

**Evidências interdisciplinares entre bruxismo e variações
eletromagnéticas ambientais: Perspectivas em Neurociência
Odontológica**

**Interdisciplinary evidence between bruxism and environmental elec-
tromagnetic variations: Perspectives in Dental Neuroscience**

**Evidencia interdisciplinaria entre el bruxismo y las variaciones
electromagnéticas ambientales: Perspectivas en Neurociencia
Odontológica**

Daniel Nuciatelli P. de Mello¹

Irineu Gregnanin Pedron²

¹ Cirurgião-dentista, especialista em Implantodontia, Aluno do Curso de mestrado em Neurociências Clínicas, University of Roehampton, Londres, UK. E-mail: daniel.nuciatelli@gmail.com

² Professor, Departamento de Periodontia e Clínica Integrada, Curso de Odontologia, Centro Universitário Braz Cubas, Mogi das Cruzes, Brasil. E-mail: igpedron@alumni.usp.br

RESUMO

Caracterizado pelo apertamento ou rangimento dental, o bruxismo é um distúrbio neuromuscular de origem multifacetada, envolvendo fatores neurológicos, psicossociais e genéticos. Estudos atuais em neurociência do sono e cronobiologia ampliaram o entendimento sobre seus mecanismos patológicos. Paralelamente, a literatura científica começa a explorar se oscilações eletromagnéticas naturais, como as solares e geomagnéticas, podem modular a homeostase autonômica e os ritmos biológicos. Este trabalho revisa a conexão entre odontologia, neurociência e geofísica, focando nos mecanismos que podem

mediar a influência de campos eletromagnéticos na exacerbação do bruxismo. Sugere-se que a instabilidade do sistema autônomo, aliada a alterações na secreção de melatonina e na função dopamínérgica provocadas por distúrbios do ritmo circadiano, atuem como elos nessa cadeia causal. Embora as provas diretas sejam ainda limitadas, o corpo de evidências indiretas sustenta a viabilidade biológica da hipótese, indicando um campo promissor para futuras investigações.

Palavras-chave: Bruxismo; Neurociência; Eletromagnetismo; Ritmos Circadianos; Distúrbios do Sono; Disfunção Temporomandibular.

ABSTRACT

Characterised by teeth clenching or grinding, bruxism is a neuromuscular disorder with multifaceted origins, involving neurological, psychosocial, and genetic factors. Current studies in sleep neuroscience and chronobiology have broadened our understanding of its pathological mechanisms. At the same time, scientific literature is beginning to explore whether natural electromagnetic oscillations, such as solar and geomagnetic ones, can modulate autonomic homeostasis and biological rhythms. This paper reviews the connection between dentistry, neuroscience and geophysics, focusing on the mechanisms that may mediate the influence of electromagnetic fields on the exacerbation of bruxism. It is suggested that the instability of the autonomic system, combined with changes in melatonin secretion and dopaminergic function caused by circadian rhythm disorders, act as links in this causal chain. Although direct evidence is still limited, the body of indirect evidence supports the biological viability of the hypothesis, indicating a promising field for future investigations.

Keywords: Bruxism; Neuroscience; Electromagnetism; Circadian Rhythms; Sleep Disorders; Temporomandibular Dysfunction.

RESUMEN

Caracterizado por el apretamiento o rechinar de los dientes, el bruxismo es un trastorno neuromuscular de origen multifacético, que involucra factores neurológicos, psicosociales y genéticos. Estudios actuales en neurociencia del

sueño y cronobiología han ampliado la comprensión sobre sus mecanismos patológicos. Paralelamente, la literatura científica comienza a explorar si las oscilaciones electromagnéticas naturales, como las solares y geomagnéticas, pueden modular la homeostasis autonómica y los ritmos biológicos. Este trabajo revisa la conexión entre la odontología, la neurociencia y la geofísica, centrándose en los mecanismos que pueden mediar la influencia de los campos electromagnéticos en la exacerbación del bruxismo. Se sugiere que la inestabilidad del sistema autónomo, junto con los cambios en la secreción de melatonina y en la función dopaminérgica provocados por trastornos del ritmo circadiano, actúan como eslabones en esta cadena causal. Aunque las pruebas directas aún son limitadas, el conjunto de pruebas indirectas respalda la viabilidad biológica de la hipótesis, lo que indica un campo prometedor para futuras investigaciones.

Palabras-clave: Bruxismo; Neurociencia; Electromagnetismo; Ritmos circadianos; Trastornos del sueño; Disfunción temporomandibular.

INTRODUÇÃO

O bruxismo permanece um desafio na prática clínica por sua natureza multifatorial e complexa^{1,2}. Tradicionalmente, sua patogênese é atribuída a fatores psicológicos (estresse, ansiedade), predisposições genéticas e comorbidades do sono^{2,3}. Consensos recentes e revisões de neuroimagem consolidam o papel da fragmentação do sono REM, alterações nos circuitos dopaminérgicos

nigroestriatais e hiperatividade do sistema nervoso autônomo como mecanismos centrais⁴⁻⁶. Adicionalmente, a modulação serotoninérgica e a atividade do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal são reconhecidas como influências significativas na ocorrência de episódios de bruxismo^{7,8}.

Num contexto mais amplo, a atenção para a influência de variáveis ambientais extrínsecas sobre a fisiologia humana tem crescido. Oscilações eletromagnéticas naturais, decorrentes de tempestades solares e geomagnéticas, foram correlacionadas com mudanças em parâmetros cardiovasculares, psiquiátricos e de regulação autonômica⁹⁻¹³. Tais descobertas levantam a hipótese de que a atividade eletromagnética ambiental possa modular indiretamente o risco e a intensidade do bruxismo através da desestabilização de sistemas neurais já vulneráveis¹⁴⁻¹⁷.

Há um substrato conceitual adicional que vem sendo proposto: a própria dinâmica temporal das redes neurais pode estar alinhada aos padrões eletromagnéticos externos. A "assinatura" rítmica cerebral, especialmente nas bandas teta-alfa, teria, ao longo da evolução, estabelecido uma sensibilidade funcional às oscilações naturais do campo Terra-ionosfera. Dados espectrais mostram similaridade entre picos de potência eletroencefalográfica nessas bandas e as frequências fundamentais das ressonâncias de Schumann, sugerindo que tais ressonâncias poderiam atuar como um sinal de sincronização ambiental para ritmos neurofisiológicos¹⁸⁻²⁰.

O propósito deste estudo é integrar criticamente evidências de três domínios: (1) a neurociência clínica do bruxismo, baseada em consensos recentes^{1-6,21}; (2) a cronobiologia e a ciência do sono, que elucidam como fatores ambientais podem influenciar os ritmos biológicos²²⁻²³; e (3) a geofísica, que fornece dados sobre as variações do campo eletromagnético terrestre^{9,10,24}. Através desta síntese interdisciplinar, discutimos a plausibilidade de uma conexão entre atividade eletromagnética e bruxismo, propondo um modelo em camadas que distingue evidências consolidadas de hipóteses emergentes^{9-20,24}.

REVISÃO DE LITERATURA

Bruxismo e Neurociência Clínica

A classificação contemporânea divide o bruxismo em bruxismo do sono e bruxismo em vigília, de acordo com a International Classification of Sleep Disorders (ICSD-3)³. O bruxismo do sono está fortemente associado a microdespertares, alterações na variabilidade da frequência cardíaca e fragmentação do sono REM⁴⁻⁸. Já a forma em vigília relaciona-se predominantemente com estados de alerta elevado e tensão emocional^{7,8}. Revisões recentes reafirmaram que o sistema dopaminérgico desempenha um papel central na modulação da atividade motora orofacial involuntária, tanto durante o sono quanto na vigília⁵⁻⁶. Da mesma forma, disfunções na modulação serotoninérgica, intimamente ligada ao humor e ao estresse, podem amplificar a frequência e intensidade dos episódios de bruxismo^{7,8,17-21}. Esta base neurobiológica, centrada em neurotransmissores e regulação do sono,

constitui o nível fundamental para compreender o distúrbio.

Ritmos Circadianos, Sono e Influências Ambientais

Os ritmos circadianos, orquestrados pelo núcleo supraquiasmático e sincronizados por pistas ambientais como a luz, são críticos para a regulação do ciclo sono-vigília e de processos neuroendócrinos²²⁻²³. A produção de melatonina pela glândula pineal é um dos efetores centrais deste sistema. Distúrbios nestes ritmos (cronodisrupção) são reconhecidamente fatores de risco para uma série de desordens, incluindo distúrbios do sono e, por extensão, o bruxismo^{8,22}. Evidências demonstram que a exposição aos fatores que perturbam a cronobiologia, como luz em horários inadequados ou variações abruptas de rotina, podem conduzir à insônia, fragmentação do sono e instabilidade autonômica²³, e subsequentemente ao bruxismo do sono^{3,4,8}. Nesta perspectiva, os fatores ambientais genéricos podem impactar a fisiologia relevante para o bruxismo.

Oscilações Eletromagnéticas e o Sistema Nervoso: Uma Hipótese Exploratória

A atividade geomagnética solar e terrestre tem sido associada a efeitos sutis na fisiologia humana. Estudos observacionais correlacionam períodos de alta atividade geomagnética com redução na secreção de melatonina¹³, alterações na variabilidade da frequência cardíaca¹¹, e incidência elevada de episódios depressivos e instabilidade emocional¹⁴. Tais efeitos

são potencialmente mediados por vias neuroendócrinas e autonômicas¹⁵⁻¹⁷.

Um mecanismo plausível relaciona a modulação eletromagnética ambiental com alterações da secreção de melatonina e da estabilidade autonômica. Essas vias impactam a arquitetura do sono e o comportamento motor orofacial. Estudos associam picos de atividade geomagnética à redução da excreção noturna de metabólitos da melatonina em humanos, e simulações experimentais de aumentos abruptos na atividade geomagnética produzem variações mensuráveis na potência espectral do eletroencéfalograma^{13,25-26}.

Um mecanismo biofísico proposto envolve as Ressonâncias de Schumann, ondas eletromagnéticas globais na cavidade Terra-ionosfera, com frequências fundamentais próximas dos ritmos alfa cerebrais (aproximadamente 7,83Hz), associados ao relaxamento e à transição para o sono¹⁸⁻²⁰. Alterações na intensidade ou estabilidade destas frequências, causadas por tempestades geomagnéticas, poderiam interferir com esta sincronização, contribuindo para a fragmentação do sono e disfunções autonômicas^{18-20,25,26}.

Evidências Interdisciplinares e Lacunas

Estudos que integram geofísica e saúde populacional indicam correlações entre picos de atividade geomagnética e elevadas taxas em hospitalizações psiquiátricas, suicídios e disfunções autonômicas^{24,27}, reforçando a noção de que o sistema nervoso humano pode ser sensível a estas variáveis. A cronobiologia, como defendido por Halberg e colaboradores²⁸, deve ser

incorporada à interpretação da fisiopatologia humana, fornecendo um quadro conceitual para esta abordagem.

No entanto, as principais lacunas persistem: (1) a quase ausência de ensaios clínicos longitudinais que correlacionam diretamente métricas de bruxismo (polissonografia quantificada) com dados de atividade geomagnética em tempo real¹¹⁻¹⁴; (2) a carência de biomarcadores válidos para quantificar a exposição e a susceptibilidade individual a estas oscilações^{15-20,25,26}; e (3) a escassez de colaborações interdisciplinares estruturadas que integrem metodologias da odontologia, neurociência e geofísica^{9,10,24,27,28}.

DISCUSSÃO

O presente artigo propõe um modelo estratificado para a compreensão da etiologia do bruxismo. A camada fundamental (Nível 1) é constituída pelos fatores neurobiológicos, psicológicos e genéticos consolidados na literatura recente^{16,21}. Sobre esta base, a camada de mediação (Nível 2) envolve os ritmos circadianos e a regulação do sono, sensíveis a perturbadores ambientais mais convencionais (luz, horários sociais), conforme estabelecido pela cronobiologia^{22,23}. Finalmente, a camada exploratória (Nível 3) propõe que variações específicas no ambiente eletromagnético natural possam ser um desses perturbadores, potencialmente capaz de exacerbar a instabilidade autonômica e a fragmentação do sono que subjazem ao bruxismo^{9,20,25,26}.

Os mecanismos plausíveis para esta interação incluem a supressão da secreção de melatonina pela atividade

geomagnética^{13,15-17}, que por sua vez desregula o ciclo sono-vigília; a exacerbão de disfunções dopaminérgicas^{4,5}; e a indução de instabilidade no sistema nervoso autonômico^{4,5,15-17}. A argumentação é fortalecida por evidências indiretas que mostram que o mesmo fator (perturbação do sono) é tanto uma consequência proposta da atividade geomagnética^{14,25,26} quanto um conhecido fator de risco para o bruxismo^{3,4,8}.

O manejo clínico atual do bruxismo deve permanecer ancorado nas estratégias multifatoriais baseadas em evidências: controle do estresse, uso de dispositivos interoclusais quando indicado, e abordagem de distúrbios do sono concomitantes^{1,2,7}. Contudo, a consideração de fatores ambientais mais amplos, incluindo a hipótese eletromagnética, expande o horizonte de pesquisa. No futuro, a confirmação destas interações poderá abrir caminho para estratégias preventivas mais integradas, como o desenvolvimento de ambientes de sono mais protegidos ou a consideração de cronoterapias mais robustas.

Elevando a hipótese ao passo adiante, estudos celulares e revisões sobre efeitos de campos eletromagnéticos de baixíssima frequência (Extremely Low Frequency-Electromagnetic Fields ELF-EMF, ~1–100 Hz) indicam que estímulos nessa faixa podem modular processos celulares relevantes ao desenvolvimento neuronal, incluindo proliferação, diferenciação e plasticidade sináptica em modelos *in vitro* e animais. Assim, é plausível que, ao longo da evolução humana, padrões eletromagnéticos ambientais estáveis tenham funcionado como pistas

sincronizadoras que contribuíram para a ontogênese e afinamento das frequências de rede neural. Variações abruptas nessas pistas poderiam, portanto, perturbar processos maturacionais ou a estabilidade funcional em indivíduos suscetíveis²⁹.

CONCLUSÕES

O bruxismo é uma condição complexa que exige uma compreensão integrada de aspectos psicológicos, neurológicos e, cada vez mais, ambientais. As evidências revisadas indicam que é biologicamente plausível que oscilações eletromagnéticas ambientais possam impactar indiretamente o sistema nervoso central, modulando ritmos circadianos e mecanismos autonômicos chave envolvidos na patogênese do bruxismo. Apesar da necessidade premente de estudos clínicos específicos para confirmar e quantificar esta relação, a abordagem interdisciplinar aqui proposta aponta para um campo de pesquisa inovador. A exploração rigorosa desta hipótese tem o potencial de transformar não apenas a compreensão dos gatilhos do bruxismo, mas também em contribuir para uma visão mais holística da saúde humana em interação com o seu ambiente geofísico.

REFERÊNCIAS

1. Lobbezoo F, Ahlberg J, Glaros AG, Kato T, Koyano K, Lavigne GJ, de Leeuw R, Manfredini D, Svensson P, Winocur E. Bruxism defined and graded: an international consensus. *J Oral Rehabil.* 2013;40(1):2-4.
2. Manfredini D, Lobbezoo F. Role of psychosocial factors in the etiology of bruxism. *J Orofac Pain.* 2009;23(2):153-166.
3. American Academy of Sleep Medicine. International classification of sleep disorders. 3rd ed. Darien, IL: American Academy of Sleep Medicine; 2014.
4. Kato T, Thie NM, Huynh N, Miyawaki S, Lavigne GJ. Topical review: sleep bruxism and the role of peripheral sensory influences. *J Orofac Pain.* 2003;17(3):191-213.
5. Lobbezoo F, Soucy JP, Hartman NG, Montplaisir JY, Lavigne GJ. Effects of the D2 receptor agonist bromocriptine on sleep bruxism: report of two single-patient clinical trials. *J Dent Res.* 1997;76(9):1611-1615.
6. Lobbezoo F, Ahlberg J, Raphael KG, Wetselaar P, Glaros AG, Kato T, Svensson P, Manfredini D. International consensus on the assessment of bruxism: Report of a work in progress. *J Oral Rehabil.* 2018;45(11):837-844.
7. Winocur E, Uziel N, Lisha T, Goldsmith C, Eli I. Self-reported bruxism - associations with perceived stress, motivation for control, dental anxiety and gagging. *J Oral Rehabil.* 2011;38(1):3-11.
8. Ohayon MM, Li KK, Guilleminault C. Risk factors for sleep bruxism in the general population. *Chest.* 2001;119(1):53-61.
9. Palmer SJ, Rycroft MJ, Cermack M. Solar and geomagnetic activity, extremely low frequency magnetic and electric fields and human health at the Earth's surface. *Surv Geophys.* 2006;27:557-595.

10. Dimitrova S, Stoilova I, Cholakov I. Influence of local geomagnetic storms on arterial blood pressure. *Bioelectromagnetics*. 2004;25(6):408-414.
11. Stoupel E, Abramson E, Sulkes J, Martfel J, Stein N, Handelman M, Kofman H. Dynamics of serum creatine kinase level in various climates. *J Basic Clin Physiol Pharmacol*. 1996;7(4):259-267.
12. Stoupel E, Babayev ES, Mustafa FR, Abramson E, Israelevich P, Sulkes J. Clinical cosmobiology: distribution of deaths during 180 months and solar physical activity. *The Greenwich 2000-2015*. *J Basic Clin Physiol Pharmacol*. 2016;27(2):141-154.
13. Burch JB, Reif JS, Yost MG. Geomagnetic disturbances are associated with reduced nocturnal excretion of a melatonin metabolite in humans. *Neurosci Lett*. 1999;266(3):209-212.
14. Kay RW. Geomagnetic storms: association with incidence of depression as measured by hospital admission. *Br J Psychiatry*. 1994;164(3):403-409.
15. Reiter RJ. Static and extremely low frequency electromagnetic field exposure: reported effects on the circadian production of melatonin. *J Cell Biochem*. 1993;51(4):394-403.
16. Erren TC, Reiter RJ. Light, timing of biological rhythms, and chronodisruption in man. *Naturwissenschaften*. 2005;92(11):485-494.
17. Otsuka K, Yamanaka T, Cornélissen G, Breus T, Chibisov SM, Baevsky R, Siegelova J, Fiser B, Halberg F. Altered chronome of heart rate variability during span of high magnetic activity. *Scr Med*. 2000;73:111-116.
18. Pobachenko SV, Kolesnik AG, Borodin AS, Kalyuzhin VV. The contingency of parameters of human encephalograms and Schumann resonance electromagnetic fields revealed in monitoring studies. *Biophysics*. 2006;51:480-484.
19. Persinger MA. Schumann resonance frequencies found within quantitative electroencephalographic activity: implications for Earth-brain interactions. *Int Lett Chem Phys Astron*. 2014;11:24-32.
20. Cherry NJ. Schumann resonances and human health. *IEEE Antennas Propag Mag*. 2002;44(4):64-71.
21. Manfredini D, Ahlberg J, Wetselaar P, Svensson P, Lobbezoo F. The bruxism construct: From cut-off points to a continuum spectrum. *J Oral Rehabil*. 2019;46(11):991-997.
22. Czeisler CA, Buxton OM. The human circadian timing system and sleep-wake regulation. In: Kryger MH, Roth T, Dement WC, editors. *Principles and practice of sleep medicine*. 6th ed. Philadelphia: Elsevier; 2017. p. 363-375.
23. Bedrosian TA, Nelson RJ. Timing of light exposure affects mood and brain circuits. *Transl Psychiatry*. 2017;7(1):e1017.
24. Stoupel E, Babayev ES, Mustafa FR, Abramson E, Israelevich P, Sulkes J. Clinical cosmobiology-sudden cardiac death and daily/monthly geomagnetic, cosmic ray and solar activity: the difference between chronological and biological age. *Sun Geosph*. 2015;10(2):111-116.

25. Mulligan BP, Persinger MA. Experimental simulation of the effects of increased geomagnetic activity upon sequential changes in electroencephalographic power. *Percept Mot Skills*. 2012;114(1):1-18.

26. Persinger MA. Geophysical variables and behavior: LXXI. Differential contribution of geomagnetic activity to photic and nonphotic entrainment of physiological systems. *Percept Mot Skills*. 1995;80(3 Pt 1):899-906.

27. Stoupel E, Kalediene R, Petruskiene J, Starkuviene S, Abramson E, Israelevich P, Sulkes J. Suicide and myocardial infarction: time distribution in connection with human and physical environment. *J Basic Clin Physiol Pharmacol*. 2011;22(1-2):35-41.

28. Halberg F, Cornélissen G, Otsuka K, Watanabe Y, Wood MA. Chronobiology and chronomics: detecting and applying the cycles of nature. *Biotechnol Ther*. 1994-1995;5(1-4):19-61.

29. Sakhaie MH, Soleimani M, Pourheydar B, Majd Z, Asl SS, Azimzadeh M, Mehdizadeh M. Effects of extremely low-frequency electromagnetic fields on neurogenesis and cognitive function in an experimental model of hippocampal injury. *Behav Neurol*. 2017;2017:9194261.