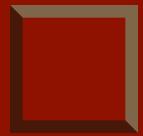
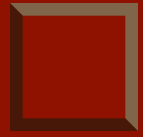


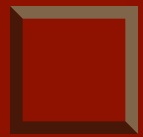
Séries Temporais e Diagrama de Controle



Objetivos



Dinâmica das doenças infecciosas



Modelagem dos dados



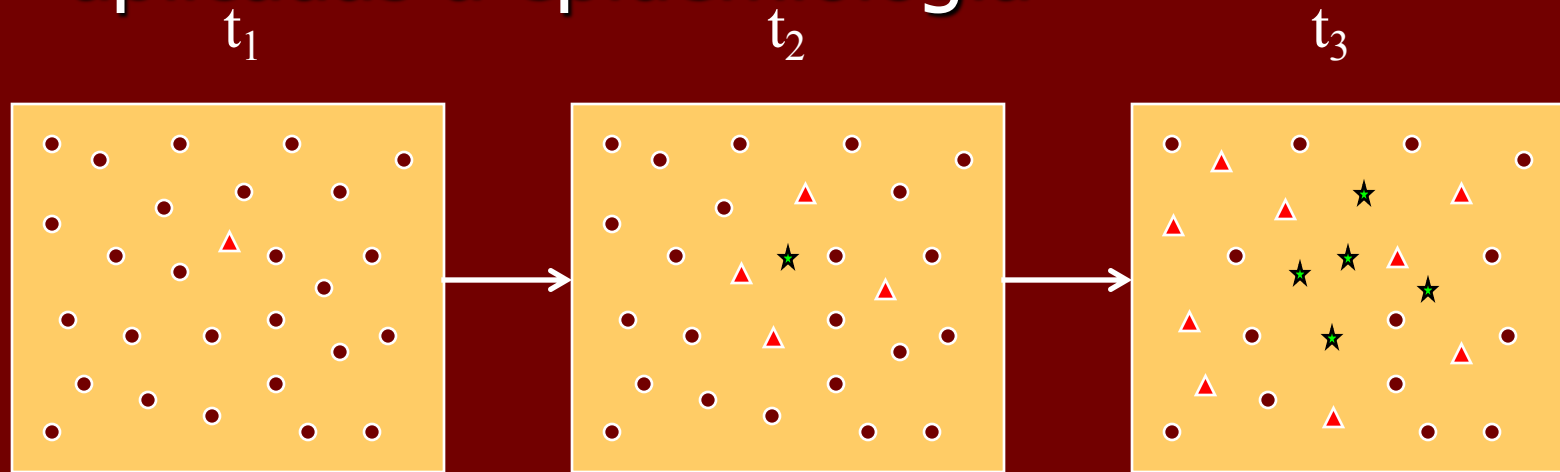
Análise dos resultados

Objetivos

- Compreender a dinâmica das doenças infecciosas em populações
- Interpretar resultados e realizar previsões
- Associar a metodologia às atividades de Vigilância Epidemiológica

Dinâmica das doenças infecciosas

- LAME - Lei da ação das massas aplicadas à epidemiologia



- Suscetível
- ▲ Infectado
- ★ Imune

Ocorrência de Doenças

- Características do hospedeiro (idade, sexo, raça)
- Tempo
- Localidade/espço (distribuição geográfica)

Distribuição Espacial

Uso das informações sobre distribuição geográfica dos agravos à saúde:

- 1. indicar os riscos**
- 2. acompanhar a disseminação dos eventos**
- 3. subsídios para explicações causais**
- 4. definir prioridades de intervenção**
- 5. avaliar o impacto das intervenções**

Distribuição Espacial

(John Snow. Epidemia de cólera em Londres, em 1854.)



- ⊗ Bomba de água
- Mortes por cólera
- 1 Broad Street
- 2 Golden Square
- 3 Piccadilly Circus
- 4 Oxford Street
- 5 Regent Street

Fig. 10.4 Mapa de Londres (Golden Square e adjacências) mostrando a distribuição de casos de cólera na epidemia de agosto e setembro de 1854.

Fonte: John Snow, Sobre a maneira de transmissão da cólera. Originalmente publicado em 1855.²⁵

Distribuição
Espacial
(Febre tifóide
em Nova Iguaçu
(RJ).
Fonte: Rocha *et
al.* (1980))

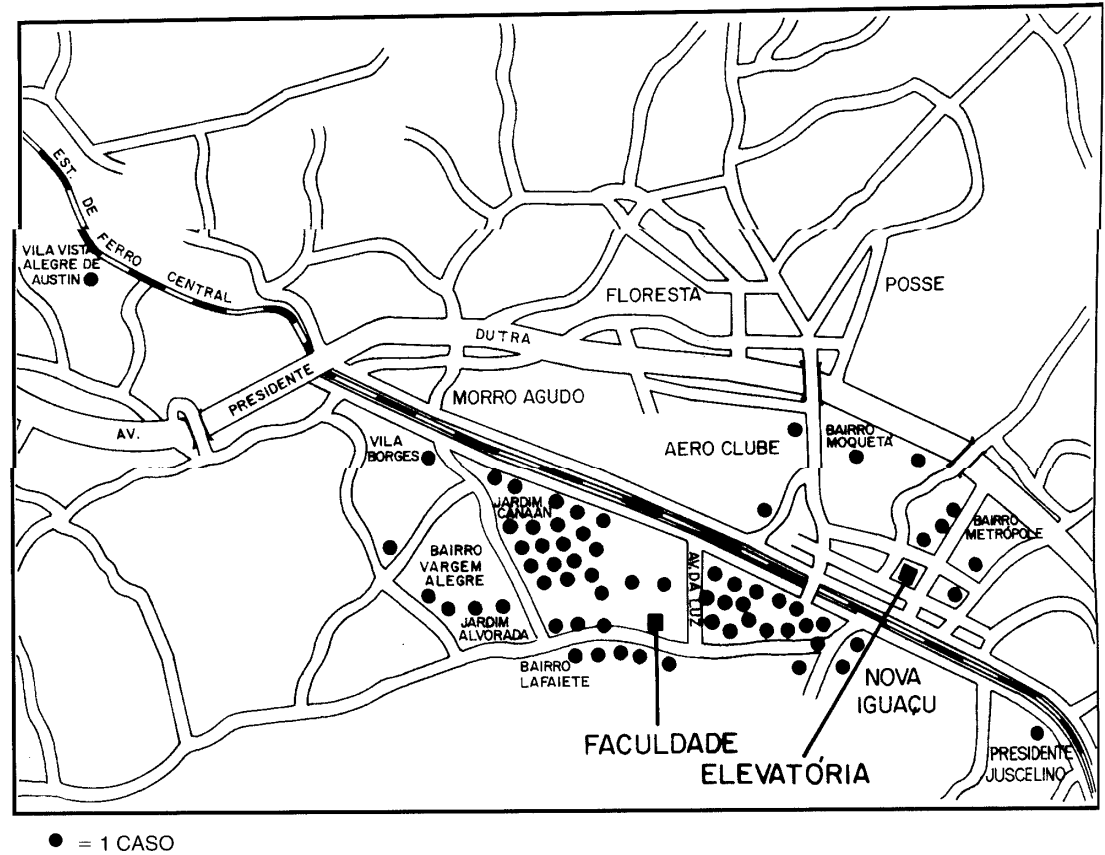


Fig. 10.5 Distribuição de casos de febre tifóide em Nova Iguaçu (RJ) no trecho mais afetado pelo surto ocorrido de março a junho de 1980.

Fonte: EP Rocha, AG Luz, AL Lima et al. Boletim Epidemiológico (FSESP, Ministério da Saúde) 1980;12 (15):145.²⁶

Distribuição Temporal

- *Doença esporádica*
- *Endemia (enzootia, para populações animais)*
- *Epidemia (epizootia, para populações animais)*

Os termos endemia e epidemia,
por serem amplamente conhecidos,
são também utilizados em Epidemiologia Veterinária

Doença Esporádica

Ocorre raramente e sem regularidade em uma determinada população.

Questão: “Onde está o agente infeccioso quando a doença aparentemente desapareceu de uma população?”

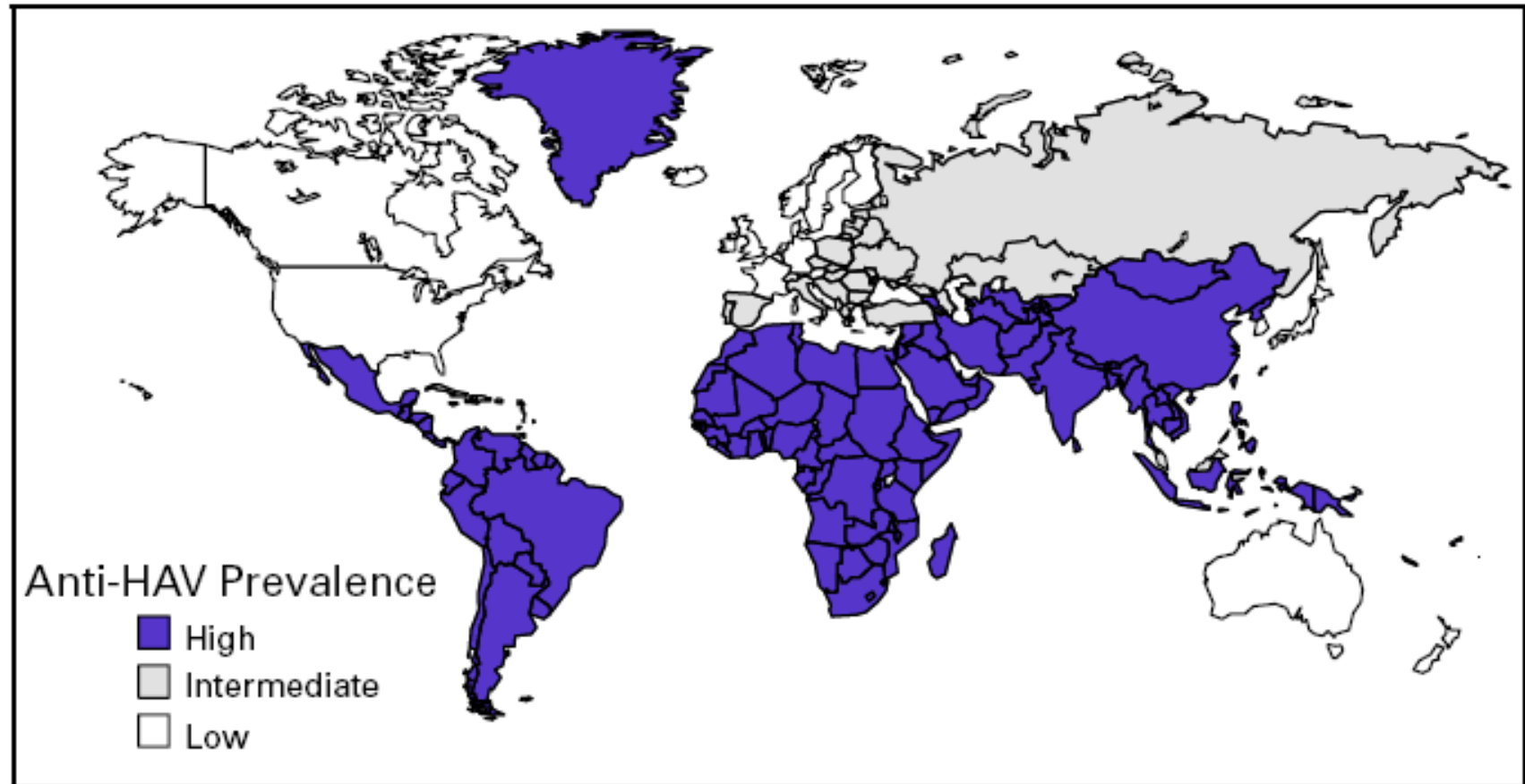
Endemia

Ocorre com regularidade previsível (incidência habitual) em uma população, com pequenas flutuações na frequência ao longo do tempo

Níveis de ocorrência de uma doença endêmica:

1. **Hiperendêmica** (proporção elevada de animais afetados)
2. **Mesendêmica** (proporção moderada de animais afetados)
3. **Hipoendêmica** (proporção pequena de animais afetados)

FIGURE 3. Endemicity patterns* of hepatitis A virus infection worldwide†



*Low, intermediate, and high.

†This map generalizes available data, and patterns may vary within countries.

Referência: CDC. Prevention of Hepatitis A Through Active or Passive Immunization. *Morbidity and Mortality Weekly Report*, vol. 45 (RR-15), 1996.

Epidemia

- Quando a ocorrência da doença em um dado intervalo de tempo está claramente em excesso em relação à frequência esperada.
- Implica em um agrupamento de doença no espaço e no tempo

Pandemia:

epidemia em larga escala em uma extensa região geográfica

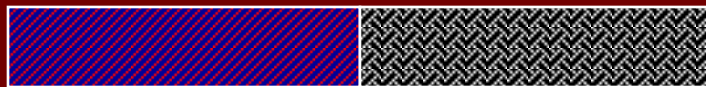
Evolução da doença no indivíduo

ponto de infecção



incubação

sintomas



latente

infeccioso

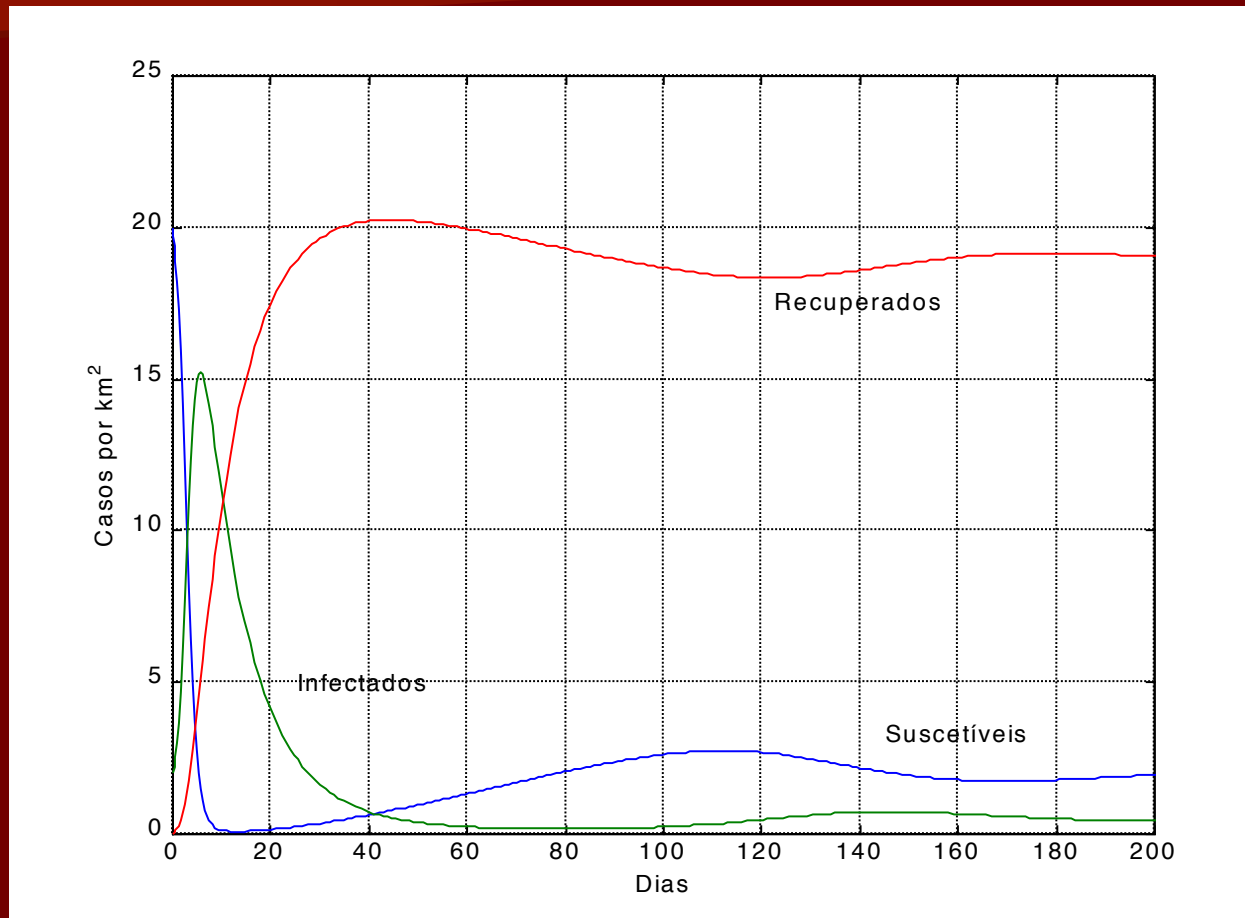


→ imune / recuperado

unidades de tempo

Fonte: Anderson e May (1991)

Padrão de curva epidêmica



Séries Históricas

- Objetivos do estudo das séries históricas (ou séries temporais)
 - Descrição
 - Explicação
 - Previsão
 - Controle

Séries Históricas

■ Método de estudo

– Decomposição

- Tendência temporal
- Sazonalidade (flutuações sazonais)
- Outras variações cíclicas
- Variações irregulares

– Há outros métodos mais complexos

Tendência temporal (geral, secular, histórica)

Mudanças:

- bruscas/graduais
- na forma de apresentação dos dados
- nas características do lugar e da população (crescimento populacional)

Tendência Temporal

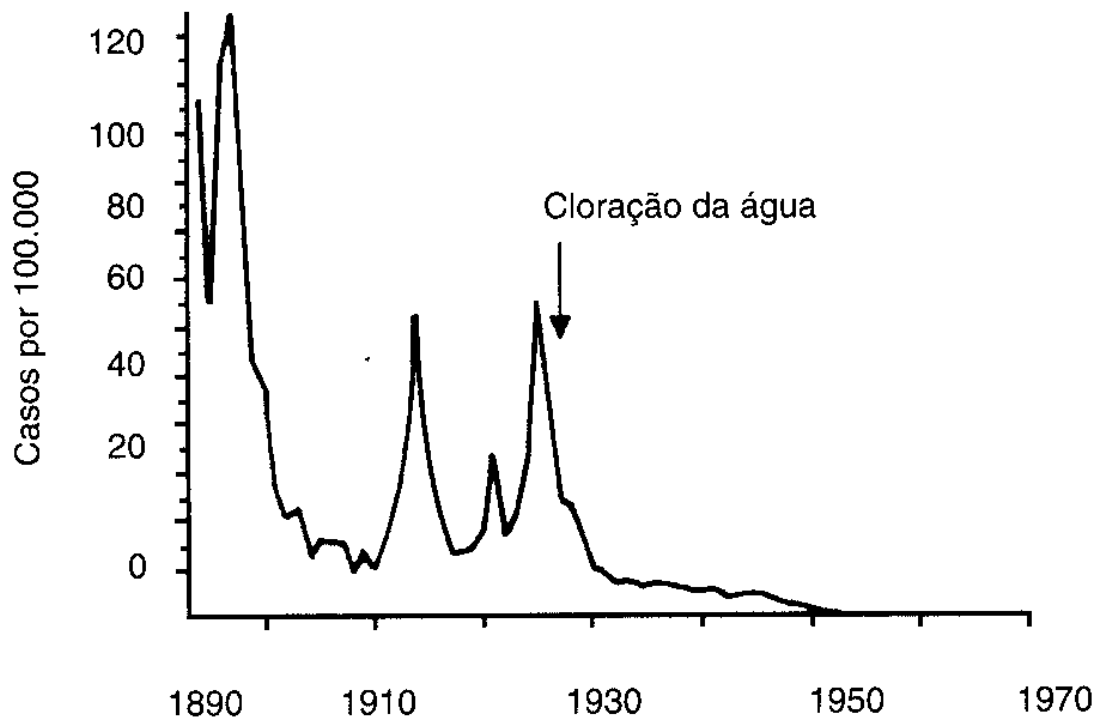


Fig. 11.2 Mortalidade por febre tifóide, no município de São Paulo, no período de 1894-1970. Fonte: Rodolfo S Mascarenhas. Revista de Saúde Pública, São Paulo, 1973; 7(4):437.¹

Tendência Temporal

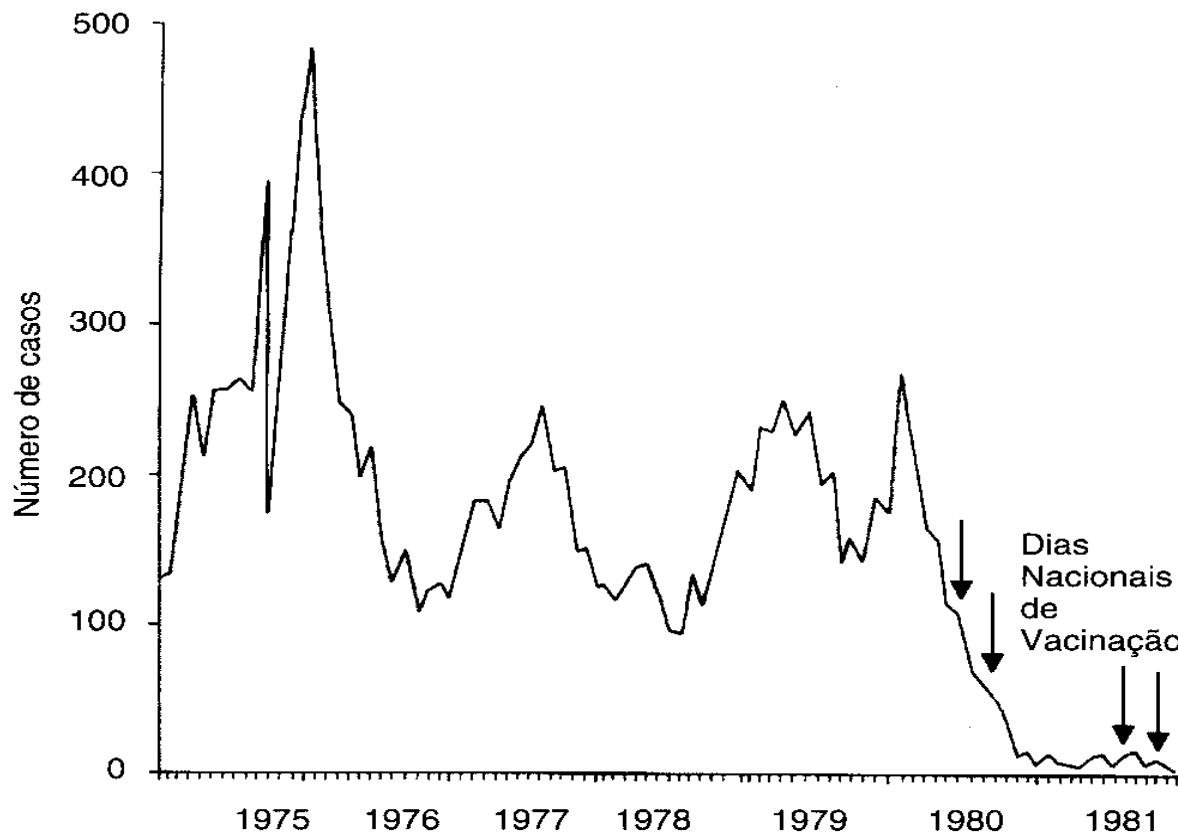


Fig. 11.1 Casos de poliomielite por período de quatro semanas: Brasil, 1975-1981. As setas indicam os Dias Nacionais de Vacinação. Fonte: Ministério da Saúde, Divisão Nacional de Epidemiologia, SNABS.

Tendência Temporal

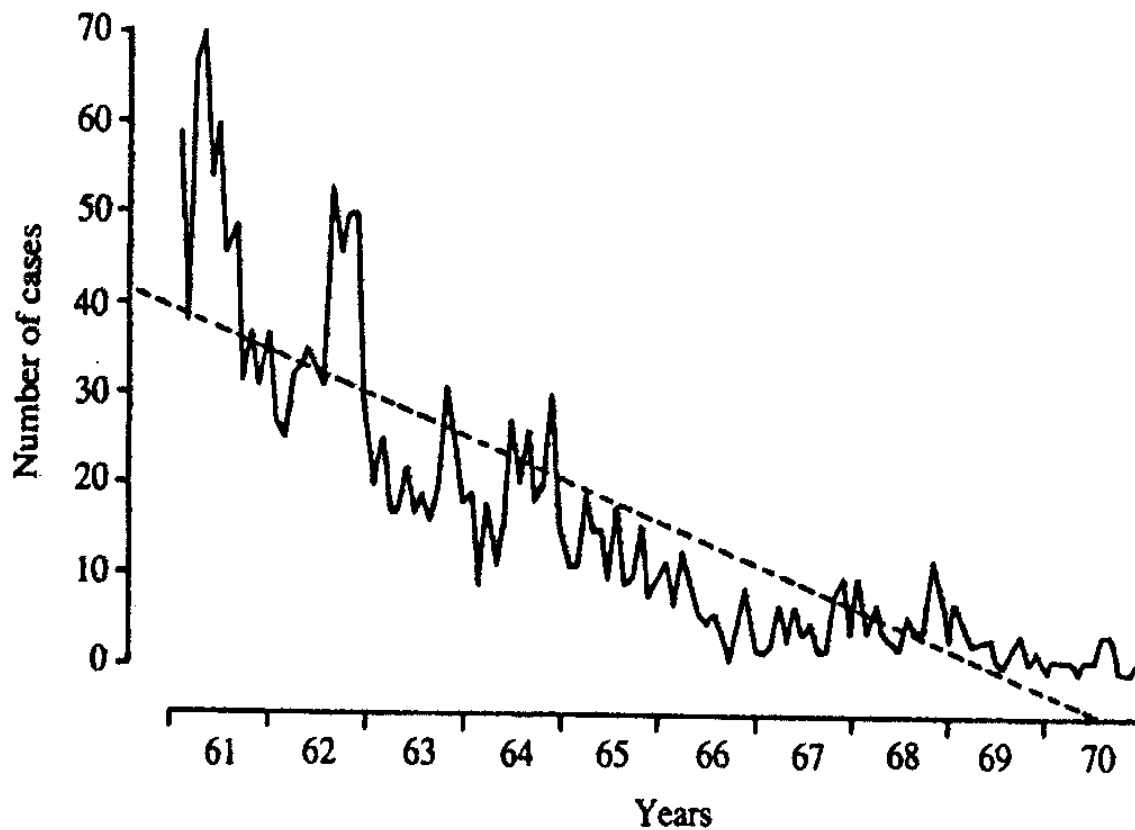


Fig. 2. Number of cases of rabies and trend ($P < 0.05$) Chile, 1961-70. —, Raw data; ---, trend.

Fonte: Ernst & Fabrega (1989)

Flutuações Sazonais

Oscilações periódicas das freqüências, cujos ciclos apresentam ritmo sazonal

Exemplos:

- doenças infecciosas (infecções por influenza)
- ocorrências relacionadas a períodos chuvosos e não-chuvosos (dengue, malária, febre amarela, picadas de cobras e escorpiões, infecções de pele)
- oscilações de curto prazo (1 ou 2 dias com freqüência mais elevada na semana ou no mês)

Flutuações Sazonais

Usos da informação sobre flutuações sazonais:

- perigo de desidratação nas épocas mais quentes do ano
- extremos de temperatura (relacionados a ataques cardíacos)
- levantar hipóteses:
 - variação concomitante dos agentes e dos fatores de risco
 - ocorrência relacionada a períodos de migração de trabalhadores, ou de festas populares

Sazonalidade

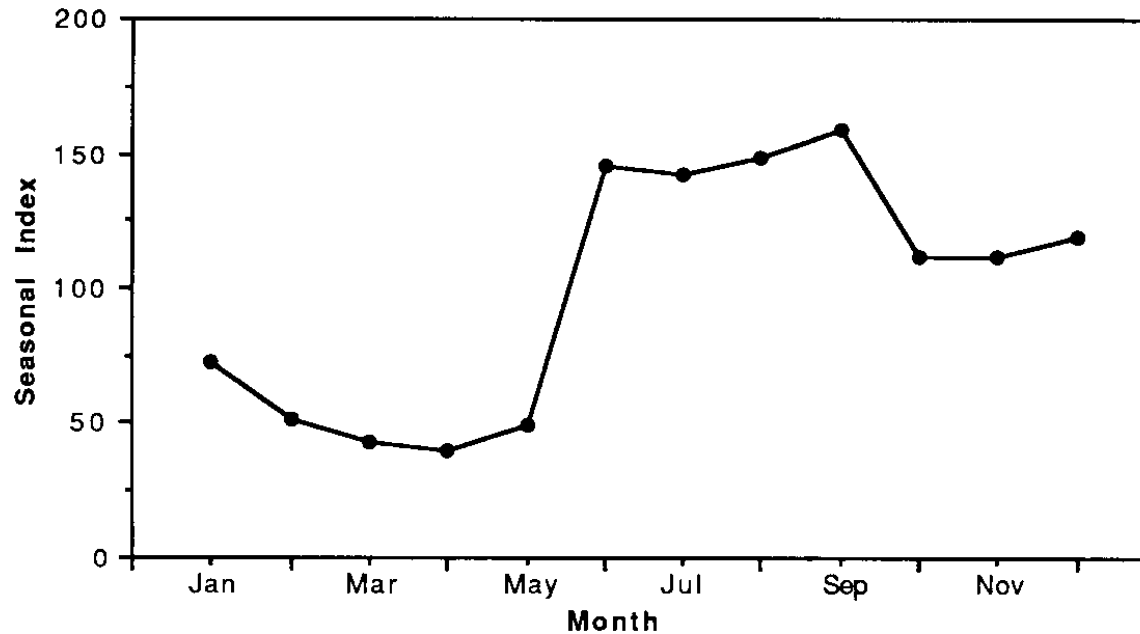


Figure 11.6 Seasonal index of *Salmonella* serotypes causing clinical disease in horses at the Veterinary Medical Teaching Hospital, UC Davis, July 1971 to June 1981. Reprinted with permission from Carter, J.D., Hird, D.W., Farver, T.B., and Hjerpe, C.A. 1986. Salmonellosis in hospitalized horses: seasonality and case fatality rates. *J.A.V.M.A.* 188:163-167.

Fonte: Carter *et al.* (1986)

Variações Cíclicas

Oscilações periódicas das frequências

- Variações cíclicas no número de casos podem estar relacionadas à presença de suscetíveis
- Exemplos:
 - sarampo na região Centro-Oeste de 1980 a 1991 (ciclos de aproximadamente 3 anos)
 - raiva no Chile de 1950-60 (~ 5anos)
 - febre aftosa no Paraguai de 1972-79 (~3-4 anos)

Variações Cíclicas

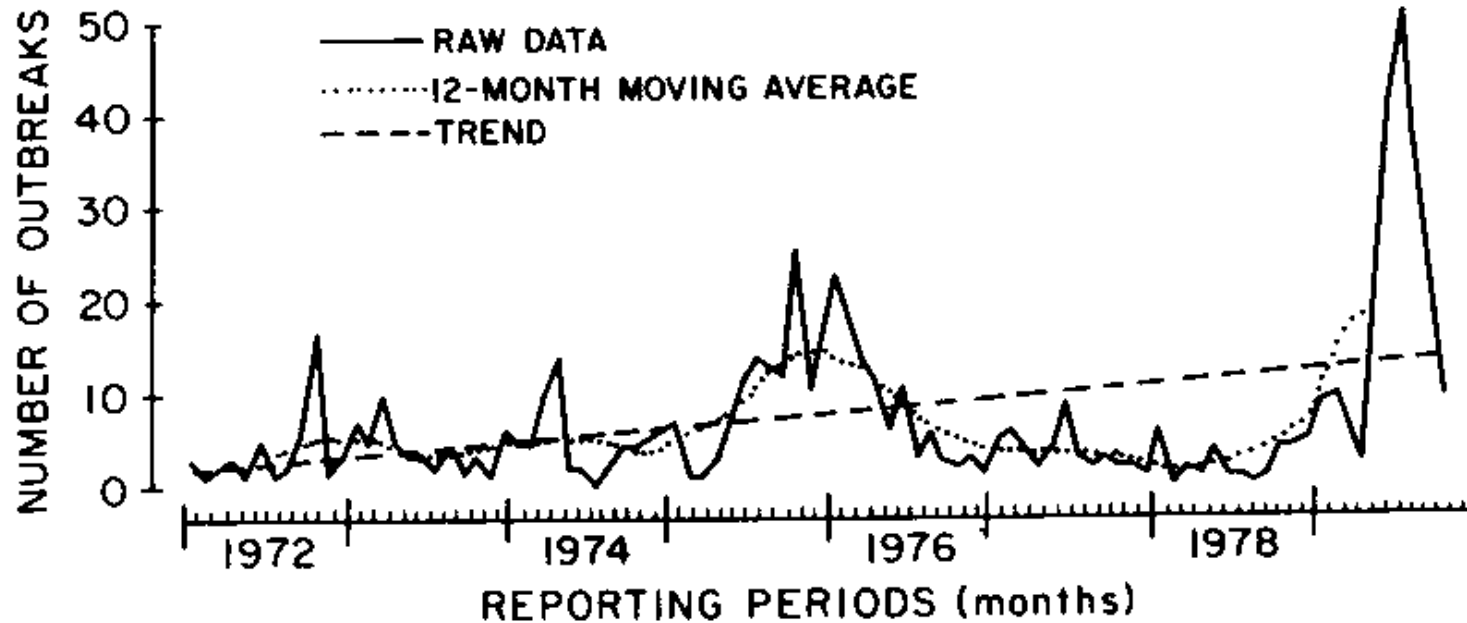


Fig. 1. FMD outbreaks reported by month, twelve-month moving average and trend. Paraguay, 1972—1979.

Variações Cíclicas

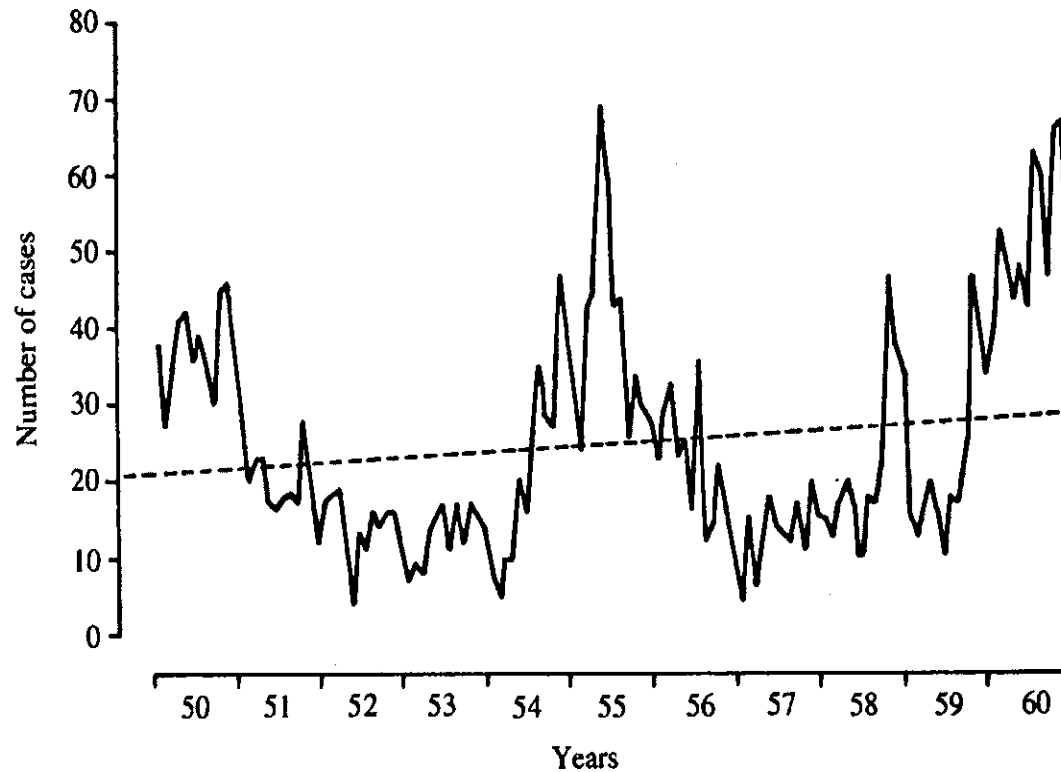


Fig. 1. Number of cases of rabies and trend ($P < 0.05$) Chile, 1950–60. —, Raw data; ---, trend.

Fonte: Ernst & Fabrega (1989)

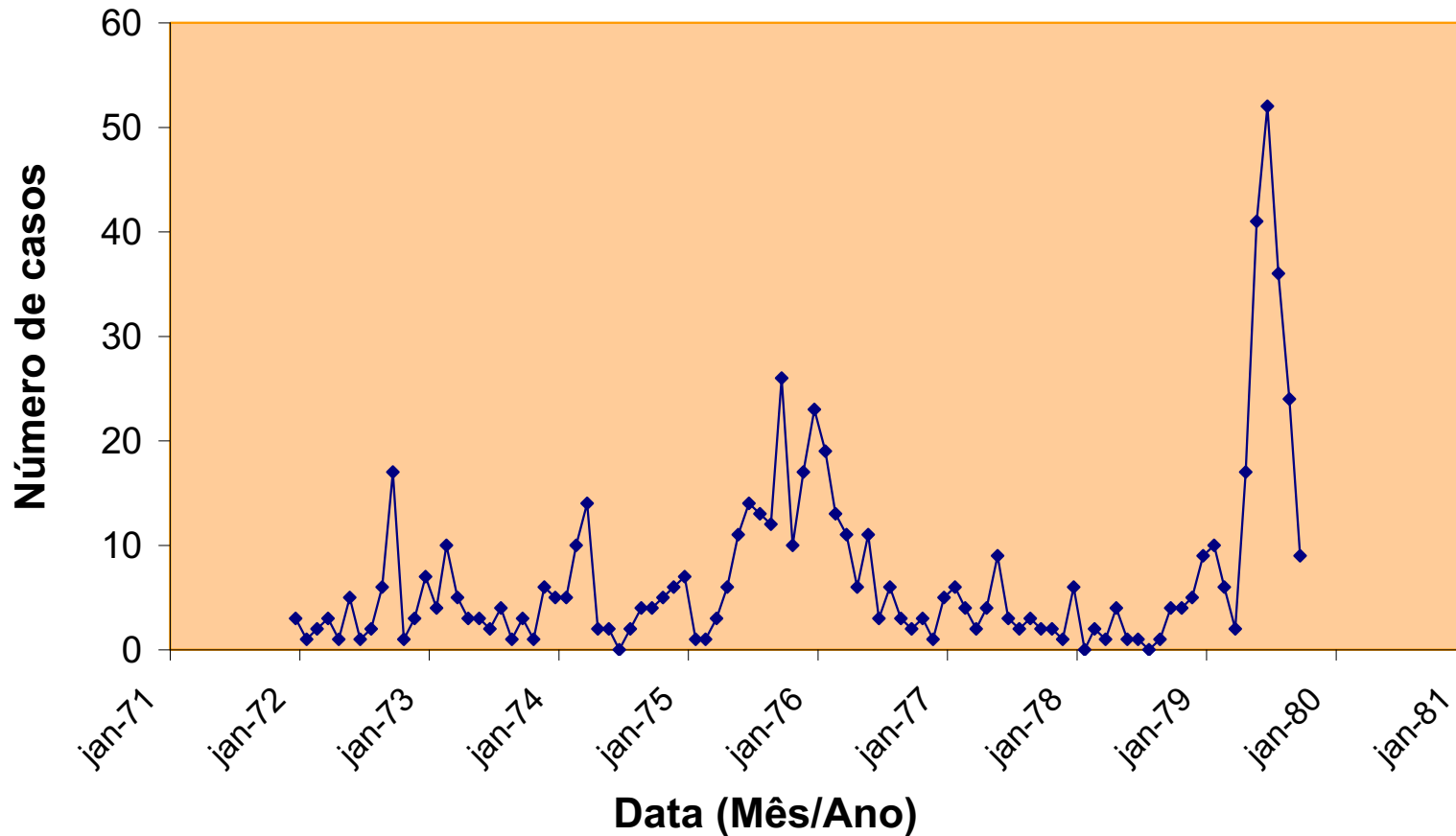
Variações Irregulares

Alterações na frequência de agravos à saúde devidas a acontecimentos não-previsíveis ou não enquadrados nas categorias anteriores. Exemplos:

- catástrofes naturais (p. ex., terremotos) ou artificiais (guerras, revoluções)

Séries Históricas

Febre Aftosa no Paraguai, 1972-1979



Séries Históricas

■ Modelos

– Modelo aditivo

$$y_t = T_t + S_t + C_t + I_t$$

– Modelo multiplicativo

$$y_t = T_t \times S_t \times C_t \times I_t$$

– Modelo misto

$$y_t = T_t \times S_t \times C_t + I_t$$

ou

$$y_t = (T_t + C_t) \times S_t + I_t$$

- Há também outros tratamentos mais sofisticados

Séries Históricas

■ Descrição dos termos:

y_t : variável da série temporal

T_t : tendência temporal

S_t : variações sazonais

C_t : variações cíclicas

I_t : variações irregulares

Determinação da Sazonalidade

Número de casos de febre aftosa relatados por mês no Paraguai, de 1972 a 1979

	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
janeiro	3	7	5	7	23	5	6	9
fevereiro	1	4	5	1	19	6	0	10
março	2	10	10	1	13	4	2	6
abril	3	5	14	3	11	2	1	2
maio	1	3	2	6	6	4	4	17
junho	5	3	2	11	11	9	1	41
julho	1	2	0	14	3	3	1	52
agosto	2	4	2	13	6	2	0	36
setembro	6	1	4	12	3	3	1	24
outubro	17	3	4	26	2	2	4	9
novembro	1	1	5	10	3	2	4	
dezembro	3	6	6	17	1	1	5	
média do ano	3,75	4,08	4,92	10,08	8,42	3,58	2,42	20,60

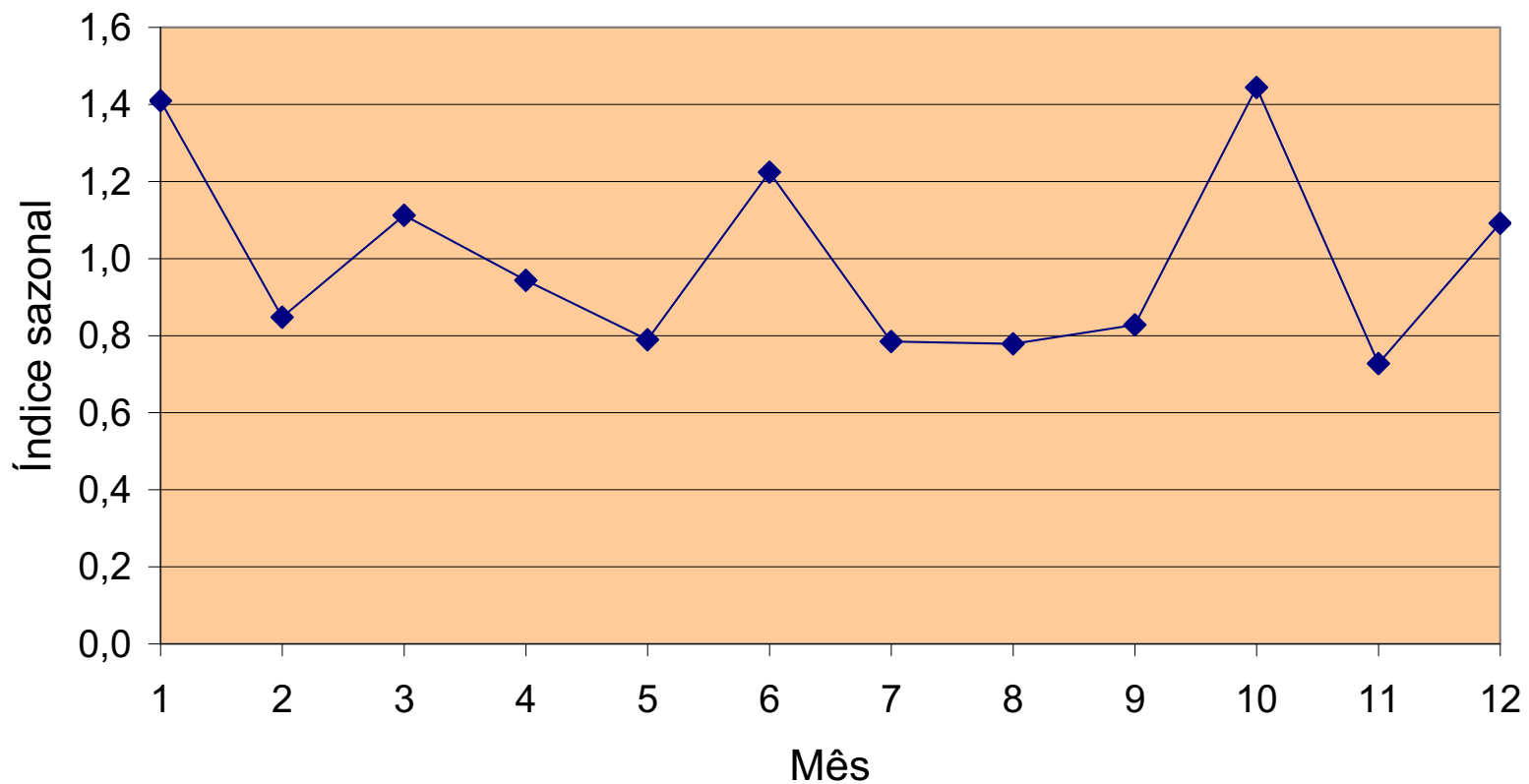
Determinação da Sazonalidade

Cálculo do índice sazonal									índice sazonal média do mês
	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	
janeiro	0,80	1,71	1,02	0,69	2,73	1,40	2,48	0,44	1,41
fevereiro	0,27	0,98	1,02	0,10	2,26	1,67	0,00	0,49	0,85
março	0,53	2,45	2,03	0,10	1,54	1,12	0,83	0,29	1,11
abril	0,80	1,22	2,85	0,30	1,31	0,56	0,41	0,10	0,94
maio	0,27	0,73	0,41	0,60	0,71	1,12	1,66	0,83	0,79
junho	1,33	0,73	0,41	1,09	1,31	2,51	0,41	1,99	1,22
julho	0,27	0,49	0,00	1,39	0,36	0,84	0,41	2,52	0,78
agosto	0,53	0,98	0,41	1,29	0,71	0,56	0,00	1,75	0,78
setembro	1,60	0,24	0,81	1,19	0,36	0,84	0,41	1,17	0,83
outubro	4,53	0,73	0,81	2,58	0,24	0,56	1,66	0,44	1,44
novembro	0,27	0,24	1,02	0,99	0,36	0,56	1,66		0,73
dezembro	0,80	1,47	1,22	1,69	0,12	0,28	2,07		1,09

Divide-se o valor de cada mês pela média anual, e depois calcula-se a média para cada mês

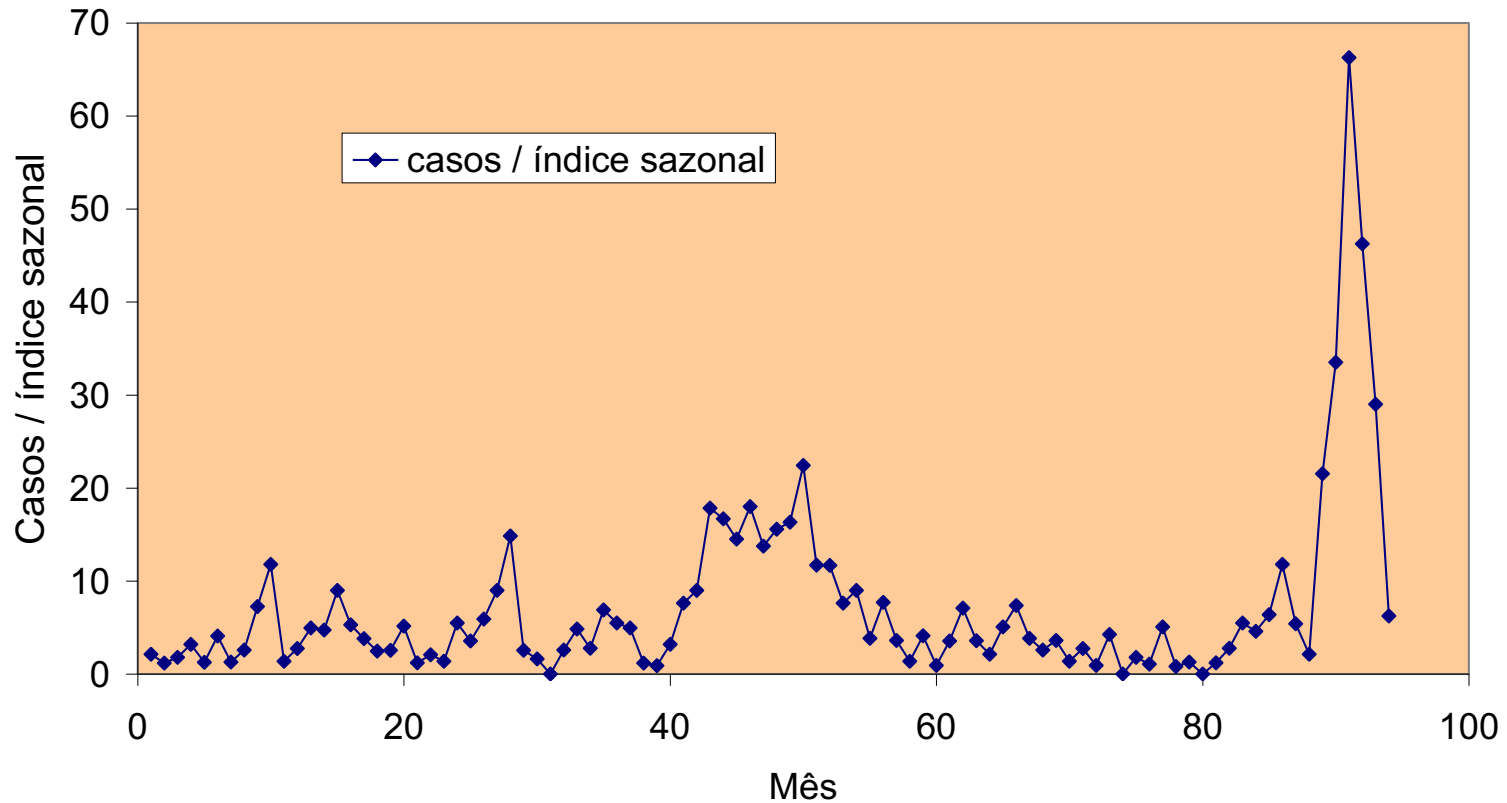
Índice sazonal

Sazonalidade - Febre aftosa, Paraguai, 1972-1979



Remoção da Sazonalidade

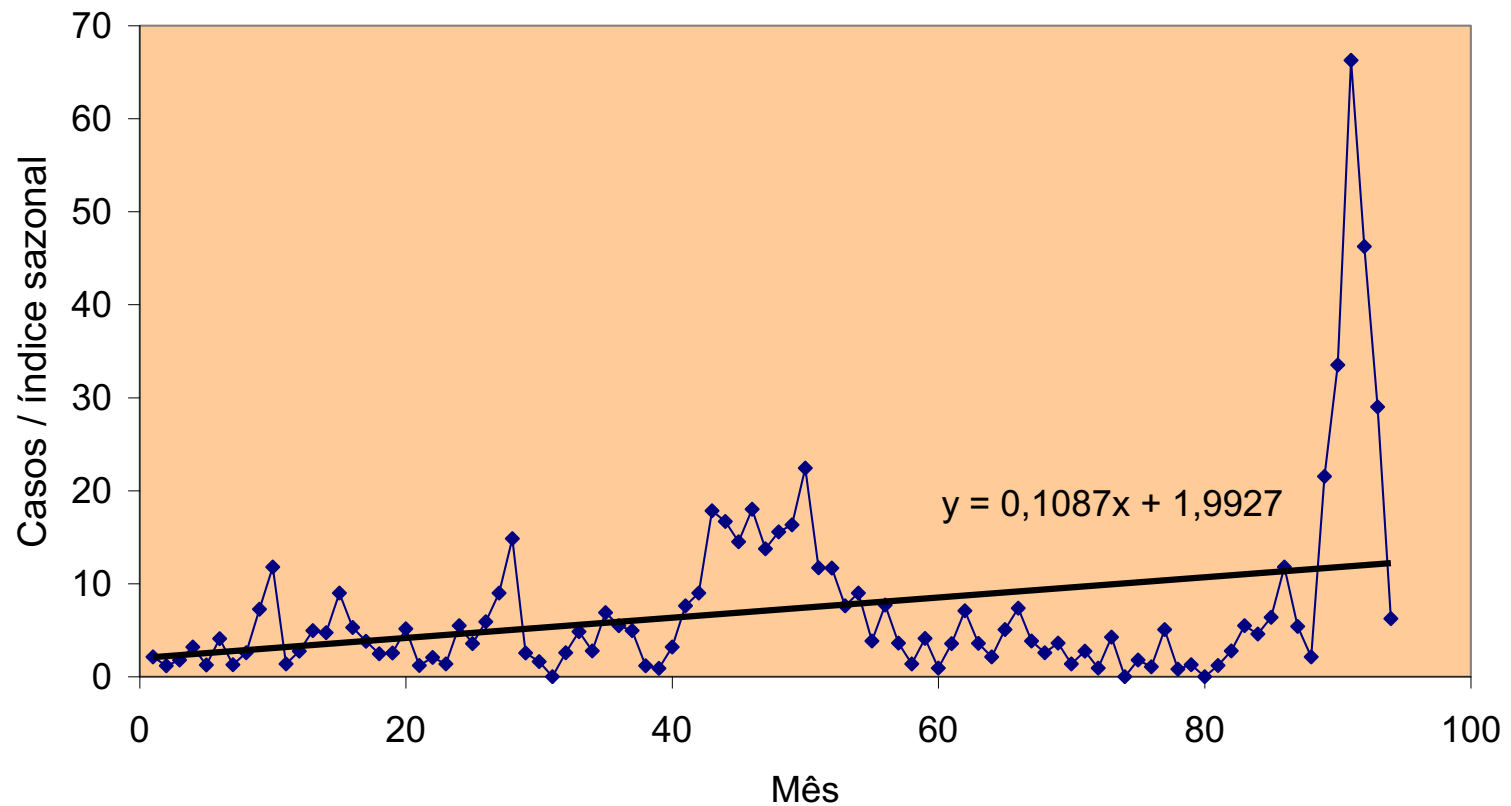
Removendo a sazonalidade



Divide-se cada observação pelo índice sazonal respectivo

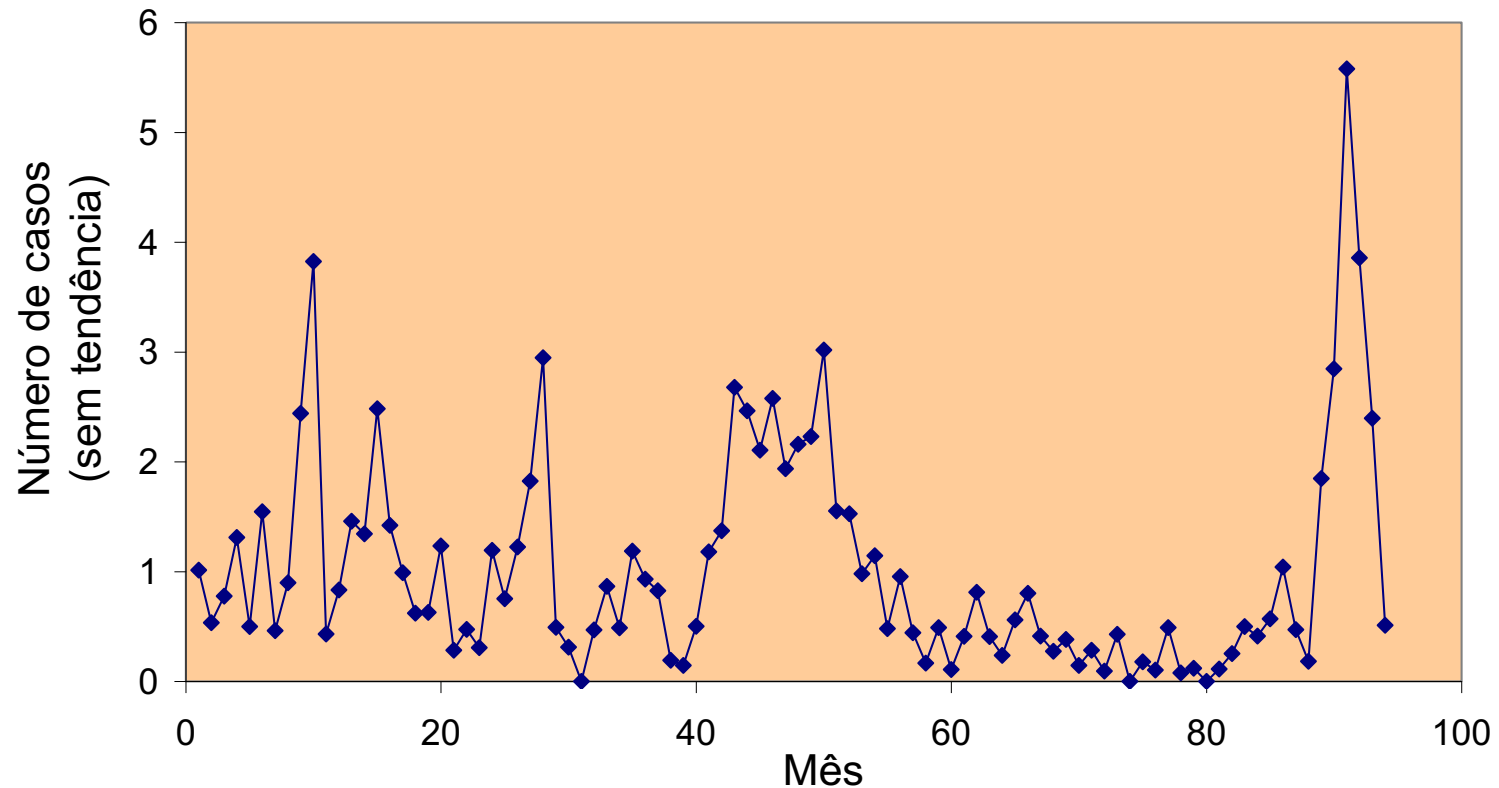
Cálculo da Tendência

Estimando a reta de tendência



Remoção da Tendência

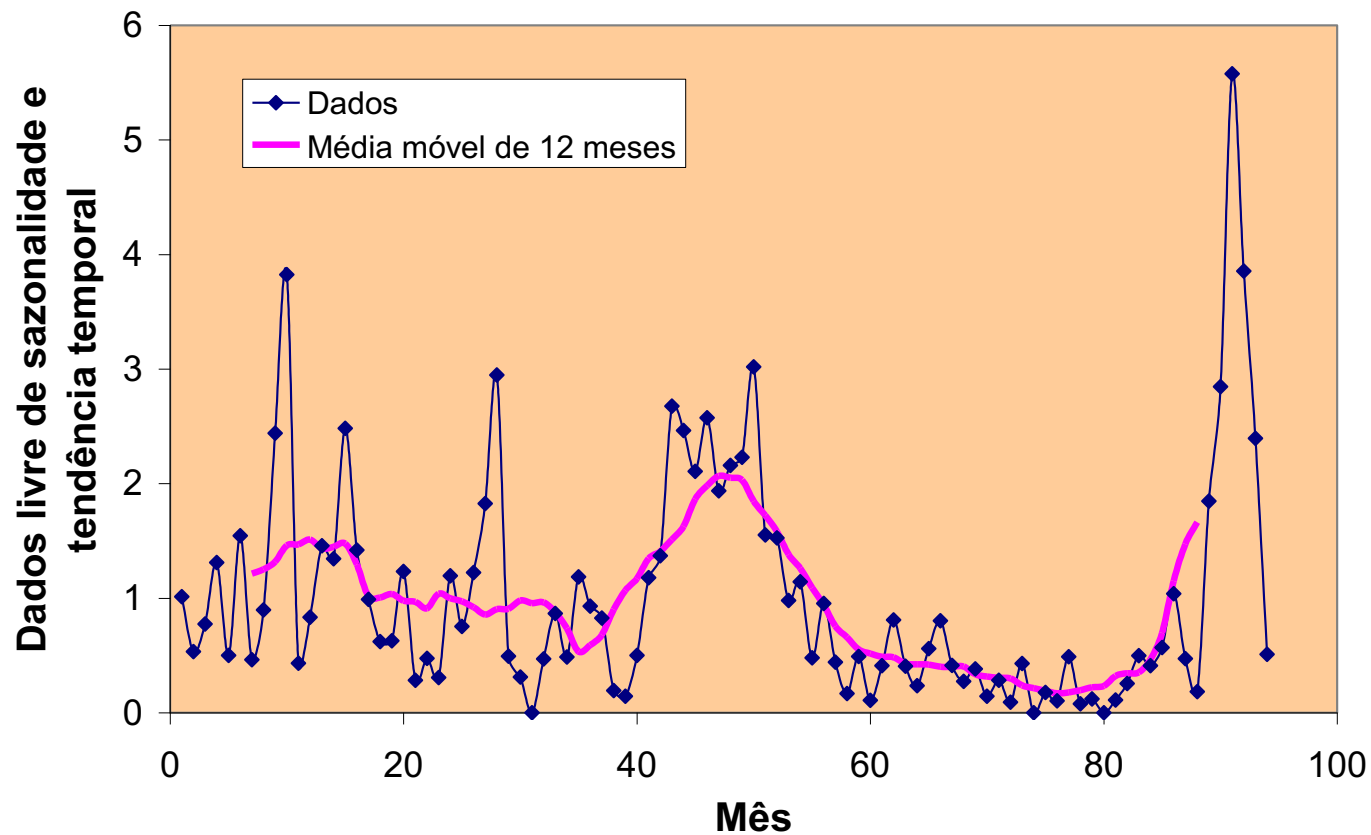
Removendo a tendência - Febre aftosa, Paraguai, 1972-1979



Após a remoção da sazonalidade, dividem-se os valores obtidos pelos valores da reta de tendência (modelo multiplicativo)

Variações Cíclicas

Variação cíclica - Febre aftosa, Paraguai, 1972-1979



Variações Cíclicas

Variação cíclica - Febre aftosa, Paraguai, 1972-1979

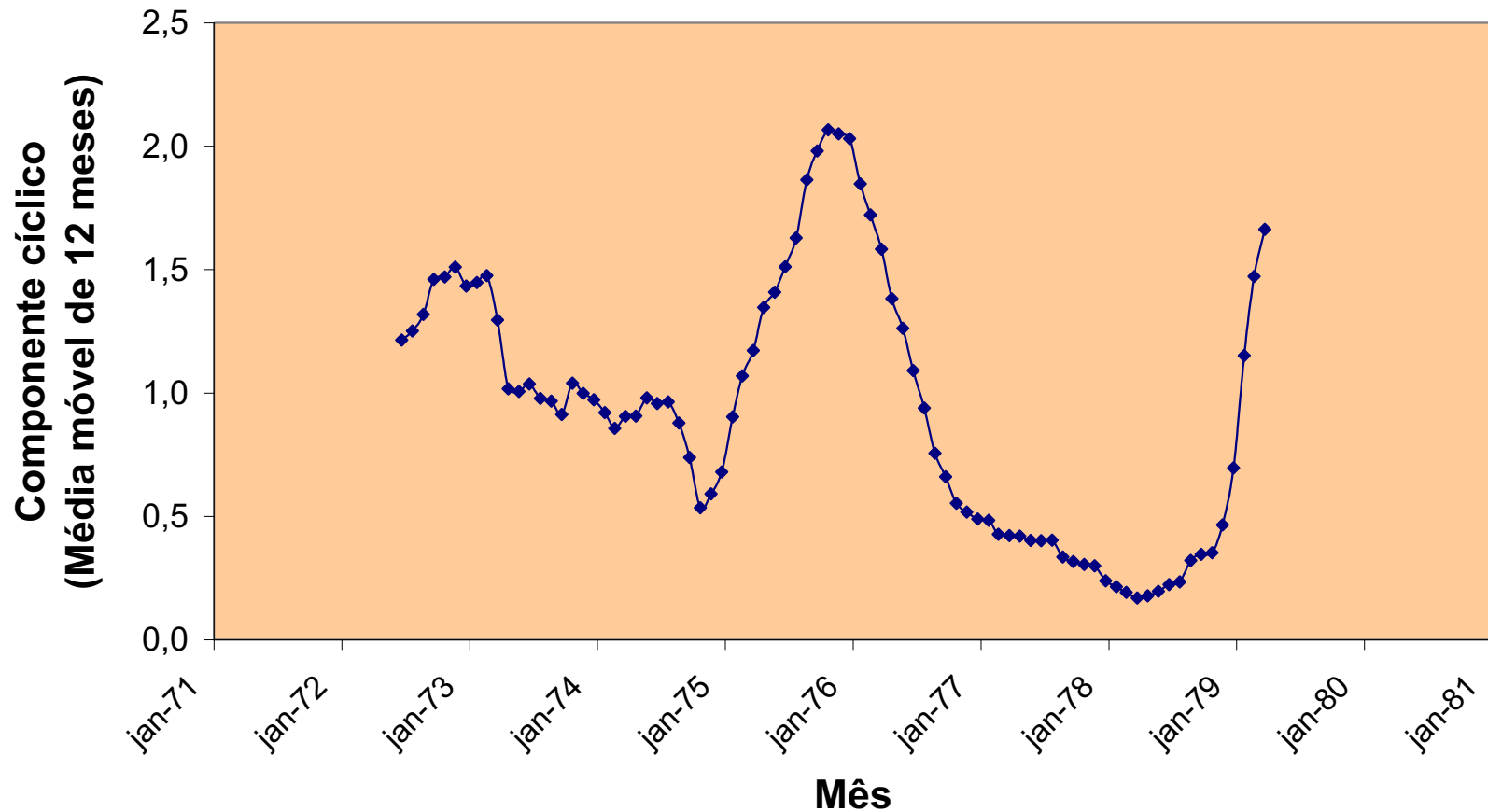


Diagrama de Controle

- Método quantitativo para diferenciar epidemia de endemia
- Objetivo: estabelecer a *faixa de endemicidade*
- Determinar:
 - limite superior das frequências endêmicas (*limiar epidêmico*)
 - valor central (*índice endêmico*)
 - *limite inferior* das frequências endêmicas

Diagrama de Controle

Determinação da Linha Central do Canal Endêmico

- a partir do cálculo da média ou da mediana (dos casos notificados / incidência), considerando vários anos de ocorrência endêmica

Determinação do Canal Endêmico:

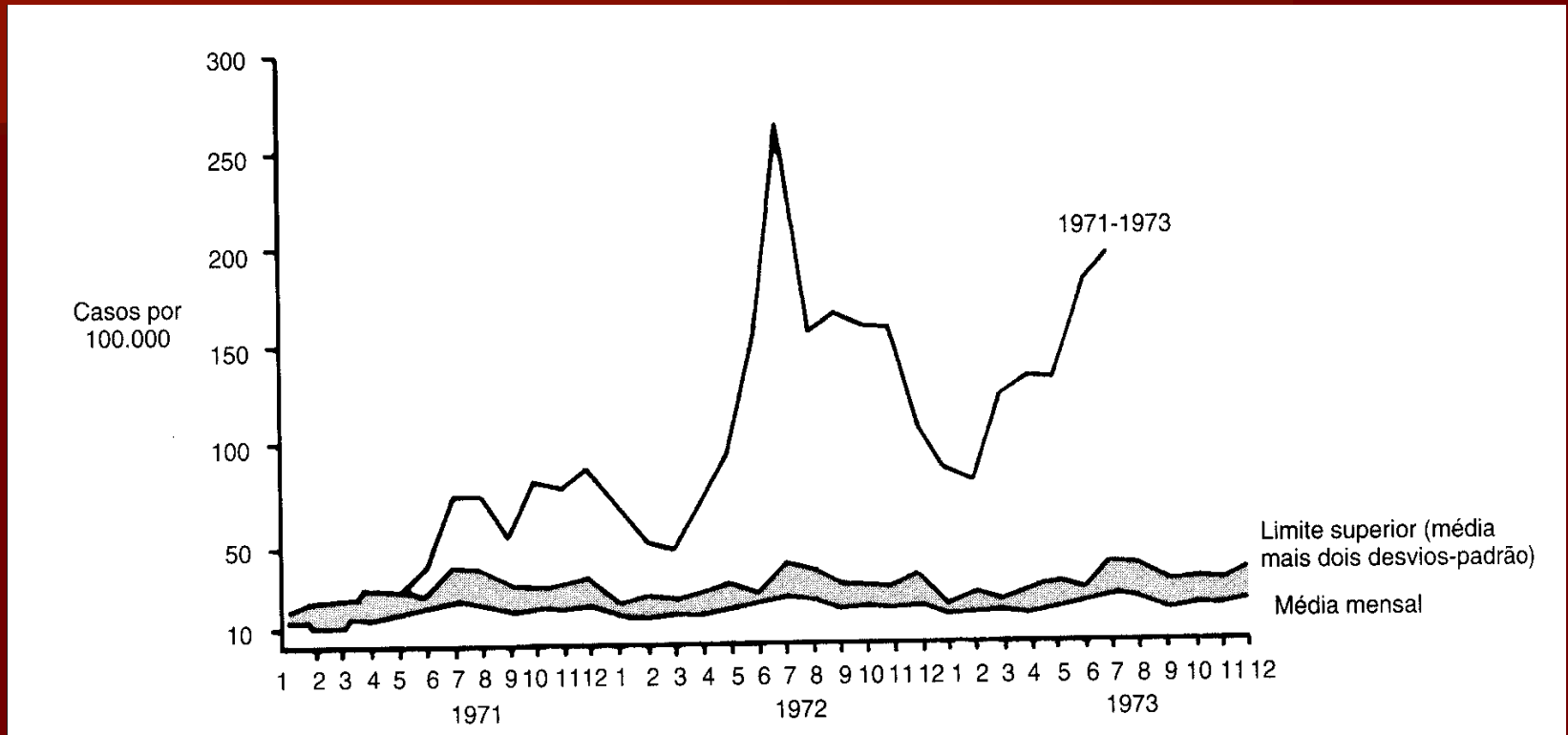
- média +/- 2 desvios padrões; ou
- frequências máxima e mínima; ou
- utilizando quartis (limite inferior: 1.º quartil, limite superior: 3.º quartil); ou
- outras formas

Diagrama de Controle

Interpretação do Diagrama de Controle

- Quando a linha superior do diagrama de controle é **ultrapassada** ----> sinal de alerta para o profissional de saúde (epidemia)
- Vigilância de doenças transmissíveis agudas, de caráter sazonal

Diagrama de Controle



Meningite meningocócica em São Paulo (1971-1973). A faixa foi construída com dados dos 10 anos anteriores a 1971.
Fonte: Bastos *et al.* (1975)