

2 DE JANEIRO DE 2023 POR MICROBIOLOGANDO

Lobos audazes

Carlos Eugênio Silva – Professor do Departamento de Microbiologia, Imunologia e Parasitologia – UFRGS

O *Toxoplasma gondii* é um protozoário que desenvolve um ciclo com um número vasto de hospedeiros intermediários (HI) e tem apenas os felídeos como hospedeiros definitivos (HD). Estudos crescentes têm demonstrado que este protozoário é capaz de interferir com o senso de perigo nos HI, favorecendo a predação por parte dos HD. Entretanto, existe pouca investigação sobre o efeito desta infecção em carnívoros não felídeos. Neste trabalho de longo de monitoramento, Connor Meyer e colaboradores¹ (2022) apresentam mais de 25 anos de estudos sobre o comportamento de lobos cinzentos (*Canis lupus*) re-introduzidos no Parque Nacional de Yellowstone (YNP), nos Estados Unidos, juntamente com os achados de sorologia de *T. gondii*, associados com a dispersão e comportamento desta espécie. Também é comparado o efeito da infecção destes animais com a proximidade do HD onça parda (*Puma concolor*). O objetivo inicial foi determinar quais fatores demográficos e ecológicos afetam a infecção por *T. gondii* em lobos cinzentos no YNP. Foram testados fatores demográficos individuais, incluindo idade, sexo, cor da pelagem (devido à sua variação potencial na suscetibilidade a doenças) e status social no momento da captura. Os resultados obtidos ao longo do tempo mostraram que as populações de onças pardas (HD) e lobos cinzentos (HI), apresentavam em 2020, respectivamente, 73% e 36,5% de positividade para *T. gondii*. A positividade em ambos carnívoros foi crescente ao longo dos mais de 25 anos de estudo. Os resultados soropositividade para *C. lupus* não demonstram diferença significativa em relação ao sexo ou pelagem (cinza ou preta). Entretanto, lobos idosos apresentavam maior prevalência sorológica para o parasito (46,7%) bem como as populações de lobos que compartilhavam pelo menos 40% da sua área de caça com as onças pardas. Posteriormente foi determinado se a infecção por *T. gondii* influenciava o comportamento do lobo cinzento. Foram avaliados três comportamentos associados com um maior risco para os lobos:

- (1) dispersar-se de uma alcateia: nesta categoria, lobos que se dispersavam apresentavam o dobro de soropositividade (36,26%) do que lobos que se mantinham em grupo na alcateia, para ambos sexos;

(2) alcançar status social dominante (tornar-se um líder): a probabilidade de um lobo alcançar a liderança de uma alcateia foi 46% maior para indivíduos soropositivos para *T. gondii*, do que para indivíduos soronegativos ($\beta = 3.83$, 95% CIs: $-0.004-7.664$);

(3) abordar pessoas ou veículos (habituação): não foi observada diferença significativa no efeito do contato com *T. gondii* em relação à morte por causa antropogênica (morte por humanos, devido à aproximação com o ambiente alterado pelo homem) nem por causa intraespecífica (morte devido a lutas entre alcateias). Como o comportamento pode ser influenciado por muitos fatores, certas variáveis foram controladas em cada um dos modelos de comportamento, como o sexo e a idade, que podem influenciar a probabilidade de certos comportamentos ocorrerem.

O estudo revelou que a infecção por *T. gondii* em lobos cinzentos está associada com a sobreposição entre o território da alcateia (HI) e o território da onça parda (HD). Em relação aos lobos soronegativos, os lobos soropositivos para *T. gondii* mudaram seu comportamento, assumindo mais riscos, como se dispersar mais facilmente da alcateia ou se tornarem mais propensos a liderar uma alcateia. Devido à estrutura social do grupo de lobos cinzentos, essas mudanças de comportamento podem causar um ciclo de retroalimentação que leva a aumento no nível de tomada de riscos por parte da alcateia, com implicações importantes como a possibilidade de maior transmissão de doenças, competição interespecífica com onças pardas e a própria sobrevivência do lobo cinzento.

O *T. gondii* infecta principalmente espécies de sangue quente, incluindo humanos, onde se estima que um terço da população esteja infectada². A infecção humana produz uma gama de manifestações clínicas, desde alterações comportamentais e cognitivas, até a mortalidade após a reativação de bradizoítos encistados, quando ocorre imunocomprometimento intenso. O forte tropismo e persistência dos cistos de *T. gondii* no cérebro confirmam que a toxoplasmose do SNC prejudica o complexo funcionamento cerebral³ dos HI.

Os estudos sobre a infecção do *T. gondii* em ratos tem mostrado que, quando estes animais não sofrem da doença aguda fatal, a infecção crônica pode gerar redução do medo, da fobia a situações novas, maior impulsividade, aumento da impulsividade geral e sexual e redução do medo a gatos. Esses são comportamentos que geram grande risco para ratos e favorecem a continuidade do ciclo sexuado de *T. gondii* no HD⁴. Já no homem, além do risco de abortos e malformações e das lesões oculares, a toxoplasmose aumenta a chance do desenvolvimento de esquizofrenia, comportamento bipolar e comportamento obsessivo compulsivo, abrindo margem para importantes áreas de estudo, como a ecologia parasitária⁴. Estudos recentes mostram que uma abordagem multidisciplinar seja mais adequada para lidar com processos neurológicos complexos como a esquizofrenia e podem envolver estresse, agentes infecciosos (*T. gondii*) e características do hospedeiro como microbioma,

genética e inflamassoma nervoso⁵.

Também devemos acrescentar que, ao contrário dos países do hemisfério norte, o *T. gondii* circulante na América do Sul apresenta uma estrutura populacional altamente diversa, com maior severidade da doença do que outras regiões do mundo, além de apresentar centenas de genótipos atípicos. Considerando a predominância de cepas atípicas de *T. gondii* na América do Sul, bem como a alta frequência de transtornos mentais neste continente, novos estudos devem ser realizados para avaliar o papel dessas cepas no desenvolvimento de doenças neuropsiquiátricas, para que a natureza das possíveis relações possa ser elucidadas³.

Por si só, as informações anteriores corroboram a importância epidemiológica e sanitária da toxoplasmose, mas este trabalho pode promover pistas para outros comportamentos não tidos como disruptivos e até valorizados, caso os achados descritos neste trabalho sobre lobos¹ também pudesse ser verificado em outros animais sociais, incluindo o homem.

O homem (HD) não é mais uma espécie presa de grandes felinos, assim poderia a grande prevalência da toxoplasmose também contribuir para o aparecimento de indivíduos mais ousados como grandes financistas ou grandes líderes guerreiros? Talvez o trabalho de Meyer e colaboradores aqui descrito, possa dar pistas para a veracidade das palavras de Titus Maccius Plautus (254 a.C-184 a.C.), popularizada em *Leviatã*, de Thomas Hobbes: “o homem é o lobo do homem”.

1- Meyer, CJ et alli, 2022. Parasitic infection increases risk-taking in a social, intermediate host carnivore. *Communications Biology*.

doi: 10.1038/s42003-022-04122-0

2- Shwab EK et alli, 2014. Geographical patterns of *Toxoplasma gondii* genetic diversity revealed by multilocus PCR-RFLP genotyping. *Parasitology*. (2014) 141:453–61.

doi: 10.1017/S0031182013001844

3- Bessa, GL et alli, 2021. *Toxoplasma gondii* in South America: a differentiated pattern of spread, population structure and clinical manifestations. *Parasitology Research*. 120:3065–3076.

doi: 10.1007/s00436-021-07282-w

4- Tong, WH et alli, 2021. Tong et al. Behavioral biology of *Toxoplasma gondii* infection. *Parasites & Vectors* 14:77

doi: 10.1186/s13071-020-04528-x

5- Rentala, MJ, 2022. Schizophrenia: The new etiological synthesis. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 142:104894

doi: 10.1016/j.neubiorev.2022.104894

 **ATUALIDADES, PARASITOLOGIA**