

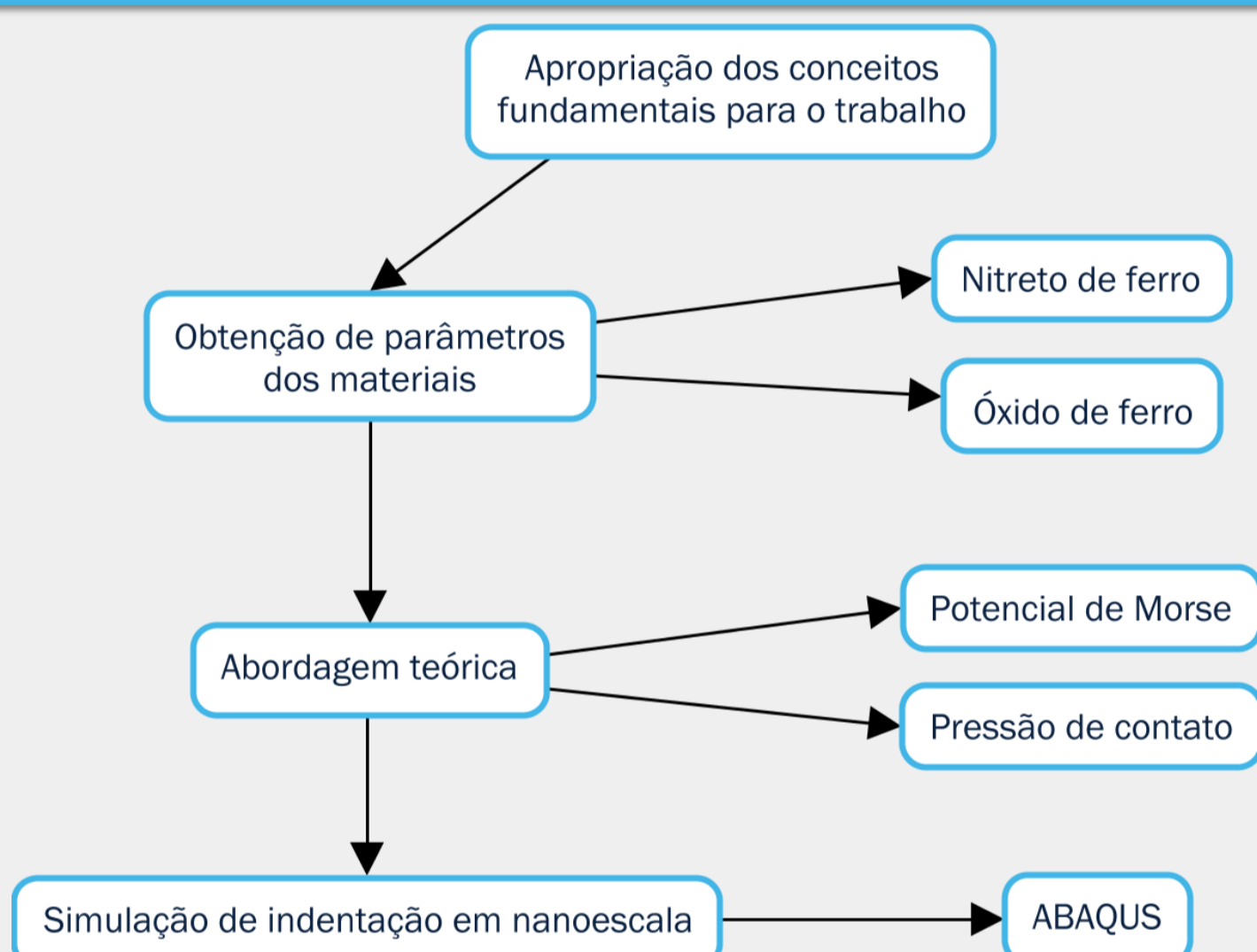
Introdução

O atrito, o desgaste e a lubrificação são fenômenos provenientes do movimento relativo de duas superfícies estudados dentro do campo da tribologia [1]. Investigado desde o século XV por Leonardo da Vinci, o atrito é um fenômeno presente em diversas situações do cotidiano podendo atuar de maneira benéfica, como na possibilidade de caminhar, mas, também, pode ser considerado prejudicial, como o desgaste de máquinas industriais. Entretanto, apesar dos diversos avanços na área, o estudo de fenômenos ligados ao atrito em nanoescala é pouco explorado. Por isso, o estudo de base do atrito em nanoescala é de extrema importância e relevância para a compreensão dos diversos eventos que nos cercam.

Objetivo

O objetivo do presente trabalho é verificar a influência da pressão de contato e energia elástica no atrito em amostras de nitreto de ferro e óxido de ferro.

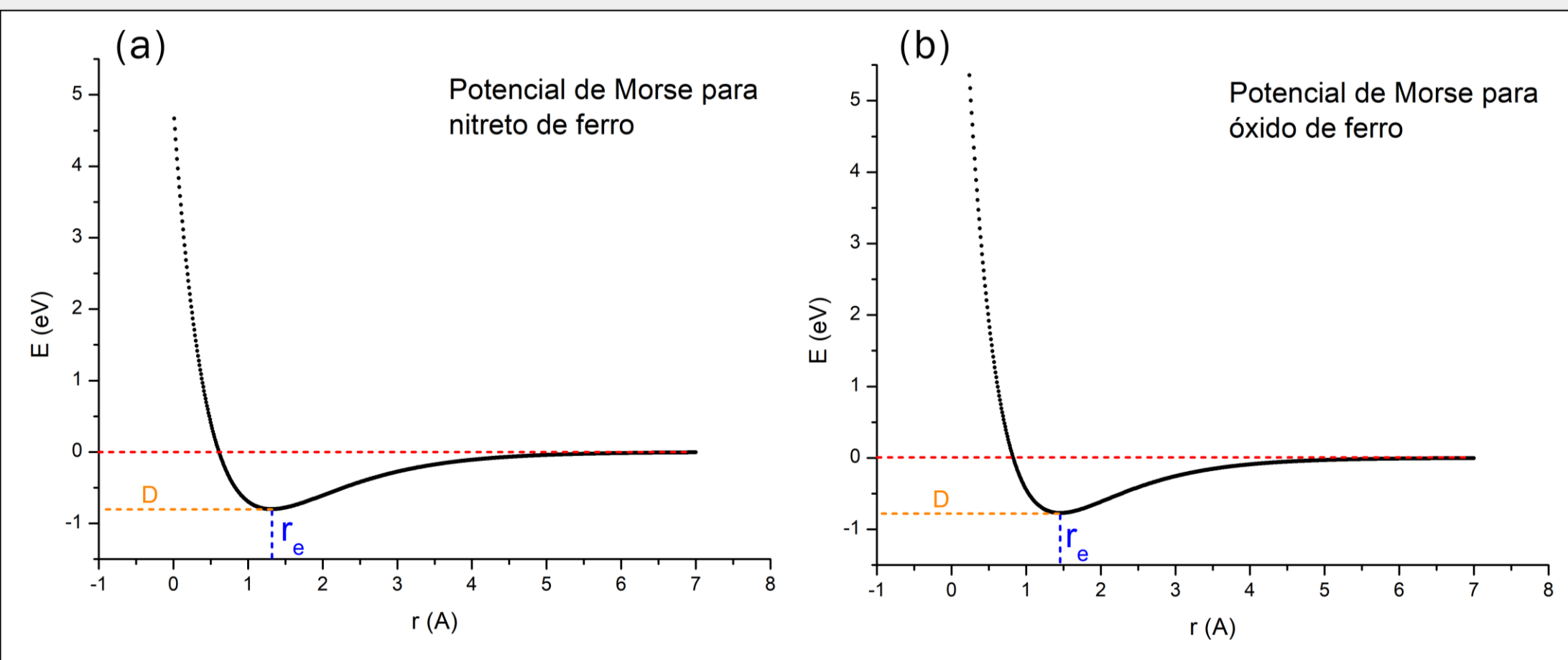
Metodologia



Resultados e discussão

Com a utilização do potencial de Morse [2], foi estimada a energia potencial devido à compressão das ligações químicas envolvidas no regime de deformação elástica (Fig. 1). Foi possível identificar, para o nitreto de ferro, que o valor da menor energia potencial acontece na distância interatômica $r_e = 1,3154 \text{ \AA}$ com valor $D = 0,80 \text{ eV}$. Já para o óxido de ferro, a menor energia potencial ocorre na distância interatômica $r_e = 1,3154 \text{ \AA}$ com um valor $D = 0,77 \text{ eV}$.

Figura 1 - Energia potencial para (a) nitreto de ferro e (b) óxido de ferro.

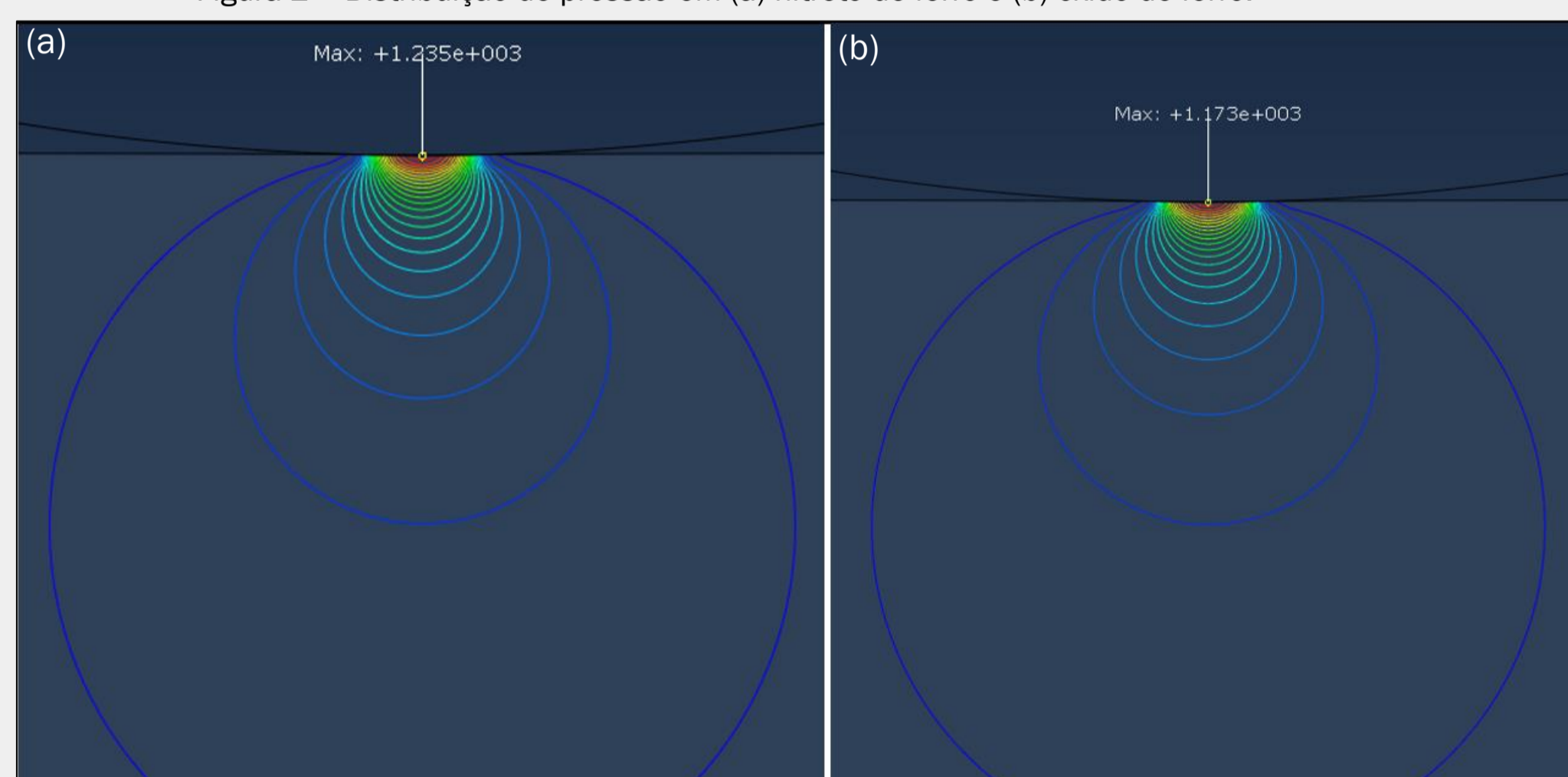


Fonte: o autor (2019).

Os conceitos da teoria do contato hertziano [3, 4] foram utilizados para a realização de simulações de indentação em nanoescala com o software ABAQUS [5] e para o cálculo da pressão de contato entre indentedor-amostra para nitreto de ferro e óxido de ferro. Os resultados obtidos das

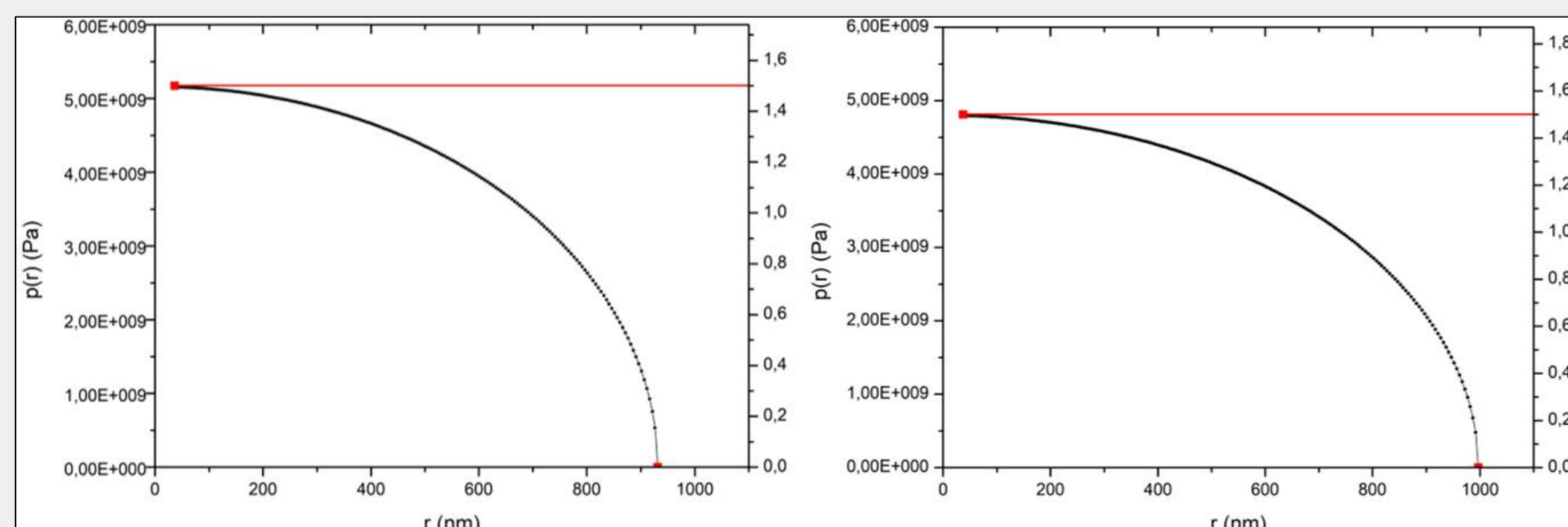
simulações (Fig. 2) apresentaram um valor para pressão máxima em uma amostra de nitreto de ferro de 1,26 GPa a uma profundidade de, aproximadamente, 60 nm abaixo da superfície. Para a amostra de óxido de ferro, o valor da pressão máxima obtido foi de 1,17 GPa a uma profundidade de, aproximadamente, 72 nm abaixo da superfície. A distribuição de pressão de contato entre o indentedor e a superfície calculada para amostras de nitreto de ferro e óxido de ferro (Fig. 3) apresentaram valores de 5,17 GPa e 4,80 GPa, respectivamente, no centro de contato. O valor da pressão diminui conforme se afasta do centro, chegando em 0 no limite do contato entre a amostra e o indentedor.

Figura 2 - Distribuição de pressão em (a) nitreto de ferro e (b) óxido de ferro.



Fonte: o autor (2019).

Figura 3 - Distribuição de pressão normal abaixo da superfície em (a) nitreto de ferro e (b) óxido de ferro.



Fonte: o autor (2019).

Considerações finais

Pretende-se, com o desenvolvimento dos estudos presentes neste trabalho, estabelecer profundidades onde a pressão distribuída é máxima nos sistemas analisados com base na teoria de contato hertziano, uma vez que a pressão pode ocasionar acúmulo de energia elástica, influenciando no atrito.

Referências

- [1] I. Hutchings e P. Shipway. Tribology - Friction and Wear of Engineering Materials, 2ª ed., Butterworth-Heinemann, 2017.
- [2] MORSE, Philip M.. Diatomic Molecules According to the Wave Mechanics. II. Vibrational Levels. *Physical Review*, [s.l.], v. 34, n. 1, p.57-64, 1 jul. 1929.
- [3] FISCHER-CRIPPS, Anthony C.. *Introduction to Contact Mechanics*. 2. ed. Nova Iorque: Springer Us, 2007. 226 p. (Mechanical Engineering Series).
- [4] POPOV, Valentin L. *Contact Mechanics and Friction: Physical Principles and Applications*. Berlim: Springer-verlag Berlin Heidelberg, 2010. 362 p.
- [5] SMITH, M. *ABAQUS/Standard User's Manual, Version 6.13*. Providence, RI: Dassault Systèmes Simulia Corp, 2013.

Agradecimentos