

Estudo da Impedância numa Amostra de $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ Sinterizado

Objetivo

Estudar as propriedades supercondutoras e magnéticas de uma amostra de $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ por impedânciometria. Em especial, procura-se investigar os efeitos da frequência da corrente de sonda nas partes real e imaginária da impedância no regime de aproximação ao estado de resistência nula para diferentes campos magnéticos aplicados.

Abordagem Teórica

A temperatura de transição da fase normal para a fase supercondutora da cerâmica de $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$, chamada de temperatura crítica (T_c), é de aproximadamente 92K. Queremos estudar os efeitos da frequência da corrente de sonda nesta amostra nas proximidades de T_c , usando experiências de magneto-impedância.

A técnica de impedânciometria pode ser utilizada para estudos de transições de fase magnética, supercondutora e estrutural. A impedância é dada pela expressão

$$Z = \frac{V}{I}$$

onde

$$V = [R + i(\chi_L - \chi_C)]I$$

V : diferença de potencial
 I : corrente elétrica
 R : resistência
 χ_L : reatância indutiva
 χ_C : reatância capacitiva

A reatância indutiva é diretamente proporcional à frequência de corrente de sonda (ω), enquanto a reatância capacitiva é inversamente proporcional a essa frequência.

$$\chi_L = \omega L \quad \chi_C = \frac{1}{\omega C}$$

Equipamento Utilizado

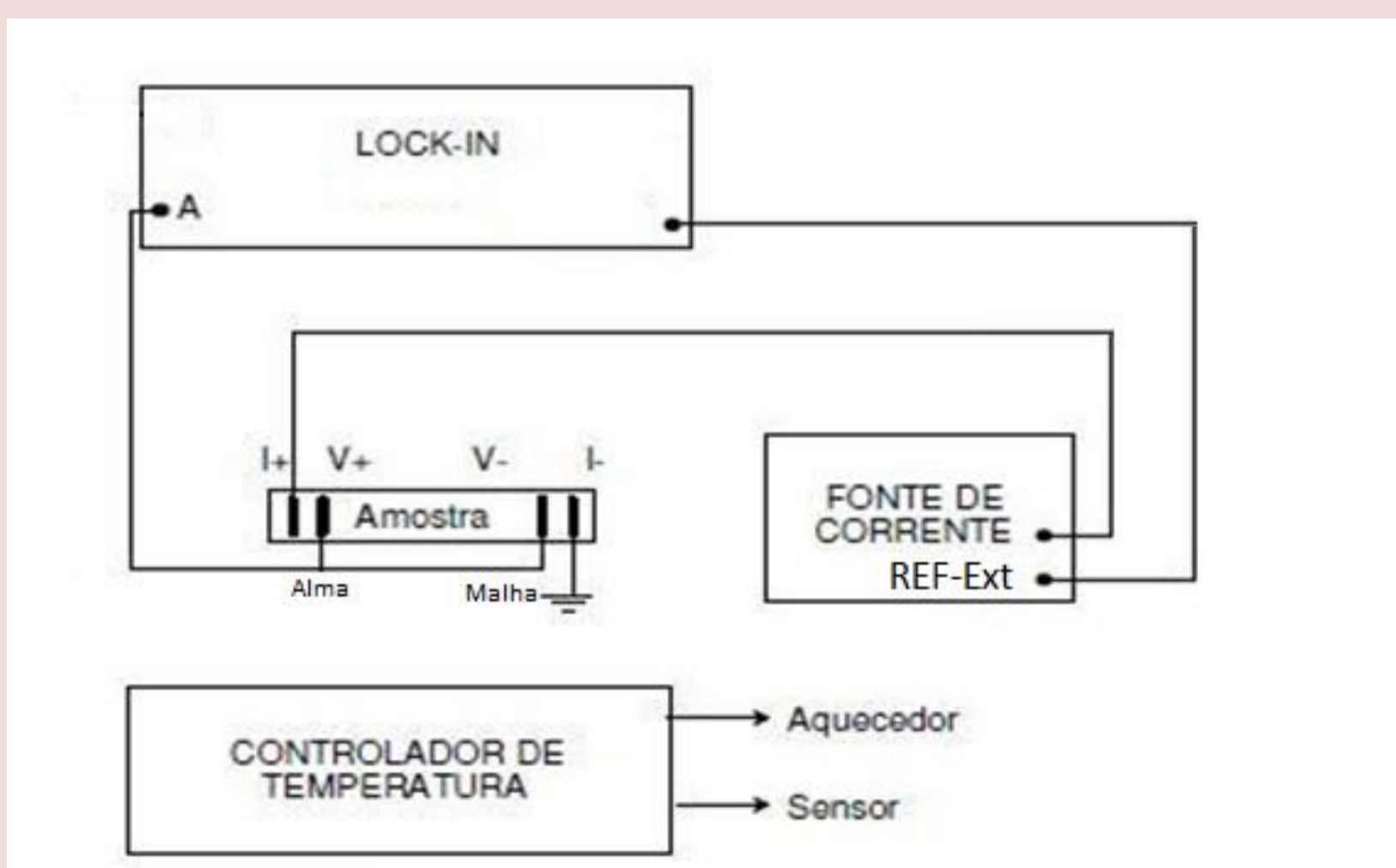


Figura 3: Diagrama em blocos do equipamento utilizado para as medidas.

A fonte de corrente envia uma corrente para a amostra e para o amplificador síncrono (lock-in). Uma diferença de potencial, entre os terminais de tensão da amostra, é lida pelo lock-in e comparada com um sinal de referência enviado pela fonte de corrente. Registrando os sinais em fase e fora de fase no lock-in é possível separar as partes real e imaginária da impedância.

Neste trabalho foram realizadas medidas de impedância, e dessas medidas obtivemos a resistência e a indutância em função da temperatura para algumas frequências de sonda. Desses dados foi possível determinar a transição da fase normal para a fase supercondutora, em T_c . Também podemos verificar um aumento da resistência, da indutância e da impedância com a frequência da corrente de sonda. Observamos que a T_c não varia dentro da faixa de frequência estudada. Novas medidas estão sendo realizadas com a aplicação de campo magnético na orientação paralela à corrente, afim de fazer um estudo da magneto-impedância, especialmente para frequências abaixo de 100 Hz. No intervalo de baixas frequências, observou-se que a reatância é predominantemente capacitiva nesse tipo de amostra.

Amostra e Medidas

As medidas foram realizadas utilizando-se a técnica de quatro-pontos e os contatos elétricos foram feitos com cola prata.

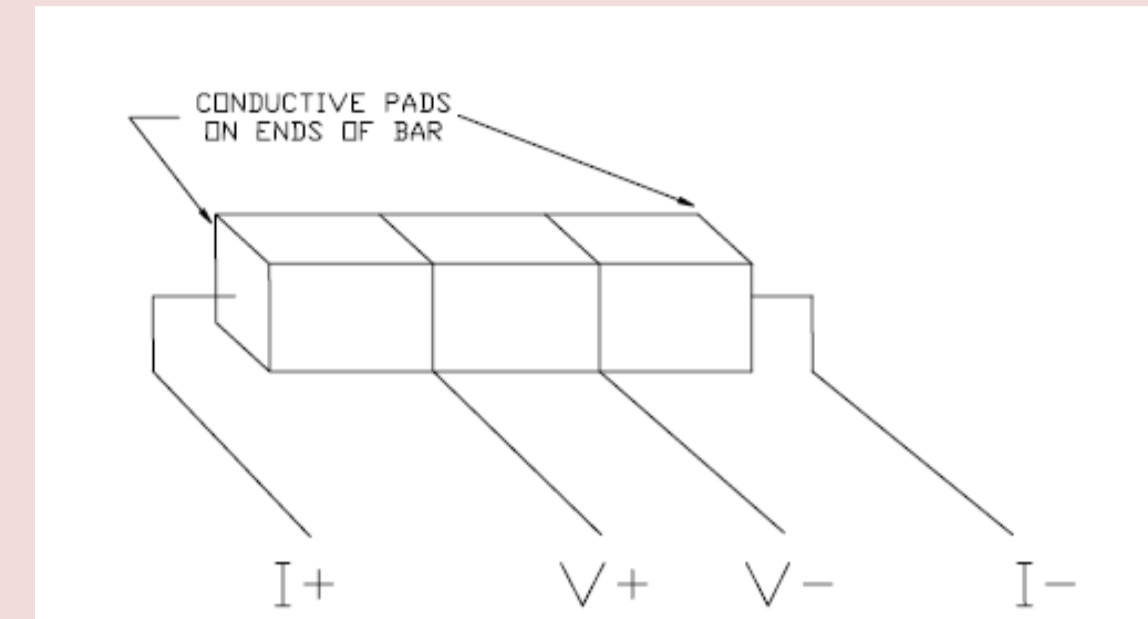


Figura 4: Esquema da amostra com os 4 contatos elétricos.

A técnica consiste em passar uma corrente elétrica alternada ao longo da amostra e medir a diferença de potencial entre dois pontos da superfície da amostra. Medimos a impedância em função da temperatura para as frequências constantes de 37 Hz, 50 Hz, 100 Hz, 1 kHz, 10 kHz, 50 kHz e 100 kHz.

Resultados

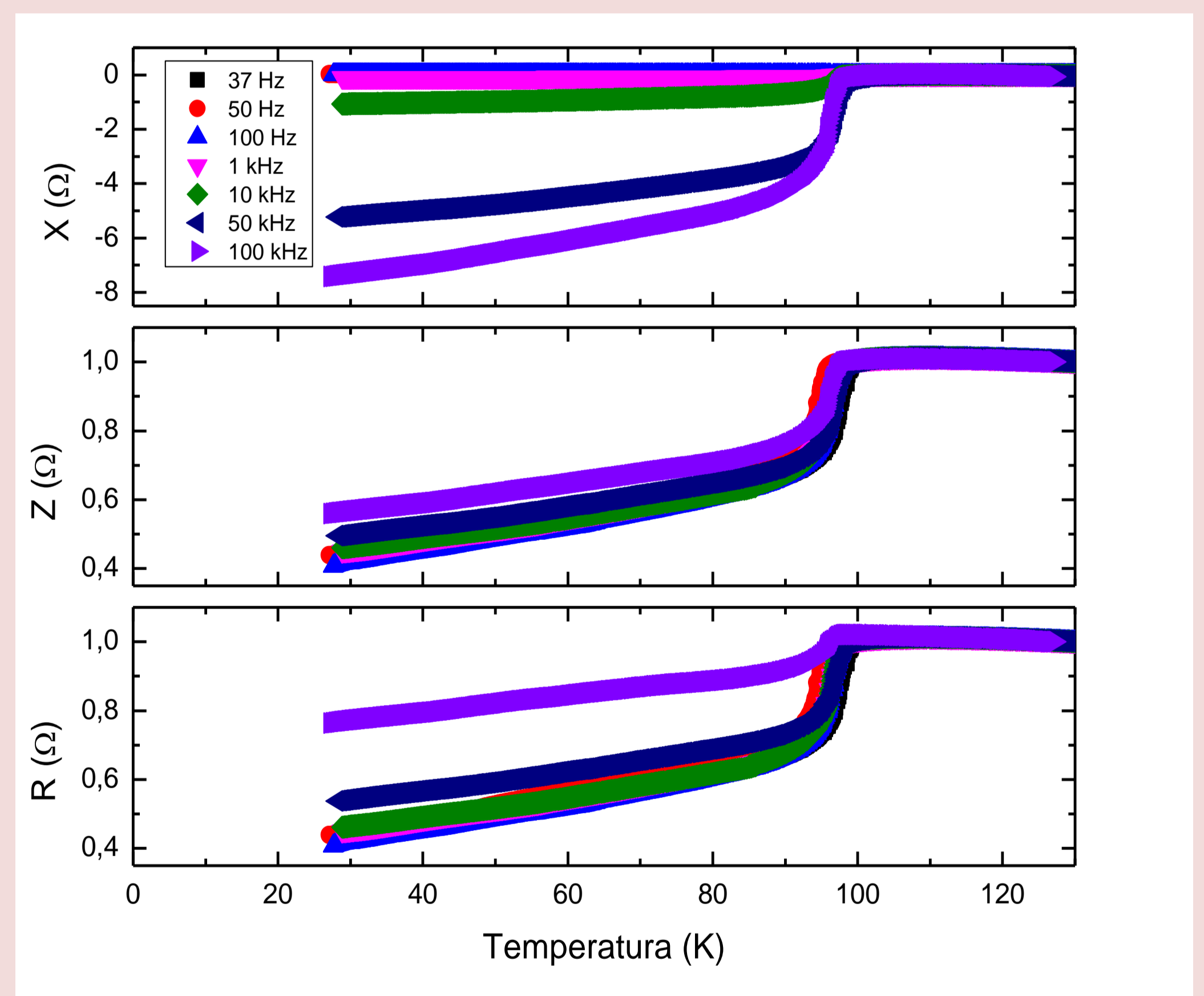


Figura 5: Comportamento da resistência R , da indutância X e da impedância Z em função da temperatura numa cerâmica de $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ para frequências de corrente de sonda de 37 Hz, 50 Hz, 100 Hz, 1 kHz, 10 kHz, 50 kHz e 100 kHz. As curvas de R e Z foram normalizadas em $T = 130\text{K}$.

Uma diminuição abrupta em $R(T)$, $X(T)$ e $Z(T)$ é percebida em torno de 97 K. Esse comportamento evidencia a transição da fase normal para o estado supercondutor. Também é evidente a diferença entre as curvas para frequências distintas.

Conclusão