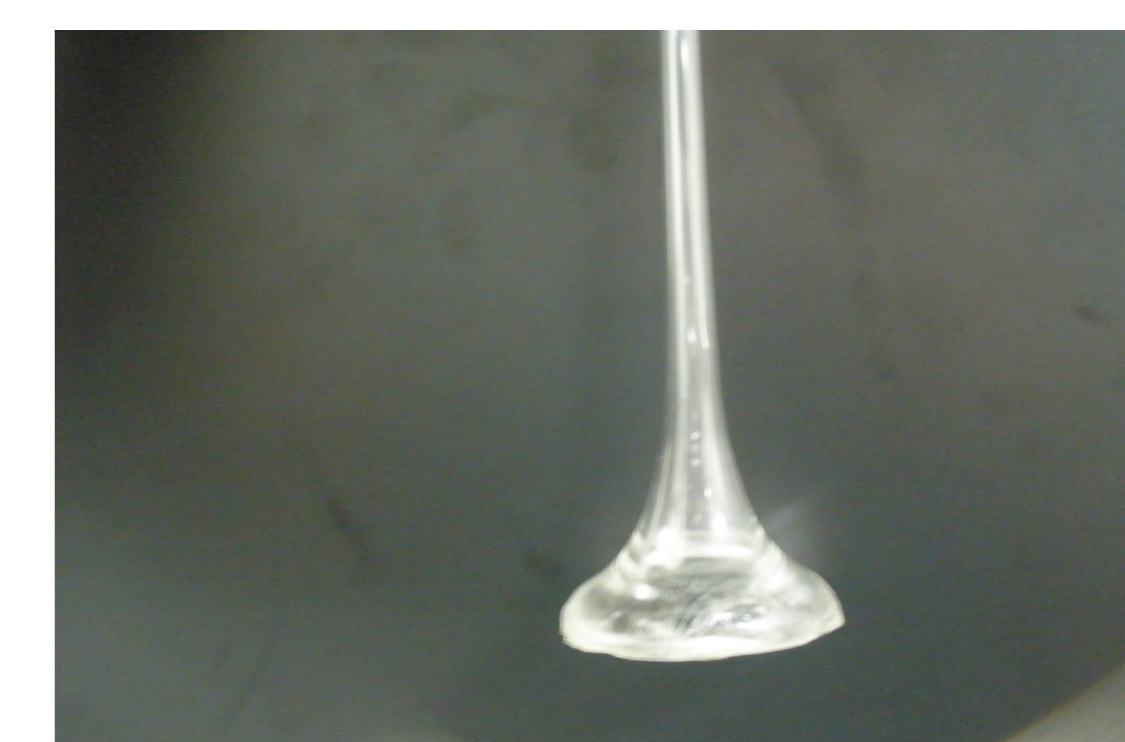


Fig. 5: Tarugo puxado até o final; pescoço bem centralizado, e com um furo no meio.

## Conclusão

Seja utilizando um CNC ou uma máquina menos automatizada, os resultados são bem parecidos em relação a amplitude da rugosidade observada no perfilômetro, cerca de 0,4 microns. A grande vantagem do CNC é sua produtividade e seu sistema totalmente automatizado que elimina ocorrência de erros manuais, por isso os perfis rugosos dos canais de furos feitos com o CNC eram muito mais regulares, e isto é importantíssimo na fabricação de uma fibra que vai guiar luz por distâncias consideráveis.