



SES
Secretaria de
Estado da
Saúde



GERÊNCIA DE DADOS E INFORMAÇÕES ESTRATÉGICAS EM SAÚDE
ConectaSUS

ANÁLISE DE TENDÊNCIAS EM SAÚDE

Conceitos e Técnicas

Wisley Velasco

Analista de Sistemas
Epidemiologista

Msc. em Informação e Comunicação em Saúde

wisley.velasco@goias.gov.br

07 de julho de 2023

SUMÁRIO

1. Análise de tendência.....	2
2. Usos da análise de tendência.....	2
3. Análise de estudos de tendência temporal.....	3
4. Análise de série temporal	4
5. Apresentação de dados de tendência.....	4
6. Interpretação dos dados de tendência.....	7



SES
Secretaria de
Estado da
Saúde



GERÊNCIA DE DADOS E INFORMAÇÕES ESTRATÉGICAS EM SAÚDE ConectaSUS

1. Análise de tendência

As Análises de Tendências Temporais são uma forma de estudo ecológico longitudinal que podem fornecer uma visão dinâmica do estado de saúde de uma população. Os dados são coletados de uma população ao longo do tempo a fim de que revelem tendências e mudanças. Como outros estudos ecológicos, os dados são coletados em nível populacional e podem ser utilizados para gerar hipóteses para pesquisas futuras ao invés de demonstrarem causalidade.

Há diversos textos disponíveis na internet falando sobre estudos ecológicos, contudo elencou-se aqui as quatro principais razões para a realização deste tipo de estudo entre grupos utilizando séries temporais. São elas:

- 1º. Investigar diferenças entre populações;
- 2º. Estudar os efeitos específicos em um grupo, por exemplo, de uma intervenção de saúde pública destinada a ele;
- 3º. Quando apenas os dados em nível de grupo estão disponíveis, como utilização de serviços de saúde; e,
- 4º. São relativamente baratos e rápidos de conduzir, caso os dados, rotineiramente coletados, estejam disponíveis;

Em uma análise de tendência temporal, comparações são feitas entre grupos para ajudar a tirar conclusões sobre o efeito de uma exposição em diferentes populações. As observações são registradas para cada grupo em intervalos de tempo iguais, por exemplo, mensalmente ou anualmente. Exemplos de indicadores, geralmente expressos como números absolutos, proporções ou taxas, incluem prevalência de doenças, níveis de poluição ou temperatura média em uma determinada região.

2. Usos da análise de tendência

Analisar tendências em cenários como as das taxas de doença e morte, bem como comportamentos de risco como o tabagismo, são frequentemente usadas por gestores de saúde pública para auxiliar na avaliação das necessidades de saúde, planejamento de serviços e desenvolvimento de políticas. A análise dos dados ao longo do tempo permite, também, prever frequências e taxas de ocorrência futuras.

As análises de tendências temporais podem se concentrar em qualquer um dos seguintes ramos:



SES
Secretaria de
Estado da
Saúde



GERÊNCIA DE DADOS E INFORMAÇÕES ESTRATÉGICAS EM SAÚDE ConectaSUS

- Padrões de mudança em um indicador ao longo do tempo. Por exemplo, se o uso de um serviço aumentou ou diminuiu ao longo do tempo e, se aumentou, com que rapidez ou lentidão ocorreu tal variação;
- Comparando um período de tempo com outro. Por exemplo, avaliando o impacto de um programa de controle do câncer de mama comparando as taxas de mortalidade por neoplasias malignas da mama antes e depois da intervenção. Isso é conhecido como análise de séries temporais interrompidas;
- Comparando uma área geográfica ou população com outra. Por exemplo, comparando mudanças nas taxas de mortes cardiovasculares entre municípios goianos;
- Fazer projeções futuras. Por exemplo, para ajudar no planejamento de serviços de saúde, estimando as prováveis demandas de determinados recursos; e,
- Permite avaliar se o valor observado (O), de um determinado indicador, foi maior ou menor do que o que era esperado (E) para ele – Razão entre O/E .

3. Análise de estudos de tendência temporal

O passo mais basilar e inicial na avaliação de uma tendência é plotar em um gráfico, normalmente de linhas, as observações de interesse por ano, ou algum outro período de tempo considerado apropriado, sendo os anos dispostos no eixo X e o valor do indicador no eixo Y . As observações podem, também, serem examinadas em forma de tabelas.

Essas etapas formam a base da análise posterior e fornecem uma visão abrangente da forma geral da tendência. Ajudam, ainda, a identificar quaisquer exceções nos dados, *i.e.*, valores de períodos que destoam significativamente do restante da série e permitem que o pesquisador se familiarize com as taxas que estão sendo estudadas.

O conhecimento detalhado dos métodos estatísticos usados na análise de tendências está além do escopo deste texto, entretanto os métodos incluem:

- Análise de regressão, caso a tendência possa ser considerada linear;
- Teste de Mann-Kendall, caso não conheça-se o tipo de distribuição da série. Este é um método não paramétrico que pode ser utilizado para tendências não lineares;
- Séries Temporais, quando a análise temporal dos dados não é estacionária e contém algum tipo de sazonalidade ao longo da sua série (tempo).



SES
Secretaria de
Estado da
Saúde



GERÊNCIA DE DADOS E INFORMAÇÕES ESTRATÉGICAS EM SAÚDE ConectaSUS

4. Análise de série temporal

A análise de séries temporais refere-se a uma coleção particular de métodos de regressão especializados que ilustram tendências nos dados. Envolve um processo complexo que incorpora informações de observações e erros anteriores nessas observações na estimativa de valores previstos.

Resumidamente, existem três tipos de modelagens usados para analisar dados de séries temporais:

- Modelos autorregressivos (AR);
- Modelos integrados (I); e,
- Modelos de médias móveis (MA).

A autorregressão baseia-se na premissa de que as observações passadas têm efeito sobre a atual e o número de observações anteriores que contribuem para a observação atual pode ser variado no modelo. Por exemplo, em um modelo autorregressivo de primeira ordem – AR(1) – a observação atual é prevista apenas pelo valor imediatamente anterior e em um modelo de segunda ordem – AR(2) – a observação atual é prevista pelos duas anteriores, etc.

Os modelos de médias móveis são ligeiramente diferentes. Nestes, ao invés de usar valores observados no passado como preditores, usa-se os erros das previsões anteriores. Novamente, o número de previsões anteriores usadas no modelo pode ser definido de modo que um modelo MA(1) use apenas o erro da previsão anterior.

Os modelos AR e MA podem ser combinados para produzir modelos autorregressivos de médias móveis (ARMA). Uma suposição nos modelos ARMA é que a série temporal é estacionária, *i.e.*, que a média e a variância são constantes ao longo do tempo.

No entanto, nem sempre é esse o caso, como acontece com casos notificados de dengue ao longo do tempo. A adição de um termo integrado (I) ajuda a explicar quaisquer tendências implícitas, ou seja, faz com que os dados não estacionários pareçam estacionários. Esses modelos são conhecidos como modelos de médias móveis integradas autorregressivas (ARIMA).

5. Apresentação de dados de tendência

As apresentações de dados de tendência temporal devem, geralmente, incluir o seguinte:



SES
Secretaria de
Estado da
Saúde



GERÊNCIA DE DADOS E INFORMAÇÕES ESTRATÉGICAS EM SAÚDE ConectaSUS

- Plotagens gráficas exibindo os dados observados ao longo do tempo;
- Comentários sobre quaisquer métodos estatísticos usados para transformar os dados. Por exemplo, se for algum indicador calculado, informar qual o seu fator de ajuste populacional, se por mil habitantes, 100 mil ou qualquer outro ajuste de base 10;
- Reportar a variação percentual média. Quando se dispõe de dados relativos a dois momentos, é possível calcular a amplitude da variação que ocorre ao longo desse período. O resultado é expresso em porcentagem (com os valores absolutos, falar-se-ia apenas de uma diferença) e designado por taxa de variação ou, ainda, variação em porcentagem. Esta é calculada do seguinte modo: $[(\text{valor no momento posterior} \div \text{valor no momento anterior}) - 1] \times 100$; e,
- Uma interpretação das tendências observadas.

As médias móveis fornecem uma maneira útil de apresentar dados de séries temporais. Note que “médias móveis” não é o mesmo que um “modelo de médias móveis”, como descrito anteriormente.

O cálculo e a plotagem de médias móveis destacam tendências de longo prazo enquanto suaviza quaisquer flutuações de curto prazo. São comumente utilizadas para analisar tendências em análise financeira. Em saúde foi muito utilizada para representar as tendências temporais dos casos registrados de COVID-19. Por exemplo, se você tiver cinco anos de dados de óbitos por neoplasias malignas da mama em mulheres, faça o seguinte (Tabela 1)

TABELA 1 – Número de Óbitos por Neoplasias Malignas da Mama em Mulheres. Goiás, 2010-2015

Ano	Óbitos
2010	298
2011	342
2012	347
2013	362
2014	403
2015	448

FONTE: Sistema de Informação sobre Mortalidade (SIM)

Podemos calcular uma média móvel de três anos para cada ano tomando a média do valor de cada ano e os valores de cada lado dele, *i.e.*, o de cima e o de baixo.

GERÊNCIA DE DADOS E INFORMAÇÕES ESTRATÉGICAS EM SAÚDE ConectaSUS

Para 2010 isso não poderá ser feito porque não se tem os dados do ano anterior. Para 2011, o valor da média móvel seria a média dos óbitos de 2010, 2011 e 2012 $[(298+342+347) \div 3 = 329]$. Isso pode ser repetido para 2012, 2013 e 2014. (Não podemos calcular o valor da média móvel para 2015 porque não tem-se os dados de 2016). Isso nos daria o seguinte (Tabela 2).

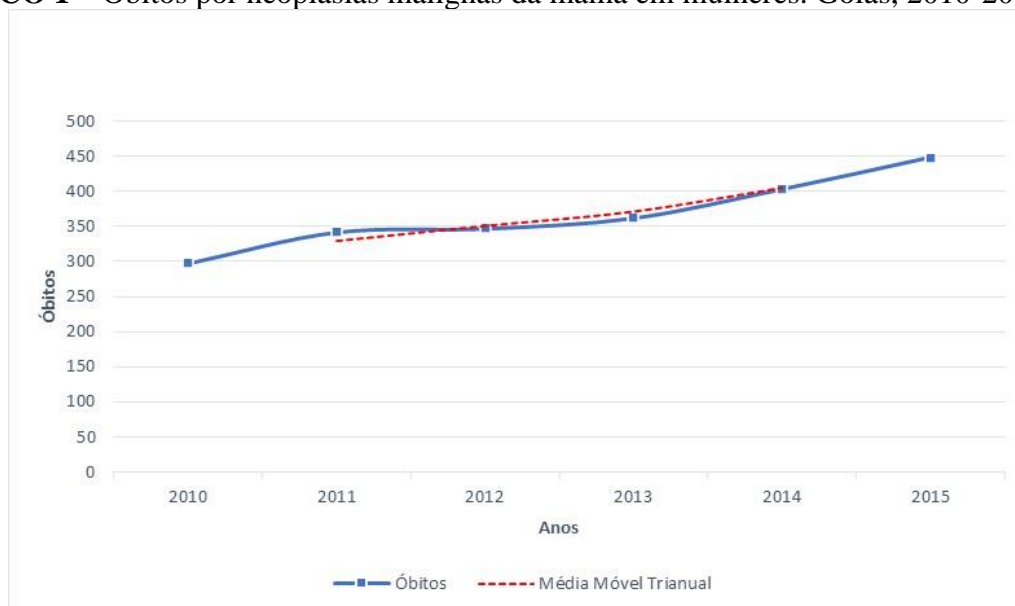
TABELA 2 – Número de Óbitos e Média Móvel de Neoplasias Malignas da Mama em Mulheres. Goiás, 2010-2015

Ano	Óbitos	Média Móvel (óbitos)
2010	298	-
2011	342	$(298+342+347) \div 3 = 329$
2012	347	$(342+347+362) \div 3 = 350$
2013	362	$(347+362+403) \div 3 = 371$
2014	403	$(362+403+448) \div 3 = 404$
2015	448	-

FONTE: Sistema de Informação sobre Mortalidade (SIM)

Pode-se ver no gráfico desse conjunto de dados (Gráfico 1), que a média móvel (linha pontilhada vermelha) fornece resultados mais suaves do que o conjunto de dados original (linha sólida azul).

GRÁFICO 1 – Óbitos por neoplasias malignas da mama em mulheres. Goiás, 2010-2015



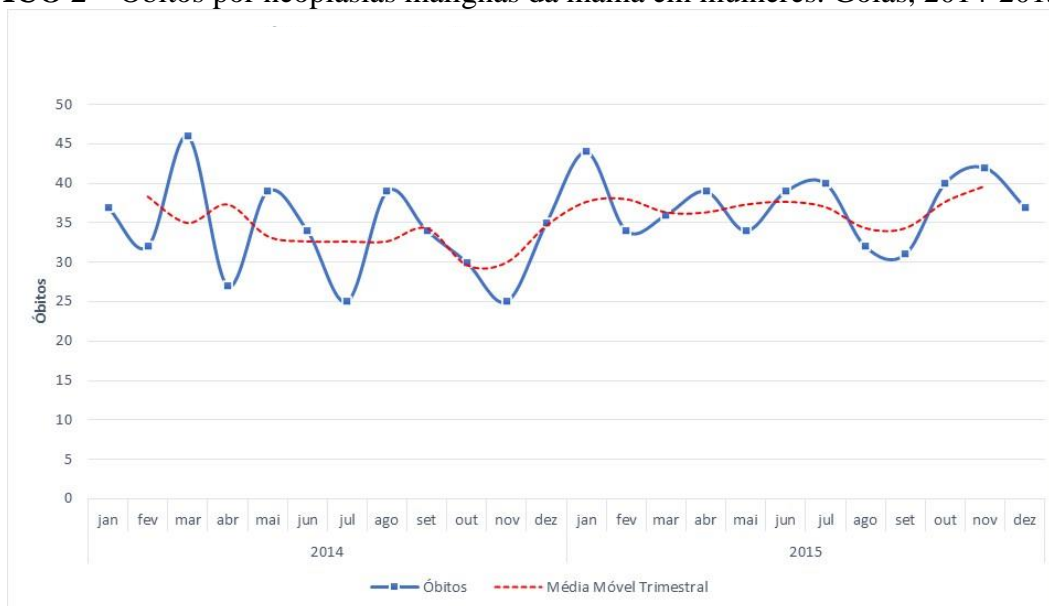
FONTE: Sistema de Informação sobre Mortalidade (SIM)

GERÊNCIA DE DADOS E INFORMAÇÕES ESTRATÉGICAS EM SAÚDE ConectaSUS

O Gráfico 2 é uma derivação do Gráfico 1, fazendo uma espécie de “zoom” nos anos de 2014 e 2015 plotando os meses destes anos e seus respectivos números de óbitos.

Com um número maior de categorias temporais fica ainda mais fácil notar como a linha da “Média Móvel Trimestral” é mais suavizada do que a que representa o número original de óbitos.

GRÁFICO 2 – Óbitos por neoplasias malignas da mama em mulheres. Goiás, 2014-2015



FONTE: Sistema de Informação sobre Mortalidade (SIM)

ATENÇÃO: Ao usar médias móveis para suavizar dados, tenha cuidado para não calcular a média de dados de muitos anos (ou períodos desejados) para cada cálculo, como por exemplo, usando médias móveis de 10 anos. Você corre o risco de suavizar demais a linha e perder tendências e comportamentos temporais potencialmente importantes.

6. Interpretação dos dados de tendência

Os resultados da análise de tendência de séries temporais devem ser interpretados com cautela:

- Os dados sobre exposição (de determinada intervenção) e resultado podem ser coletados de maneiras diferentes para diferentes populações;
- A migração de populações entre quaisquer grupos durante o período de estudo pode diluir qualquer diferença entre os grupos;



SES
Secretaria de
Estado da
Saúde



GERÊNCIA DE DADOS E INFORMAÇÕES ESTRATÉGICAS EM SAÚDE ConectaSUS

- Mesmo dentro de uma única população, pode haver mudanças subjacentes, como na estrutura etária, que afetam o resultado;
- A variação sazonal pode resultar em flutuações que afetam a tendência do resultado (embora isso possa ser contabilizado durante a análise);
- Esses estudos geralmente dependem de fontes de dados de rotina que podem ter sido coletadas para outros fins; e,
- Estudos ecológicos não nos permitem responder à perguntas sobre riscos individuais.