

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO

CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS

CURSO DE ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO

aNÁLISE DE REDES IEEE 802.11AC EM AMBIENTES DO TIPO RAYLEIGH, RICE E AWGN

Área de Telecomunicações

por

Silas Silva Brasil

Rogério Moreira Lima Silva, Dr.

Orientador

Nome do Co-orientador, Titulação

Co-orientador

São Luís (MA), dia de Agosto de 2016

aNÁLISE DE REDES IEEE 802.11AC EM AMBIENTES DO TIPO RAYLEIGH, RICE E AWGN

Área de Telecomunicações

por

Silas Silva Brasil

Relatório de monografia/dissertação apresentado à Banca Examinadora do Curso de Engenharia de Computação para análise e aprovação.

Orientador: Rogério Moreita L. Silva, Dr.

São Luís (MA), dia de Agosto de 2016

sumário

[LISTA DE ACRÔNIMOS](#_Toc452127276)

[LISTA DE FIGURAS](#_Toc452127277)

[LISTA DE TABELAS](#_Toc452127278)

[LISTA DE EQUAÇÕES](#_Toc452127279)

[RESUMO](#_Toc452127280)

[*ABSTRACT*](#_Toc452127281)

[AGRADECIMENTOS](#_Toc452127282)

[1. INTRODUÇÃO](#_Toc452127283)

[2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA](#_Toc452127284)

[3. PROJETO](#_Toc452127285)

[4. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS](#_Toc452127286)

[SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS](#_Toc452127287)

[REFERÊNCIAS](#_Toc452127288)

[GLOSSÁRIO](#_Toc452127289)

[APÊNDICE](#_Toc452127290)

[ANEXO](#_Toc452127291)

LISTA DE ACRÔNIMOS

IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers

AWGN Additive White Guassian Noise

OFDM Orthogonal Frenquey-divsion Multiplexing

MIMO Multples Input Multples Output

AM Amplitude Modulation

FM Frequency Modulation

MSK Minimum-shift Keying

PSK Phase-shift Keying

FSK Frequency-shift Keying

QAM Quadrature Amplutide Modulation

BPSK Binary Phase-shift Keying

QPSK Quadrature Phase-shift Keying

FHSS Frequency-hopping Spread Sprectrum

DSSS Direct Sequence Spread Sprectrum

OFDMA Orthogonal Frenquey-divsion Multiplexing Multples Access

4G Quarta Geração

LTE Long Term Evolution

PDP Perfil de Atraso de Potência

DSP Digital Signal Process

LISTA DE FIGURAS

[Figura 1. Legenda (caso não seja de autoria própria citar e referenciar [2]) 4](#_Toc429066618)

[Figura 2. Legenda (caso não seja de autoria própria citar e referenciar) 5](#_Toc429066619)

[Figura 3. Legenda (caso não seja de autoria própria citar e referenciar) 5](#_Toc429066620)

LISTA DE TABELAS

[Tabela 1. Nome da tabela (caso não seja de autoria própria citar e referenciar) 5](#_Toc429066605)

[Tabela 2. Nome da tabela (caso não seja de autoria própria citar e referenciar) 5](#_Toc429066606)

LISTA DE EQUAÇÕES

[Equação 1 4](#_Toc429066955)

RESUMO

Esse trabalho tem como objetivo analisar o desempenho das redes IEEE 802.11ac no canais do tipo Rayleigh, Riciano e AWGN para as larguras de banda de 20MHz, 40MHz e 80MHz. A análise será feita baseado em simulação utilizando a ferramenta Simulink de Matlab. A técnica de transmissão utilizada no padrão 802.11ac é a OFDM (Orthogonal Frequency-Division Multiplexing) que traz um grande aumento na eficiência do uso do espectro, sua economia da largura de banda chega a 50%.

**Palavras-chave**: OFDM. 802.11ac. Rayleigh. Rice. AWGN.

*ABSTRACT*

Oioioioioioi oioioioi oioioi oioioi oioioioi oioioioi oioioi oioioi oioioioi oioioioi oioioi oioioi oioioioi oioioioi oioioi oioioi oioioioi oioioioi oioioi oioioi oioioioi oioioioi oioioi oioioi oioioioi oioioioi oioioi oioioi oioioioi oioioioi oioioi oioioi oioioioi oioioioi oioioi oioioi oioioioi oioioioi oioioi oioioi oioioioi oioioioi oioioi oioioi oioioioi oioioioi oioioi oioioi oioioioi oioioioi oioioi oioioi oioioioi oioioioi oioioi oioioi oioioioi oioioioi oioioi oioioi oioioioi oioioioi oioioi oioioi oioioioi oioioioi oioioi oioioi oioioioi oioioioi oioioi oioioi oioioioi oioioioi oioioi oioioi oioioioi oioioioi oioioi oioioi oioioioi oioioioi oioioi oioioi oioioioi oioioioi oioioi oioioi oioioioi oioioioi oioioi oioioi oioioioi oioioioi oioioi oioioi oioioioi oioioioi oioioi oioioi oioioioi oioioioi oioioi oioioi oioioioi oioioioi oioioi oioioi oioioioi oioioioi oioioi oioioi oioioioi oioioioi oioioi oioioi oioioioi oioioioi oioioi oioioi oioioioi oioioioi oioioi oioioi oioioioi oioioioi oioioi oioioi oioioioi oioioioi oioioi oioioi oioioioi oioioioi oioioi oioioi oioioioi oioioioi oioioi oioioi oioioioi oioioioi oioioi oioioi oioioioi oioioioi oioioi oioioi oioioioi oioioioi oioioi oioioi oioioioi oioioioi oioioi oioioi oioioioi oioioioi oioioi oioioi oioioioi oioioioi oioioi oioioi oioioioi oioioioi oioioi oioioi oioioioi oioioioi oioioi oioioi oioioioi oioioioi oioioi oioioi oioioioi oioioioi oioioi oioioi oioioioi oioioioi oioioi oioioi oioioioi.

**Keywords**: OFDM. 802.11ac. Rayleigh. Rice. AWGN.

AGRADECIMENTOS

Os agradecimentos principais são direcionados à Deus e Jesus Cristo que nos salvou da morte. Muitas pessoas foram importantes nesse trabalho, entre elas estão o Prof. Rogério Moreira Lima, Prof. Leonardo Gonsioroski, Thayanne Barros e claro em especial minha mãe Ana Lúcia, pai Antônio José e minha irmã Natália Brasil que me impulsionaram estudar desde criança.

Outros agradecimentos vão para CNPq por ter apoiado as pesquisas na área, e ao curso de Engenharia da Computação da Universidade Estadual do Maranhã.

1. INTRODUÇÃO

Na ultima década houve uma explosão da demanda por banda larga sem fio, devido o barateamento de tecnologias como a microeletrônica, favorecendo o acesso de pessoas das classes C e D a internet, bem como aplicações do tipo backhall. Essas mudanças profundas veem ocorrendo de maneira acelerada nos últimos anos, culminando com a implantação de redes IEEE 802.11ac baseadas em beamforming que, por sua vez, trabalha com MINO e gerencia a quantidade de energia utilizada na transmissão podendo, assim, alcançar até 6 Gbps.

Em todo sistema de comunicação as principais variáveis são: *potência, largura de banda e taxa de transferência*. Em [1] é colocado que um sistema de transmissão é formado basicamente por três componentes: *transmissor, o canal por onde será transmitido a informação e o receptor*. As suas funções são, em sua ideia mais original, bem simples, no entanto, há desafios muito interessantes para serem resolvidos no momento da implantação de um sistema de comunicação wireless. O transmissor tem o objetivo de fazer o sinal chegar ao receptor com uma satisfatória quantidade de informação e para isso ele conta uma quantidade limitada de recursos como, por exemplo, energia e largura de banda. O canal é o meio pelo qual os sinais ou ondas irão passar para chegar até o receptor. Nos canais de comunicação wireless os sinais são afetados na maioria das vezes das seguintes formas: pela distorção no canal, natureza variável no tempo, interferência e ruído no receptor. Já na terceira componente do sistema de comunicação, o receptor, sua função é estimar qual sinal está sendo transmitido já que não se pode ter uma cópia exata do sinal que saiu do transmissor. Dessa forma, o receptor faz três tarefas, que são: sintonizar na frequência de transmissão, tentar corrigir os erros causados pelos canais e nos primeiros estágios da recepção e manter-se sincronizado.

Para um sistema de comunicação wireless, há algumas diferenças que devem ser ressaltadas. A primeira e como a informação é transmitida, pois o canal (o ar no geral) tem características bem diferentes dos cabos de cobres que são geralmente usados. Em sistemas cabeados a informação é transformada diretamente em alguma forma de onda quadrada ou em forma de ondas dos tipos , onde é o tempo de bit, esse último tipo de onda é conhecido transmissão para canal de Nyquist. As diferentes formas de ondas que são transmitidas em um meio são chamadas de modulação. A transmissão em sistemas que não se usa uma portadora para transmitir o sinal modulado é conhecida com transmissão em *banda base*.

Figura 1 - Onda quadrada [2]

Figura 2 - Onda para o canal de Nyquist [2]

Em comunicação sem fio, que usa a transmissão em *banda passante*, a informação é colocada em uma onda, chamada de portadora (carrier), e depois que esta onda foi alterada (modulada) pela informação, ela então é enviada. As técnicas de modulação são bem abrangentes, as mais simples e conhecidas são AM e FM. Com o passar dos anos e o crescimento tecnológico e científico outras técnicas foram criadas e também empregadas nos sistemas wireless como, por exemplo, MSK, PSK, FSK e QAM. Técnicas de transmissão também foram desenvolvidas, elas variam na sua forma de transmitir os dados em vários aspectos. As mais populares são as técnicas de espalhamento espectral (Spread Spectrum) FHSS, DSSS e OFDM, das três citadas acima a com maior desempenho é a OFDM que, por sua vez, é utilizada nos mais atuais padrões de comunicação sem fio, uma de suas variantes é a OFDMA, utilizada em 4G - LTE.

Em praticamente todos os ambientes onde se utiliza redes sem fio o sinal que é transmitido sofre um espalhamento que é intrínseco de qualquer meio de transmissão, no entanto, os objetos presentes amplificam esse efeito, que é chamado de multipercurso. O multipercurso, nada mais é do que réplicas do sinal original que é formada por causa do fato da onda se propagar de forma espacial no ambiente. Desta forma, vários cópias do mesmo sinal chega na antena receptora causando, por sua vez, uma dificuldade no receptor na compreensão do sinal. Esse efeito de espalhamento é modelado matematicamente por principalmente duas funções de probabilidade a função de densidade *Rayleigh* e a de *Rice*. Assim, elas podem ser utilizadas em simulações, trazendo, portanto, uma imitação satisfatória do meio de propagação.

* 1. Objetivos
     1. OBJETIVO GERAL

Oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi.

Oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi.

* + 1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi.

* Oioioioi oioioi ioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi;
* Oioioioi oioioi ioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi;

Oioioioi oioioi ioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi.

* 1. Metodologia

Oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi.

* 1. Estrutura do trabalho

Este relatório está estruturado da forma como segue. No Capítulo 2 é apresentada a fundamentação teórica. O Capítulo 3 apresenta a desenvolvimento do trabalho. Finalmente no Capítulo 4 são apresentadas as conclusões e considerações finais.

[FIM DE SEÇÃO. Não remova esta quebra de seção]

1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi [1].

* 1. Subtítulo nível 2

Oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi.

* + 1. SUBTÍTULO NÍVEL 3

Oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi.

* + - 1. SUBTÍTULO NÍVEL 4

Oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi.

* + - * 1. SUBTÍTULO NÍVEL 5

Oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi.

Na Figura 3, oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi.

|  |
| --- |
|  |

Figura 3. Legenda (caso não seja de autoria própria citar e referenciar [2])

Na Tabela 1, oi oioioio oioioio oioioi oioioioi oioioioio oioioioioio oioioioi oioioioioi oioioio oioio oioioi oioio oioioioi.

Tabela 1. Nome da tabela (caso não seja de autoria própria citar e referenciar)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Título da Coluna 1** | **Título da Coluna 2** | **Título da Coluna 3** |
| Dado: Linha 1, Coluna 1 | Dado: Linha 1, Coluna 2 | Dado: Linha 1, Coluna 2 |
| Dado: Linha 2, Coluna 1 | Dado: Linha 2, Coluna 2 | Dado: Linha 2, Coluna 2 |
| Dado: Linha 3, Coluna 1 | Dado: Linha 3, Coluna 2 | Dado: Linha 3, Coluna 2 |

Na Tabela 2, oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi.

Tabela 2. Nome da tabela (caso não seja de autoria própria citar e referenciar)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Título da Coluna 1** | **Título da Coluna 2** | **Título da Coluna 3** |
| Dado: Linha 1, Coluna 1 | Dado: Linha 1, Coluna 2 | Dado: Linha 1, Coluna 2 |
| Dado: Linha 2, Coluna 1 | Dado: Linha 2, Coluna 2 | Dado: Linha 2, Coluna 2 |
| Dado: Linha 3, Coluna 1 | Dado: Linha 3, Coluna 2 | Dado: Linha 3, Coluna 2 |

Na Figura 4, oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi.

Na Figura 5, oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oio.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| (a) | (b) |

Figura 4. Legenda (caso não seja de autoria própria citar e referenciar)

|  |
| --- |
| main:  lw $t0, 0($zero)  add $t1, $t0, $t0  sw $t1, 0($zero)  loop:  sub $s0, $t1, $t0  sub $s1, $t0, $t1  slt $t2, $s0, $s1  slt $t3, $s1, $s0  and $s2, $s0, $s1  or $s3, $s0, $s1  beq $t2, $zero, loop |

Figura 5. Legenda (caso não seja de autoria própria citar e referenciar)

Na Equação 1, oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi.

|  |  |
| --- | --- |
| Equação    [FIM DE SEÇÃO. Não remova esta quebra de seção] |  |

1. PROJETO

Oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi.

* 1. Subtítulo nível 2

Oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioi **Erro! Fonte de referência não encontrada.**.

* + 1. SUBTÍTULO NÍVEL 3

Oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi.

* + - 1. SUBTÍTULO NÍVEL 4

Oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi.

* + - * 1. SUBTÍTULO NÍVEL 5

Oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi.

[FIM DE SEÇÃO. Não remova esta quebra de seção]

1. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi.

Oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi.

[FIM DE SEÇÃO. Não remova esta quebra de seção]

SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

* Oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi;
* Oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi;
* Oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi.

[FIM DE SEÇÃO. Não remova esta quebra de seção]

REFERÊNCIAS

1. HAYKIN, S.; MOHER, M. Sistemas Modernos de Comunicação Wireless. [S.l.]: Bookman, 2008.
2. HAYKIN, S.; MOHER, M. Introduction to Analog and Digital Communication. 2. ed. [S.l.]: John Wiley & Sons, Inc., 2007.
3. NORONHA, T. B. Equalização Concorrente de Canal para Sistemas Monoportadora com Acesso Múltiplo por Divisão de Frequência. Dissertação (Mestrado), 2012.
4. HAYKIN, S. Sistemas de Comunicação: *Analógicos e Digitais*. 4. ed. [S.l.: s.n.], 2004.
5. PINTO, E. L.; ALBUQUERQUE, C. P. d. A técnica de transmissão OFDM. 2002.
6. ROHDE&SCHWARZ. 802.11ac Technology Introduction. [S.l.], 2012.

[FIM DE SEÇÃO. Não remova esta quebra de seção]

GLOSSÁRIO

Oioioioi Oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi.

Oioioioi Oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi.

Oioioioi Oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi oioioi oioioioi.

[FIM DE SEÇÃO. Não remova esta quebra de seção]

APÊNDICE

Deverão ser incluídos, neste tópico, os elementos suplementares elaborados pelo(a) autor(a) da monografia, como organogramas, questionário de pesquisa, roteiro de entrevistas e outros que o acadêmico julgue importante para compreensão do estudo. O apêndice deve obrigatoriamente seguir as normas de formatação estabelecidas e suas abreviaturas, figuras e tabelas devem ser incluídas nas listas correspondentes. Os apêndices devem ser numerados em A, B, C, etc.

[FIM DE SEÇÃO. Não remova esta quebra de seção]

ANEXO

Deverão ser incluídos, neste tópico, os elementos suplementares **não elaborados** pelo(a) autor(a) da monografia, como leis, normas, esclarecimentos técnicos ou documentação, que o acadêmico julgue importante para compreensão do estudo, devendo ser citados no decorrer do trabalho. No anexo **não é obrigado** a seguir as normas de formatação estabelecidas e suas abreviaturas, figuras e tabelas **não devem ser** incluídas nas listas correspondentes. Os anexos devem ser numerados em I, II, III, etc.