



**INSTITUTO  
FEDERAL**

Santa Catarina

---

Câmpus  
São José

# **Atenuação de Pequena Escala e Distribuição de Rayleigh e Ricean**

Comunicações Sem Fio

**Arthur Cadore Matuella Barcella**

11 de Novembro de 2024

Engenharia de Telecomunicações - IFSC-SJ

# Sumário

<b>1. Introdução .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Síntese .....</b>	<b>3</b>
2.1. A atenuação de pequena escala .....	3
2.2. Distribuição de Rayleigh .....	4
2.3. Distribuição de Ricean .....	4
<b>3. Conclusão .....</b>	<b>4</b>
<b>4. Referências .....</b>	<b>4</b>

# 1. Introdução

Este relatório tem como objetivo apresentar os conceitos de atenuação de pequena escala e as distribuições de Rayleigh e Ricean, que são fundamentais para o entendimento da propagação de sinais em ambientes de comunicações sem fio. A atenuação de pequena escala refere-se à variação do sinal em curtos intervalos de tempo e distância, enquanto as distribuições de Rayleigh e Ricean são utilizadas para modelar essa variação em ambientes urbanos e rurais.

## 2. Síntese

Partindo da leitura da seção anterior (5.3), o texto mostra a diferenciação entre os modelos de atenuação dependendo das características do sinal propagado, tais como largura de banda, período simbólico, entre outros, e também do ambiente em que o sinal se propaga.

### 2.1. A atenuação de pequena escala

Os diferentes mecanismos de dispersão da potência transmitida na frequência entre transmissor e receptor geram quatro possíveis casos de atenuação diferentes, o caso que irá se manifestar no ambiente de propagação dependerá das características do sinal transmitido e do ambiente de transmissão, e da velocidade.

Os quatro casos são apresentados abaixo, sendo que os dois primeiros são afetados de acordo com o Espalhamento de atraso de caminho múltiplo.

- Atenuação Pura:

Nesse tipo de atenuação a BW (largura de banda) do sinal é muito menor que a largura de banda do canal, além de que o Espalhamento de atraso é muito menor que o período simbólico, o que faz com que o sinal seja atenuado de forma uniforme em todas as frequências.

- Atenuação Seletiva em Frequência:

Nesse tipo de atenuação a BW (largura de banda) do sinal é muito maior que a largura de banda do canal, além de que o Espalhamento de atraso é muito maior que o período simbólico, o que faz com que o sinal seja atenuado de forma seletiva em algumas frequências.

Enquanto que os dois últimos são afetados de acordo com o efeito de Espalhamento Doppler:

- Atenuação Rápida em Frequência:

Nesse tipo de atenuação, o espalhamento Doppler possui um valor alto ( $\frac{\Delta}{\Delta t} \text{ Hz}$ ), além do tempo de coerência ser muito menor que o período simbólico, o que faz com que o sinal seja atenuado de forma rápida em frequência. Isso ocorre em ambientes com alta velocidade de propagação.

- Atenuação Lenta em Frequência:

Nesse tipo de atenuação, o espalhamento Doppler possui um valor baixo ( $\frac{\Delta}{\Delta t} \text{ Hz}$ ), além do tempo de coerência ser muito maior que o período simbólico, o que faz com que o sinal seja atenuado de forma lenta em frequência. Isso ocorre em ambientes com baixa velocidade de propagação.

## **2.2. Distribuição de Rayleigh**

A distribuição de Rayleigh é utilizada para modelar a atenuação de pequena escala em ambientes urbanos, onde o sinal é refletido em diversos obstáculos, gerando múltiplos caminhos de propagação. A distribuição de Rayleigh é uma distribuição de probabilidade que descreve a amplitude do sinal recebido, que é a soma de todos os caminhos de propagação. Os principais casos de uso dessa distribuição são os seguintes:

- **Modelagem de Canais:** A distribuição de Rayleigh é amplamente utilizada para modelar a variação do sinal em canais de comunicação móvel, permitindo a análise do desempenho de sistemas de comunicação.
- **Projeto de Sistemas:** Ao conhecer as características estatísticas do sinal, é possível projetar sistemas de comunicação mais robustos e eficientes, capazes de lidar com as variações do canal.
- **Simulação:** A distribuição de Rayleigh é utilizada em simulações para avaliar o desempenho de diferentes técnicas de modulação, codificação e equalização.

## **2.3. Distribuição de Ricean**

Diferentemente da distribuição de Rayleigh, a distribuição de Ricean é utilizada para modelar a atenuação de pequena escala em ambientes rurais, onde o sinal é composto por uma componente direta e uma componente refletida.

A distribuição de Ricean é uma distribuição de probabilidade que descreve a amplitude do sinal recebido, que é a soma da componente direta e da componente refletida. A principal característica da distribuição de Ricean é a presença de um componente de sinal estacionário, que representa a componente direta, e um componente de sinal variável, que representa a componente refletida.

Outro parâmetro importante da distribuição de Ricean é o fator  $K$ , que representa a relação entre a potência da componente direta e a potência da componente refletida. Quanto maior o fator  $K$ , maior a influência da componente direta no sinal recebido, e vice-versa.

## **3. Conclusão**

A atenuação de pequena escala e as distribuições de Rayleigh e Ricean são conceitos fundamentais em comunicações sem fio, que permitem modelar a variação do sinal em diferentes ambientes de propagação. A compreensão desses conceitos é essencial para o projeto, análise e simulação de sistemas de comunicação móvel, garantindo um desempenho adequado em condições adversas.

## **4. Referências**

Rappaport, Theodore S.. Comunicações sem fio - Princípios e Práticas. . Pearson. 2009