

# DETALHAMENTO DAS SUPERFÍCIES RUGOSAS PRODUZIDAS NO EMPILHAMENTO DE GRÃOS ANISOTRÓPICO EM CÉLULA HELE SHAW DELGADA

Ananias Alves de Araújo Neto (Aluno de ICV/UFPI), Valdemiro da Paz Brito (Orientador, Departamento de Física – UFPI)

## Introdução

A rugosidade é um conjunto de irregularidades de uma superfície. Este fenômeno pode ser observado para a qualidade de deslizamento; a resistência ao desgaste; a possibilidade de ajuste do acoplamento forçado; a resistência oferecida pela superfície ao escoamento de fluidos e lubrificantes; a qualidade de aderência que a estrutura oferece às camadas protetoras; a resistência à corrosão e à fadiga; a vedação e a aparência. Estes são alguns exemplos em que a rugosidade está presente. Pode-se aprofundar ainda mais a definição de rugosidade como os conjuntos de desvios micro geométricos caracterizados pelas pequenas saliências e reentrâncias presentes em uma superfície [1].

Neste trabalho serão detalhadas as superfícies rugosas produzidas no empilhamento de grãos anisotrópicos em célula Hele Shaw delgada. A anisotropia dos grãos se caracteriza pelo fato de que certa propriedade física varia com a direção [2]. Portanto, tem-se como objetivo estudar a morfologia das superfícies, observando quais são os fatores que influenciam neste fenômeno, interligando-os de tal maneira que seja possível admitir um perfil característico da mesma. Pretende-se, também analisar a deposição de arroz na célula de Hele Shaw delgada, visando à produção de superfícies rugosas para análises.

## Metodologia

O trabalho consistiu no empilhamento de arroz (marca: Arroz Preto Ruzene) que é um grão anisotrópico, em uma célula de Hele Shaw delgada. Esta célula é composta de duas placas de acrílico planas paralelas entre si, e separadas adequadamente por uma pequena distância, que permite aos grãos se acomodarem em qualquer direção espacial. A parte frontal é transparente e a parte posterior coberta com papel milimetrado. A parte coberta é para que a luz das lâmpadas não interfira no momento da fotografia.

Foi utilizada uma câmera (Marca: Sony, 14.1 Megapixels) para fotografar a altura da superfície. Utilizando-se lâmpadas localizadas atrás da célula de Hele Shaw, para melhorar a coleta de imagens, facilitando a seleção dos grãos no computador. Teve-se o cuidado de fixar a câmara de tal maneira que fosse possível obter as fotografias sempre no mesmo ângulo.

Após o processo descrito, analisou-se as imagens no computador usando o programa *GIMP* para selecionar os níveis das superfícies e também para isolar apenas essas superfícies na fotografia. Além disso, usou-se o programa *MatLab* para obter a digitalização dos dados por meio dos pixels das imagens. Usando a linguagem *FORTRAN* e o programa *Microsoft Developer Studio* obteve-se essas análises que geraram justamente a superfície do arroz.

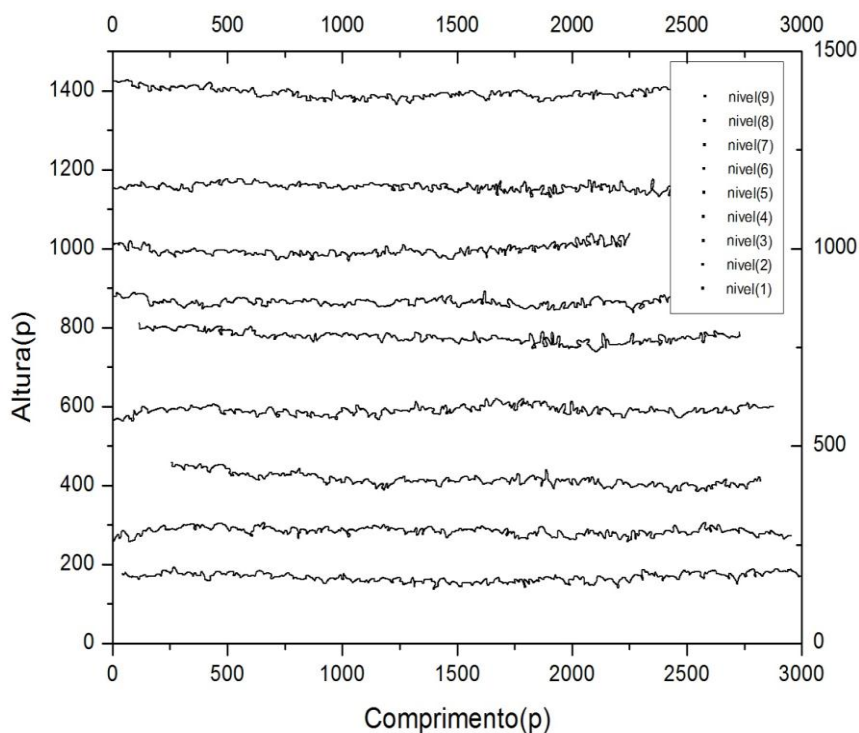
O programa *Origin* foi usado em conjunto com os programas feitos em linguagem *FORTRAN*, pois é necessário estabelecer os pontos, em pixels, onde o programa *FORTRAN* deve iniciar e terminar a execução.

Todo esse procedimento foi realizado para nove níveis de alturas diferentes das superfícies que eram, respectivamente: 2,5 cm, 5,0 cm, 7,5 cm, 10,0 cm, 12,5 cm, 15,0 cm, 17,5 cm, 20,0 cm e 25,0 cm. E para cada altura foram realizados oito experimentos e foi calculada a sua rugosidade pelo desvio médio das alturas.

### Resultados e discussão

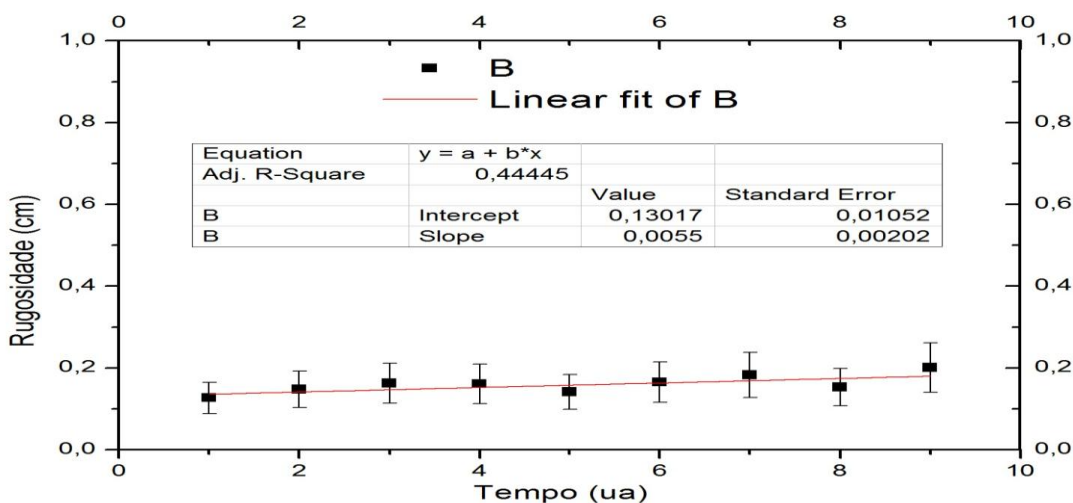
A partir de um programa computacional em linguagem *FORTRAN*, foi possível observar o comportamento da morfologia com base nos dados coletados. Assim, a base para análise pode ser descrita da seguinte forma: 1) Calculou-se o centro médio de linha (CML) ou pela média aritmética dos perfis das alturas e 2) utilizando esses dados, pôde-se obter o desvio médio e, portanto, obteve-se a rugosidade da superfície.

O crescimento ocasionado pela deposição de arroz, nos nove níveis trabalhados, indica um aumento da parede de arroz, do nível um ao nível nove. Considerando o primeiro nível como “tempo” ou configuração inicial, os níveis formados seguintes são tratados como evolução temporal deste. Assim, calculando a rugosidade para cada etapa, verificou-se um crescimento na aspereza da superfície (Ver Figura 1 adiante).



**Figura 1: Imagem das superfícies digitalizadas (Com alturas e comprimentos em pixels)**

Com base no gráfico de rugosidade vs tempo (Ver Figura 2), mostrado adiante, as medidas da rugosidade apresentaram um lento crescimento no decorrer da evolução da primeira superfície, comprovado por um ajuste linear e segue numa taxa de 0,0055 centímetros por cada nível medido, mostrando o crescimento no decorrer do tempo.



**Figura 2: Gráfico da Rugosidade versus Tempo.**

### Conclusão

De acordo com os experimentos realizados para o estudo do detalhamento das superfícies, medidas e analisadas a partir da deposição de arroz em célula 2D, foi possível observar um crescimento na textura das superfícies com grãos. Ademais, o fenômeno observado varia lentamente, à medida que o tempo passa, adquirindo em sua estrutura um caráter cada vez mais áspero. Portanto, admite-se que a superfície em mudança com tempo, predeterminada pela quantidade de etapas, é sempre mais rugosa que no início de sua formação como o esperado.

### Apoio

Agradecemos à UFPI pelo apoio logístico e de infraestrutura para realização da pesquisa, e, também ao orientador por ajudar e colaborar na evidencia dos pontos de interesse desta pesquisa.

### Referências bibliográficas

- [1] Paula Regina Horostecki, Caracterização tribológica de componentes fabricados por metalurgia do pó e nitretados. TCC. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007;
- [2] Wikipédia. <http://pt.wikipedia.org/wiki/Anisotropia>. Acessado em: fevereiro de 2015. Às 20:12 hs
- [3] Bhushan, Bharat. Surface roughness Analysis and Measurement Techniques; The Ohio State University.

**Palavras-chave:** Rugosidade. Célula Hele Shaw. Empilhamento de grãos.