

5 Conclusão

Esse trabalho teve como objetivo estudar a transmissão de sistemas OFDM sem fio e coerentes. Os sistemas OFDM foram classificados de forma geral em dois grupos, os de enlace aberto e os de enlace fechado. Os primeiros foram estudados no Capítulo 3, enquanto que os últimos, o principal assunto desse trabalho, foram assunto do Capítulo 4. Para os sistemas de enlace aberto, vimos que o melhor a se fazer para melhorar a probabilidade de erro de bit do sistema é estimar o canal da melhor forma possível. Isso é conseguido usando sempre pilotos uniformemente espaçados e estimadores mais sofisticados, como o filtro de Wiener e o MMSE. Para os sistemas de enlace fechado, investigamos diferentes estratégias para a comunicação reversa. Foram vistas três propostas, a pré-equalização, a alocação dinâmica de potência e a alocação dinâmica de pilotos. Focamos principalmente nessa última, que já havia sido proposta em artigo recente na literatura, mas de forma pouco eficiente.

Nesse trabalho, propôs-se um esquema de seleção de pilotos que realmente minimiza a probabilidade de erro de bit de transmissão. Propomos uma nova função-objetivo para tal, que seleciona a posição dos pilotos a partir do cálculo aproximado das probabilidades de erro de cada sub-canal. O perfil de pilotos resultante deve conseguir um equilíbrio entre dois fatores conflitantes. De um lado, deseja-se que os pilotos sejam transmitidos nos piores canais possíveis. Sub-canais pilotos não contribuem para a redução da probabilidade de erro final do sistema, então é interessante tê-los dispostos de forma a deixar os melhores canais para os dados. Do outro lado, é necessário que os pilotos estejam organizados de forma razoável a fim de produzirem uma boa estimação do canal. A estimação do canal é parte vital dos sistemas OFDM estudados, e é a partir das amostras do comportamento do canal fornecida pelos pilotos que o receptor estima e reverte os seus efeitos. Resultados experimentais mostraram resultado excelentes para a função-objetivo proposta.

Mostramos também uma análise detalhada da solução proposta, e explicamos por que os ganhos obtidos são tão bons. Em particular, falamos sobre como, quando o módulo de um sub-canal OFDM tende a zero, a probabilidade de que um piloto seja alocado nesse sub-canal tende a 1; e sobre como isso tem

como conseqüência uma mudança na função densidade de probabilidade dos tons que carregam dados e uma BER reduzida.

Uma limitação importante do esquema proposto é a alta complexidade computacional do cálculo da nova função-objetivo por busca exaustiva. Comentamos que a busca exaustiva só é praticável para sistemas OFDM de pequeno porte. Por isso, propomos também nesse texto um método de menor complexidade, que recebeu o nome de BITE. Essa proposta é um algoritmo de busca local, com muito menor complexidade e que mantém a maior parte da qualidade da busca exaustiva. O BITE foi aplicado a sistemas OFDM de porte pequeno e médio, e os resultados foram encorajadores. Quando foi possível comparar os resultados da busca exaustiva e do BITE, observou-se que os resultados foram bem próximos. São essas – nova função-objetivo e análise de por que ela é melhor; e busca de menor complexidade de pilotos – as principais contribuições desse trabalho.

Várias abordagens e análises bastante interessantes podem complementar os estudos desse texto. Algumas delas são:

1. Análise de por que razão o BITE é uma alternativa tão boa à busca exaustiva. Especulamos que o comportamento da superfície $OBJ(\mathbf{p})$ seja bem comportado, talvez até com uma quantidade mensurável de mínimos locais. Qual o comportamento do BITE em relação à busca exaustiva quando K e K_p crescem? Há distanciamento ou aproximação entre os seus desempenhos?
2. Esse trabalho focou sistemas OFDM pequenos e médios (o maior sistema experimentado nesse trabalho tinha $K = 64$ sub-canais). Mesmo o BITE tendo complexidade computacional tratável para esses sistemas, alguns padrões OFDM modernos contam com centenas ou até mesmo milhares de tons. O BITE seria muito complexo para sistemas muito maiores. Sugere-se que trabalhos futuros se concentrem mais em redução de complexidade de algoritmos de busca do que em desempenho.
3. Esse trabalho tratou de minimização de probabilidade de erro, mas outra abordagem interessante é aquela da maximização de *throughput*, ou taxa. Outras figuras de mérito também podem ser interessantes.