



DINCON 2017

CONFERÊNCIA BRASILEIRA DE DINÂMICA, CONTROLE E APLICAÇÕES
30 de outubro a 01 de novembro de 2017 – São José do Rio Preto/SP

Aplicação de Gráficos de Recorrência na Análise do Padrão de Ocorrência de casos de Dengue, Leishmaniose Visceral e Atendimento Antirrábico Humano na região de São José do Rio Preto

Mônica Regina Bocchi¹

Pós-graduanda (Doutorado) em Ciências da Saúde – Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto – Famerp - SP

Margarete Ártico Baptista²

Professora Adjunta - Faculdade de Enfermagem, Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto - Famerp- SP

Moacir Fernandes de Godoy³

Professor Adjunto - Faculdade de Medicina, Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto – Famerp - SP

Resumo. Foram analisadas três séries históricas de ocorrência de Dengue, Leishmaniose Visceral (LV) e Atendimento Antirrábico Humano (AARH) na região de São José do Rio Preto, com auxílio de gráfico de recorrência. Dengue apresenta padrão linear e LV e AARH, padrão caótico. Esses resultados contribuem para que os gestores adotem medidas proporcionais aos problemas e cenários esperados.

Palavras-chave. Gráfico de Recorrência, Dengue, Leishmaniose Visceral, Atendimento Antirrábico Humano

1 Introdução

A Organização Mundial de Saúde define a saúde como "um estado de completo bem estar físico, mental e social ..." [5]. A saúde passou, então, a ser mais um valor da comunidade que do indivíduo. [4]. Visando manter a saúde é necessário monitorar doenças. As doenças de notificação compulsória [12], Dengue, atendimento antirrábico humano (AARH) e leishmaniose

¹ vetbocchi@gmail.com

² marticobaptista@yahoo.com.br

³ mf60204@gmail.com

visceral (LV) são importantes nos serviços de saúde na região de São José do Rio Preto (SJRP). A definição de saúde e os conceitos referentes às zoonoses apontam uma multiplicidade de fatores em entrelaçamento e interação dinâmica, cuja compreensão, pelo pensamento linear, se torna inviável. Para Almeida Filho e Coutinho, 2007[1], a generalização dos resultados, obtidos em casos individuais, para populações, não é capaz de abranger a multicausalidade das doenças. Uma ferramenta útil para o estudo de questões de natureza complexa é o gráfico de recorrência, criados por Eckmann et al., 1987[6], que permite prospectar cenários futuros e classifica-los.[3] O meteorologista Edward Lorenz, desenvolveu um modelo, a partir dos valores de condições climáticas e descobriu que mudanças pequenas nos valores geravam alterações drásticas nas condições futuras do tempo. Daí, a expressão Efeito Borboleta.[8]. Existem formas de quantificar os resultados visuais apresentados nos gráficos por meio dos seguintes cálculos: Taxa de recorrência, Grau de determinismo, Dimensão máxima das linhas diagonais, Grau de laminaridade, Tempo de aderência a estruturas verticais [3]. Os problemas de saúde pública, em geral, são de difícil resolução e a análise não linear poderia trazer luz sobre aspectos não estudados pelos métodos tradicionais.

2 Objetivos

Objetivo geral:

Analisar agravos de notificação compulsória utilizando Gráfico de Recorrência, verificando se são sistemas que apresentam comportamento Aleatório, Caótico, Periódico e/ou Linear, daí tirando-se conclusões para possíveis correlações e tomada de decisão.

Objetivos específicos:

- Comparar o método de análise quantitativa com a análise baseada no gráfico de recorrência, visando identificar a complementaridade dos métodos na predição de cenários futuros e na detecção de padrões de comportamento dos seguintes agravos: dengue e atendimento antirrábico humano;
- Verificar se os comportamentos Aleatório, Caótico, Periódico e Linear podem ser identificados na análise da série histórica para cada agravo estudado;

3 Métodos

Foi avaliado o banco de dados contendo todas as notificações de casos confirmados de dengue e atendimento antirrábico humano da base de dados do Sistema de Informação Nacional de Agravos de Notificação (SINAN), no período de 01 de janeiro de 2000 a 31 de dezembro de 2013, de pacientes residentes em São José do Rio Preto e a análise da leishmaniose visceral foi baseada em notificações de casos confirmados do período de 2007 a 2013, da região de São José do Rio Preto, com dados exportados em 20/01/2016, utilizando-se o Gráfico de Recorrência. Foi aplicada a estatística descritiva das variáveis do Gráfico de Recorrência. Os Gráficos foram construídos com o software, VRA 4.9 desenvolvido por Eugene Kononova [2]. Utilizou-se: Dimensão de imersão =10 e Tempo de retardo =1, raio = 70 e Linha = 2 e o esquema de cores foi o Volcano [2].

3 Resultados

Os gráficos de recorrência mostram que AARH e LV apresentaram tendência ao padrão caótico e dengue, ao linear, como podemos visibilizar na figura 1.

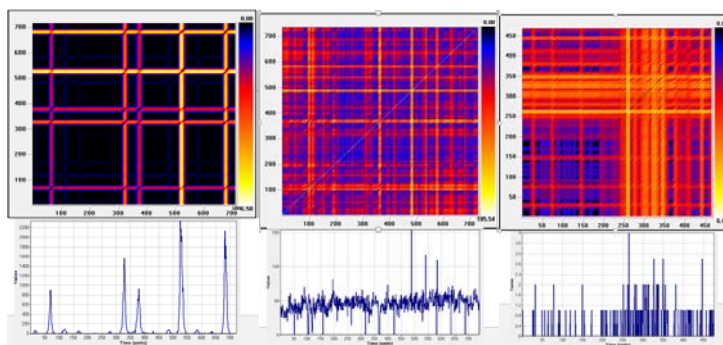


Figura 1 - Gráfico de recorrência de dengue e AARH do município de SJRP no período de 2000 a 2013 e LV da região de SJRP de 2007 a 2015 e respectivos tacogramas.

A análise quantitativa da recorrência é mostrada no quadro 1.

Quadro 1 – Análise quantitativa (VRA) para as séries temporais de dengue, AARH e LV.

	DENGUE	AARH	LV
Epoch number	1	1	1
Start point	1	1	1
Mean	108.119	44.729	0.308
Standard deviation	327.019	12.984	0.599
Mean rescaled dist	99.999	100.005	99.997
Percent recurrence	73.119	26.278	21.700
Percent determinisr	99.989	95.867	96.808
Percent laminarity	99.969	83.704	84.856
Trapping Time	76.254	5.094	11.142
Ratio	1.367	3.648	4.461
Entropy (bits)	6.141	3.883	4.280
Maxline	249	56	61
Trend	-2.319	-34.029	-9.253

Para comparar os agravos estudados de forma esquematizada, foi criada a figura 2, onde: A = AARH, D= Dengue e L = Leishmaniose Visceral e a classificação por círculos com as letras: A = Aleatório, C = Caótico, P = periódico e L= linear.

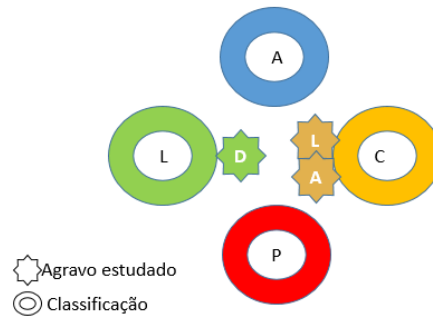


Figura 2: Distribuição dos agravos por proximidade em relação a padrões matemáticos de referência de séries temporais aleatórias, caóticas, periódicas e lineares.

5 Discussão

A situação epidemiológica de dengue, LV e AARH vêm mostrando que a prevenção e controle desses agravos não têm sido suficientes para controlar efetivamente o problema, sendo necessário organização do sistema de saúde para que possa dar conta do atendimento da demanda de casos. O método não linear permitiu realizar a classificação das enfermidades estudadas com base na análise da complexidade, sendo capaz de produzir conclusões que podem amparar decisões. Além disso, foi possível perceber que os métodos existentes na epidemiologia e os métodos não lineares podem ser complementares. Sistemas complexos são afetados pelo meio e pela história, os quais definem seu comportamento, e também são sensíveis às alterações em suas condições iniciais [11]. Yoshito Hirata et al, em 2016, estudando cromossoma celular, mostraram que o gráfico de recorrência consegue representar bem a estrutura avaliada [10]. Almeida Filho, N. e Coutinho D., afirmam que o entendimento é melhor, quando a situação é observada em relação à natureza complexa das conexões e concluem que modelos complexos de análise de risco são frutíferos em epidemiologia [1]. Bueno, NP 2009, estudando bens de capital no Brasil, mostrou que as observações não se distanciam muito umas das outras e que o sistema “visita aperiódicamente” trajetórias próximas, mostrando não linearidade. Na saúde, além de utilizar as análises de complexidade em adição à epidemiologia, podemos também utilizá-la com foco na gestão [3]. J.P.Eckmann et al, 2002 salientam que esse tipo de análise, capta as interferências de vários fatores de forma dinâmica e sequencial, mostrando um comportamento específico para um sistema. [6]. Neste estudo, as análises geraram resultados satisfatórios, sendo capazes de definir os padrões característicos. Analisando o Índice Bovespa, Guilherme, A.P. 2008, também verificou que, em sistemas dinâmicos, é possível, matematicamente, identificar a regra de evolução temporal que rege o sistema, permitindo perceber que um estado em um determinado instante, está ligado aos estados precedentes [9]. Esses achados mostram que a análise complexa pode ser uma alternativa muito eficaz, se adotada pelos profissionais de saúde pública e gestores, pois utiliza uma linguagem comum a várias outras áreas de estudo e demonstra com clareza o padrão de comportamento da doença. Os cenários de processos lineares são aqueles em que as mudanças nas condições iniciais produzem resultados proporcionais. A frequência de casos de dengue apresenta padrão de comportamento linear, o qual pode ser interpretado, como previsível e, portanto, passível de ações preventivas. Ao mesmo tempo, a entropia alta, indicativa, nos gráficos de recorrência, de alto determinismo, pode ser interpretada como uma tendência à uniformização dos intervalos ao longo tempo, ou seja, uma evolução para uma nova ordem, qual

seja, a de um padrão de transmissão endêmico e com pouca variabilidade. O determinismo é muito alto, mostrando alta probabilidade de ocorrência do comportamento linear. A laminaridade e tempo de aprisionamento altos, reforçam essa classificação apontando para uma reprodutibilidade do comportamento. O conhecimento do padrão de comportamento da dengue, repetitivo e previsível, poderá permitir novas definições na gestão da recorrência de casos. A frequência de casos de LV tende ao padrão caótico, o que aponta para dificuldade da realização de gestão de um programa e torna-se difícil estabelecer um protocolo que atenda a todas as possíveis situações que podem surgir. O gestor de saúde, provavelmente, sentirá necessidade de organizar um comitê com representante de várias instituições, para que seja possível maior acerto nas resoluções. O gráfico do VRA apresenta uma quebra no padrão visual da imagem representada no espaço de fase. Dessa forma, o gráfico mostrou-se capaz de representar a situação de transição de área indene para área de transmissão, que concorda com a realidade da região e, dessa forma, confirma mais uma vez a validade dessa ferramenta para assinalar indícios dos cenários futuros. A linha diagonal máxima e, principalmente a entropia, têm valor próximo ao da série caótica. A entropia direciona para compreensão de que é difícil realizar previsões para esse sistema, corroborando com a conclusão obtida por meio da taxa de recorrência, a qual é inferior à da dengue e do AARH. Uma série temporal caótica está relacionada a um sistema determinístico, porém, onde a ordem e a frequência dos acontecimentos, não podem ser percebidas facilmente, são sistemas sensíveis às alterações nas condições iniciais, os quais produzem respostas proporcionalmente maiores ou menores que o estímulo que as desencadeou [7]. O padrão de análise quantitativa do VRA para o AARH tende ao caótico e reforça a necessidade de treinamento para equipes de saúde e ações de conscientização e educação em saúde para a população, visando evitar a ocorrência de acidentes, e, em caso de ocorrência, que o paciente possa receber tratamento imediato e adequado em qualquer serviço para o qual se encaminhe.

Conclusões

O gráfico de recorrência contribuiu na identificação do padrão comportamental dos agravos, sendo que dengue apresentou padrão linear, enquanto AARH e LV apresentaram padrões tendendo ao caótico. Os gráficos de recorrência são importantes ferramentas de análise e de predição de cenários futuros. A análise quantitativa contribuiu para a definição dos padrões atuais de cada enfermidade.

Referências

- [1] Almeida Filho, N. e Coutinho, D. Causalidade, Contingência, Complexidade: o Futuro do Conceito de Risco. *PHYSIS: Rev. Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, 17(1):95-137 (2007).
- [2] Baptista, M.A. Gráficos de Recorrência e de Poincaré na análise da quantidade de internações por diferentes grupos nosológicos, ocorridas ao longo de uma década, em um hospital de ensino. São José do Rio Preto. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto – FAMERP; 80 p. (2011).
- [3] Bueno, N.P. Visitando vizinhos: uma análise da série histórica de produção de bens de capital

no Brasil utilizando diagramas de recorrência. Economia e Sociedade, Campinas, v.18, n.2(36), p. 399-419, (2009).

[4] Conceito de Saúde segundo a OMS. Medicina Tropical. Disponível em:

<http://www.alternativamedicina.com/medicina-tropical/conceito-saude>. Acesso em 28/10/2014.

[5] Constituição da Organização Mundial da Saúde (1946). Disponível em: <http://www.direitoshumanos.usp.br/index.php/OMS-Organiza%C3%A7%C3%A3o-Mundial-da-Sa%C3%BAde/constituicao-da-organizacao-mundial-da-saude-omswho.html>). Acesso em 05/11/2015.

[6] Eckmann, J.P. Kamphorst S.O., and Ruelle, D. Visual Recurrence Analysis. Recurrence plots of dynamical systemical. Euriphs. Lett, Vol 4, ° 9, pp. 973-977 (1987).

[7] Faggini, M. Recurrence Analysis For Detecting Non-Stationarity And Chaos In Economic Times Series. Working Paper 3.137. Università degli Studi di Salerno; 22 p. (2003).

[8] Godoy, M.F. Teoria do caos aplicada à medicina, SJRP, 2003, Tese (Livre Docência). Famerp Bueno, N.P. Visitando vizinhos: uma análise da série histórica de produção de bens de capital no Brasil utilizando diagramas de recorrência. Economia e Sociedade, Campinas, v.18, n.2(36), p. 399-419 (2009).

[9] Guilherme, A.P. Analise do Indice Bovespa pelo método dos gráficos de recorrência. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Ponta Grossa, 115p. (2008).

[10] Hirata, Y. et al. Three-dimensional reconstruction of single-cell chromosome structure using recurrence plots. Scientific Reports. Published online (2016). doi: [10.1038/srep34982](https://doi.org/10.1038/srep34982). Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5057099/>. Acesso em 30/06/2017.

[11] Juarrero, A. Complex Dynamical Systems Theory; Prince George's Community College, Maryland; 11p. (2010) Disponível em <http://cognitive-edge.com/articles/complex-dynamical-systems-theory/>. Acesso em 07/06/2016.

[12] Portaria nº 1271 de 06/06/2014 – capítulo 1, art.2º, inciso V. Disponível em http://www.pncq.org.br/uploads/2014/qualinews/portaria_1271_6jun2014.pdf. Acesso em 05/11/2015.