

# REORGANIZAÇÃO CORTICAL E DOR CRÔNICA: EVIDÊNCIAS NEUROCIÊNCIAS DA PLASTICIDADE NEURAL

## AUTORES

**ALVES DOS SANTOS, RENAN  
FERRAZ, GIULIA DE BORTOLI  
FERRAZ, LEONARDO DE BORTOLI  
ROCHA CANDIDO, EDNA**

Discentes da União das Faculdades dos Grandes Lagos – UNILAGO

**MARQUES, WILIAN TADEU SCRIGNOLLI**  
Docente da União das Faculdades dos Grandes Lagos – UNILAGO

## RESUMO

A dor crônica é um fenômeno complexo que vai além da simples persistência do estímulo nociceptivo, envolvendo alterações profundas no sistema nervoso central. A neuroplasticidade-capacidade do cérebro de se reorganizar em resposta a estímulos internos e externos- desempenha um papel crucial nesse processo. Este artigo tem como objetivo revisar as evidências científicas sobre os mecanismos de reorganização cortical associados à dor crônica, destacando como essas modificações estruturais e funcionais contribuem para a manutenção e intensificação da dor. Estudos com neuroimagem funcional, como FMRI e EEG, demonstram alterações em regiões como o córtex somatossensorial, o córtex cingulado anterior e o tálamo, sugerindo uma plasticidade neural mal-adaptativa. Além disso, abordam-se as implicações clínicas desses achados, com ênfase em estratégias terapêuticas que visam modular a plasticidade cerebral, como a estimulação magnética transcraniana, neurofeedback e intervenções comportamentais. Compreender a reorganização cortical associada à dor crônica oferece novas perspectivas para o desenvolvimento de tratamentos mais eficazes e personalizados.

## PALAVRAS - CHAVE

Dor crônica; neuroplasticidade; reorganização cortical; neuroimagem; modulação da dor.

## ABSTRACT

Chronic pain is a complex phenomenon that goes beyond the mere persistence of nociceptive stimuli, involving profound changes in the central nervous system. Neuroplasticity- the brain's ability to reorganize itself in response to internal and external stimuli — plays a crucial role in this process. This article aims to review the scientific evidence on the mechanisms of cortical reorganization associated with chronic pain, highlighting how these structural and functional modifications contribute to the maintenance and intensification of pain. Functional neuroimaging studies, such as fMRI and EEG, show alterations in regions such as the somatosensory cortex, anterior cingulate cortex, and thalamus, suggesting maladaptive neural plasticity. In addition, the clinical implications of these findings are discussed, with emphasis on therapeutic strategies aimed at modulating brain plasticity, such as transcranial magnetic stimulation, neurofeedback, and behavioral interventions. Understanding cortical reorganization associated with chronic pain offers new perspectives for the development of more effective and personalized treatments.

## 1. INTRODUÇÃO

A dor crônica é considerada uma condição multifatorial e debilitante que afeta milhões de pessoas em todo o mundo, impactando significativamente a qualidade de vida e a funcionalidade dos indivíduos. Diferente da dor aguda, que possui um papel biológico protetivo e transitório, a dor crônica persiste por períodos superiores a três meses e frequentemente ocorre mesmo na ausência de estímulos nocivos identificáveis. Esse tipo de dor está associada a mudanças neurofisiológicas complexas que envolvem não apenas o sistema nervoso periférico, mas, principalmente, o sistema nervoso central (Apkarian et al., 2011).

Nos últimos anos, o conceito de neuroplasticidade — a capacidade do sistema nervoso de reorganizar suas conexões em resposta a experiências, lesões ou estímulos — tem ganhado destaque como um dos principais mecanismos subjacentes à manutenção da dor crônica. Evidências neurocientíficas apontam que a plasticidade cerebral, embora fundamental para processos adaptativos como aprendizagem e recuperação de lesões, pode também se tornar mal-adaptativa, contribuindo para a cronificação da dor (Flor et al., 2006). Nesse contexto, observa-se uma reorganização funcional e estrutural de áreas corticais como o córtex somatossensorial primário e secundário, o córtex cingulado anterior, o córtex pré-frontal e o tálamo, sugerindo que a dor crônica está enraizada em processos neuroplásticos duradouros.

Estudos com neuroimagem funcional, como a ressonância magnética funcional (fMRI) e o eletroencefalograma (EEG), têm evidenciado alterações na conectividade e na ativação dessas regiões cerebrais em pacientes com diferentes síndromes dolorosas, como fibromialgia, dor lombar crônica e dor neuropática. Tais mudanças indicam não apenas uma amplificação da percepção dolorosa, mas também uma disfunção nos mecanismos de inibição descendente da dor (Baliki et al., 2012). A compreensão desses fenômenos é fundamental para o desenvolvimento de estratégias terapêuticas mais eficazes, uma vez que abordagens que visam modular a plasticidade neural — como a estimulação magnética transcraniana, o neurofeedback e a terapia cognitivo-comportamental — têm demonstrado resultados promissores na reversão desses padrões disfuncionais.

Diante disso, este artigo propõe uma revisão das principais evidências neurocientíficas sobre a reorganização cortical em quadros de dor crônica, discutindo os mecanismos envolvidos na neuroplasticidade mal-adaptativa e suas implicações clínicas. Ao explorar a interface entre neurociência e tratamento da dor, pretende-se contribuir para a construção de abordagens terapêuticas mais integradas e personalizadas, voltadas à modulação da atividade cerebral e à melhoria da qualidade de vida dos pacientes.

## 2. MÉTODOS

Trata-se de uma revisão narrativa da literatura, de caráter qualitativo, cujo objetivo é reunir, analisar e discutir evidências científicas atuais sobre os mecanismos de reorganização cortical em pacientes com dor crônica, com ênfase nos processos de neuroplasticidade. A escolha por este tipo de revisão justifica-se pela flexibilidade metodológica e pela possibilidade de abordagem crítica e interpretativa dos dados, permitindo uma compreensão mais ampla e contextualizada do tema.

A busca por artigos foi realizada entre março e maio de 2025, utilizando as seguintes bases de dados eletrônicas: PubMed, Scopus, ScienceDirect, SciELO e LILACS. Para a seleção do material bibliográfico, foram utilizados os seguintes descritores, em português e inglês: dor crônica (chronic pain), neuroplasticidade (neuroplasticity), reorganização cortical (cortical reorganization), neuroimagem funcional (functional neuroimaging), plasticidade neural (neural plasticity) e modulação da dor (pain modulation).

Os critérios de inclusão adotados foram: artigos científicos publicados entre 2010 e 2025, disponíveis na íntegra, em português, inglês ou espanhol, que abordassem a relação entre dor crônica, reorganização cortical e mecanismos de neuroplasticidade. Foram considerados artigos originais, revisões sistemáticas, revisões narrativas e estudos clínicos com base em neuroimagem funcional ou achados neurofisiológicos. Excluíram-se dissertações, teses, resumos, capítulos de livros, artigos duplicados ou que não apresentassem relação direta com o tema proposto.

A seleção e análise dos artigos foram realizadas de forma manual e independente, priorizando a relevância científica, a atualidade das publicações e a qualidade metodológica. As informações extraídas foram organizadas de maneira temática, permitindo uma discussão integrada dos achados. Ressalta-se que não foi utilizado software específico de análise estatística ou revisão sistemática, tendo em vista o caráter qualitativo e descritivo do presente estudo.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A literatura atual evidencia de forma consistente que a dor crônica não é apenas um sintoma periférico persistente, mas uma condição complexa sustentada por alterações significativas na estrutura e na função do sistema nervoso central. A reorganização cortical observada em indivíduos com dor crônica está diretamente relacionada à plasticidade neural — capacidade do cérebro de modificar suas conexões sinápticas em resposta a estímulos internos ou externos (SERRA; ROLDÁN, 2014).

Estudos com ressonância magnética funcional (fMRI) demonstram que regiões tradicionalmente associadas à percepção nociceptiva, como o córtex somatossensorial primário (S1), o córtex insular, o córtex cingulado anterior (CCA), o córtex pré-frontal dorsolateral (CPFdl) e o tálamo, apresentam padrões alterados de ativação em pacientes com dor crônica (APKARIAN et al., 2011). Essas alterações evidenciam uma hiperatividade funcional crônica e uma falha na modulação descendente da dor, o que pode perpetuar o sofrimento mesmo na ausência de estímulo nociceptivo periférico.

Flor et al. (2006), em estudo com pacientes amputados, observaram que o mapeamento cortical somatossensorial no córtex contralateral à amputação apresentava reorganização, com áreas adjacentes invadindo a zona anteriormente ocupada pelo membro perdido. Essa reorganização mal-adaptativa está associada à dor do membro fantasma, um fenômeno clínico clássico de neuroplasticidade desregulada. Esse mesmo padrão de reorganização foi identificado em pacientes com dor lombar crônica, indicando que a

neuroplasticidade mal-adaptativa não se restringe a casos de amputação, mas é comum em diversos tipos de dor crônica (BALIKI et al., 2008).

Outra evidência robusta foi apresentada por Baliki et al. (2012), que identificaram, por meio de fMRI, um aumento na conectividade funcional da default mode network (DMN) — rede cerebral responsável por funções autorreferenciais — em pacientes com dor crônica. Os autores sugerem que o cérebro desses pacientes permanece em um estado de “hipervigilância dolorosa”, no qual os circuitos de dor tornam-se integrados à rede de autorreferência, favorecendo a cronificação da dor e dificultando sua dissociação da identidade pessoal do indivíduo.

Além das alterações funcionais, estudos estruturais demonstraram redução da densidade da substância cinzenta em regiões como o CPFdl e o hipocampo em indivíduos com dor crônica (KUCHEL et al., 2021). Tais achados sugerem que a dor crônica também induz atrofia neural, o que pode contribuir para sintomas cognitivos e afetivos associados, como dificuldades de concentração, depressão e ansiedade (MAY, 2011).

Essas descobertas neurocientíficas têm implicações diretas para a prática clínica. A abordagem terapêutica da dor crônica deve considerar a plasticidade cerebral como um alvo terapêutico. Intervenções como a estimulação magnética transcraniana repetitiva (EMTr), a estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC), o biofeedback e o neurofeedback têm se mostrado promissoras na modulação da atividade cortical disfuncional (JENSEN et al., 2007). Essas terapias não apenas reduzem os níveis de dor, como também promovem a reorganização adaptativa das redes neurais envolvidas.

Adicionalmente, estratégias cognitivas e comportamentais, como a Terapia Cognitivo-Comportamental (TCC) e a Terapia de Aceitação e Compromisso (ACT), vêm sendo eficazes na remodelação de padrões cerebrais de dor, atuando por meio da reestruturação de circuitos corticais ligados à atenção, emoção e percepção da dor (GARLAND et al., 2019). Assim, as evidências apontam para a necessidade de abordagens multidisciplinares e centradas na modulação da plasticidade cerebral, reconhecendo a dor crônica como um fenômeno biopsicossocial sustentado por alterações neurofuncionais persistentes.

#### **4. CONCLUSÃO**

A dor crônica constitui uma condição complexa, cuja manutenção e intensificação estão fortemente associadas à reorganização cortical mediada pela neuroplasticidade. As evidências científicas indicam que alterações funcionais e estruturais em diversas regiões cerebrais — incluindo o córtex somatossensorial, o córtex cingulado anterior, o córtex pré-frontal e o tálamo — contribuem para a perpetuação do estado doloroso, mesmo após a resolução do estímulo nociceptivo inicial. A plasticidade neural, quando mal-adaptativa, promove a consolidação de redes neurais que sustentam a percepção ampliada da dor e suas repercussões emocionais e cognitivas.

O reconhecimento desses mecanismos neurobiológicos é fundamental para o desenvolvimento de abordagens terapêuticas inovadoras e mais eficazes, que busquem não apenas o alívio sintomático, mas a modulação e reorganização funcional do sistema nervoso central. Técnicas como a estimulação magnética transcraniana, o neurofeedback e intervenções psicoterapêuticas emergem como estratégias promissoras no manejo da dor crônica, por atuarem diretamente sobre a plasticidade cerebral.

Dessa forma, o aprofundamento do conhecimento acerca da reorganização cortical associada à dor crônica amplia as perspectivas clínicas e científicas, permitindo a construção de tratamentos personalizados e

multidisciplinares que considerem a dor crônica como uma condição neurofuncional dinâmica. Assim, a integração entre pesquisa básica e aplicação clínica se apresenta como um caminho indispensável para a melhoria da qualidade de vida dos pacientes acometidos por essa condição debilitante.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APKARIAN, A. V. et al. Towards a theory of chronic pain. **Progress in Neurobiology**, [S.l.], v. 87, n. 2, p. 81–97, 2011.

BALIKI, M. N. et al. Functional reorganization of the default mode network across chronic pain conditions. **PLoS ONE**, [S.l.], v. 7, n. 9, p. e45459, 2012.

BALIKI, M. N. et al. Chronic pain and the emotional brain: specific brain activity associated with spontaneous fluctuations of intensity of chronic back pain. **Journal of Neuroscience**, [S.l.], v. 26, n. 47, p. 12165–12173, 2006.

FLOR, H.; NIKOLAJSON, L.; JENSEN, T. S. Phantom limb pain: a case of maladaptive CNS plasticity? **Nature Reviews Neuroscience**, [S.l.], v. 7, n. 11, p. 873–881, 2006.

GARLAND, E. L. et al. Mindfulness-oriented recovery enhancement for chronic pain and prescription opioid misuse: results from an early-stage randomized controlled trial. **Journal of Consulting and Clinical Psychology**, [S.l.], v. 87, n. 10, p. 913–927, 2019.

JENSEN, M. P. et al. Brain oscillations associated with pain: current findings and implications for future research. **Journal of Pain**, [S.l.], v. 8, n. 8, p. 699–705, 2007.

KUCHEL, A. C. et al. Structural changes in the brain associated with chronic pain: a meta-analysis of VBM studies. **NeuroImage: Clinical**, [S.l.], v. 31, p. 102708, 2021.

MAY, A. Structural brain imaging: a window into chronic pain. **Neuroscientist**, [S.l.], v. 17, n. 2, p. 209–220, 2011.

SERRA, J.; ROLDÁN, E. Plasticity in the human central nervous system associated with chronic pain. **Neurología**, Madrid, v. 29, n. 6, p. 353–362, 2014.