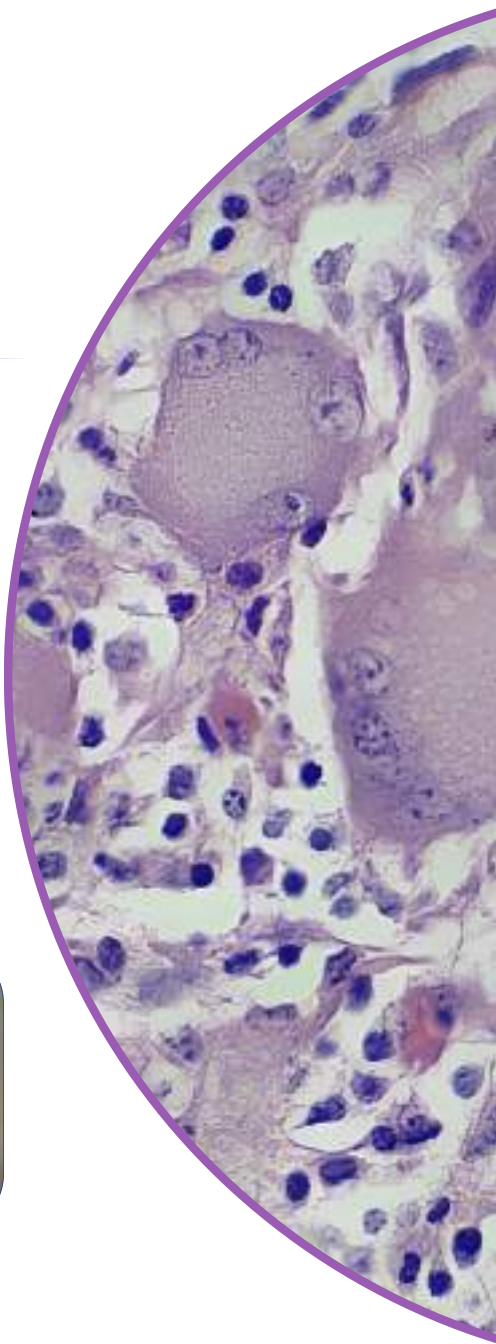




PROCESSO INFLAMATÓRIO CRÔNICO GRANULOMATOSO IMUNOLÓGICO NA TUBERCULOSE

Capítulo IX



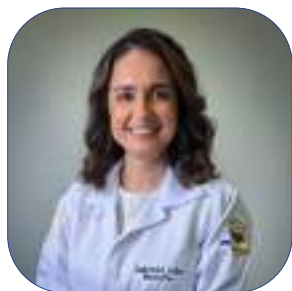
Maria Eduarda
Brandão Gabriel Rêgo



Mariely Souza
Duran Nunes



Lukas Cordeiro
Martins da Silva



Anna Gabriela
Alves Lavôr e Souza



Harley Roberto Oliveira
de Melo e Silva



Thamy Yamashita
Shibayama

PROCESSO INFLAMATÓRIO CRÔNICO GRANULOMATOSO IMUNOLÓGICO NA TUBERCULOSE

INTRODUÇÃO

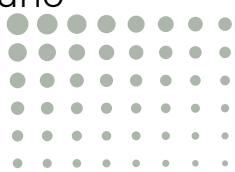
A tuberculose é uma doença infecciosa crônica causada pelo *Mycobacterium tuberculosis*, também conhecido como bacilo de Koch. Trata-se de uma enfermidade de grande relevância para a saúde pública mundial devido à sua elevada incidência, potencial de transmissão e capacidade de provocar importantes alterações estruturais e funcionais nos tecidos acometidos. Embora os pulmões sejam o principal local de infecção, a doença pode atingir diversos órgãos e sistemas, caracterizando formas extrapulmonares com manifestações clínicas variadas.

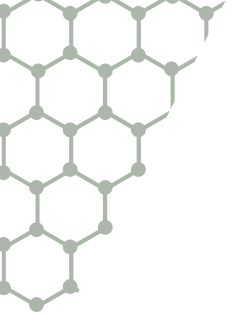
A transmissão ocorre principalmente por via respiratória, através da inalação de aerossóis contendo bacilos eliminados por indivíduos com tuberculose pulmonar ativa. Após serem inaladas, as micobactérias alcançam os alvéolos pulmonares, onde entram em contato com macrófagos alveolares. Entretanto, o microrganismo possui mecanismos que dificultam sua destruição intracelular, permitindo sua sobrevivência e multiplicação no interior dessas células.

Com a progressão da infecção, desenvolve-se uma resposta imunológica predominantemente mediada por células. Os antígenos micobacterianos estimulam a ativação de linfócitos T, especialmente do padrão Th1, que passam a produzir interferon-gama (IFN- γ), promovendo a ativação de macrófagos e intensificando sua capacidade microbicida. Essa resposta representa o principal mecanismo de controle da infecção pelo organismo.

A persistência do agente infeccioso desencadeia a formação de granulomas, estruturas organizadas compostas por macrófagos epitelioides, linfócitos e células gigantes multinucleadas. O granuloma constitui uma tentativa do sistema imunológico de conter a disseminação do bacilo, isolando-o do tecido adjacente. Dessa forma, a inflamação granulomatosa representa o principal padrão histopatológico da tuberculose.

Apesar de exercer importante função defensiva, a resposta imunológica também é responsável pelas lesões teciduais características da doença. A intensa ativação celular, com predominância de macrófagos ativados e linfócitos T, pode resultar em necrose caseosa, destruição do parênquima pulmonar, fibrose progressiva e comprometimento funcional dos órgãos afetados. Além disso, a persistência do agente infeccioso dentro dos macrófagos contribui para a manutenção do estímulo inflamatório crônico e para a formação contínua de graluno-





PROCESSO INFLAMATÓRIO CRÔNICO GRANULOMATOSO IMUNOLÓGICO NA TUBERCULOSE

lomas. Assim, a tuberculose constitui um exemplo clássico de processo inflamatório crônico granulomatoso imunológico, no qual a interação entre o agente infeccioso e o sistema imune determina a evolução das lesões observadas macroscópica e microscopicamente, bem como a extensão do dano tecidual e suas repercussões clínicas.

CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS

As alterações macroscópicas da tuberculose são decorrentes da resposta inflamatória granulomatosa crônica e variam conforme o estágio da doença e a competência imunológica do hospedeiro. O achado mais característico é a presença de áreas esbranquiçadas ou amareladas associadas à necrose caseosa, que apresenta aspecto friável semelhante a queijo. Essas lesões podem ocorrer isoladamente ou em associação com áreas de fibrose e calcificação.

Na tuberculose pulmonar primária, observa-se frequentemente o foco de Ghon, lesão localizada geralmente em regiões subpleurais do pulmão, associada à necrose caseosa central. Quando acompanhada pelo comprometimento dos linfonodos hilares, forma o complexo de Ghon. Com a evolução da doença, essas lesões podem sofrer fibrose e calcificação, originando o chamado complexo de Ranke.

Na tuberculose secundária, as alterações são mais extensas e destrutivas. Frequentemente observam-se áreas de consolidação branco-amareladas associadas à necrose caseosa, além de cavitações pulmonares resultantes da liquefação do material necrótico. Essas cavidades apresentam paredes espessas e irregulares e favorecem a eliminação de grande quantidade de bacilos pelas vias aéreas.

Em casos de disseminação hematogênica, pode ocorrer a tuberculose miliar, caracterizada pela presença de inúmeros pequenos nódulos esbranquiçados distribuídos difusamente pelo pulmão e outros órgãos. Além disso, formas extrapulmonares podem apresentar aumento de linfonodos, espessamento pleural, destruição óssea e comprometimento de diferentes tecidos, mantendo como característica comum a presença de granulomas e necrose caseosa.

ALTERAÇÕES MICROSCÓPICAS

O principal achado histopatológico da tuberculose é a inflamação crônica granulomatosa associada à necrose caseosa. Os granulomas são constituídos por agregados de macrófagos ativados, denominados célu-

PROCESSO INFLAMATÓRIO CRÔNICO GRANULOMATOSO IMUNOLÓGICO NA TUBERCULOSE

las epitelioides, organizados ao redor de uma área central de necrose. Essas estruturas representam a tentativa do organismo de conter a disseminação do *Mycobacterium tuberculosis* (**Figuras 1 e 2**).

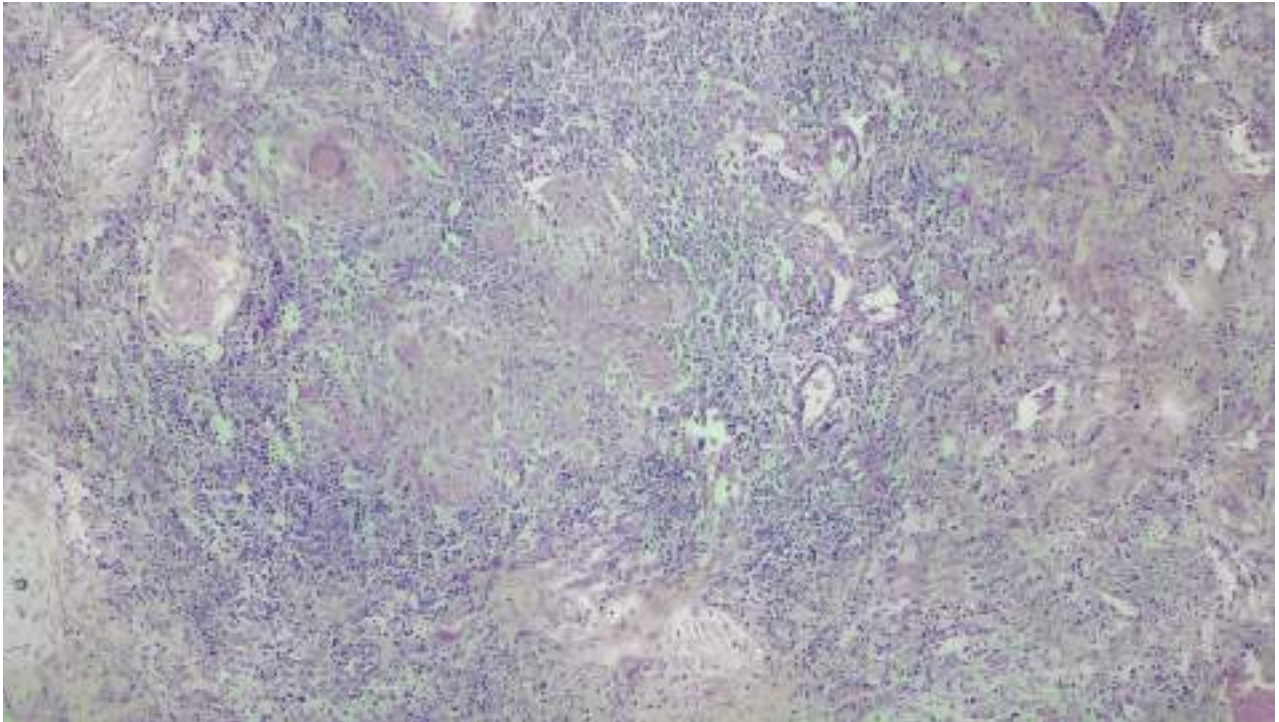


Figura 1. Processo inflamatório crônico granulomatoso com célula gigante multinucleada tipo Langerhans e halo linfocitário. (100X, HE).

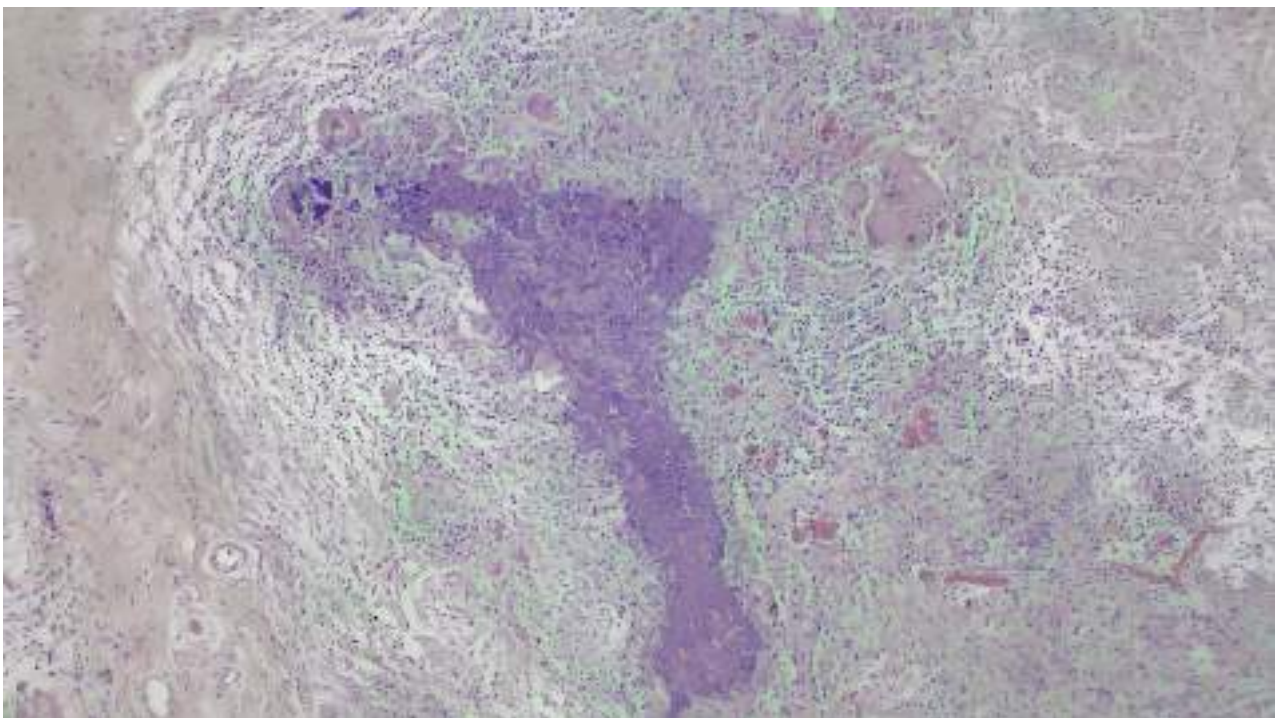


Figura 2. Processo inflamatório crônico granulomatoso centrado por necrose caseosa. (100X, HE).



PROCESSO INFLAMATÓRIO CRÔNICO GRANULOMATOSO IMUNOLÓGICO NA TUBERCULOSE

Ao redor dos macrófagos epitelioides observa-se um halo de linfócitos, predominantemente linfócitos T CD4+, responsáveis pela manutenção da resposta imune celular. Em lesões mais antigas também podem ser encontrados fibroblastos e áreas de fibrose, indicando evolução crônica e tentativa de reparação tecidual. A organização granulomatosa composta por macrófagos epitelioides e infiltrado linfocitário pode ser observada (**Figuras 3, 4 e 5**).

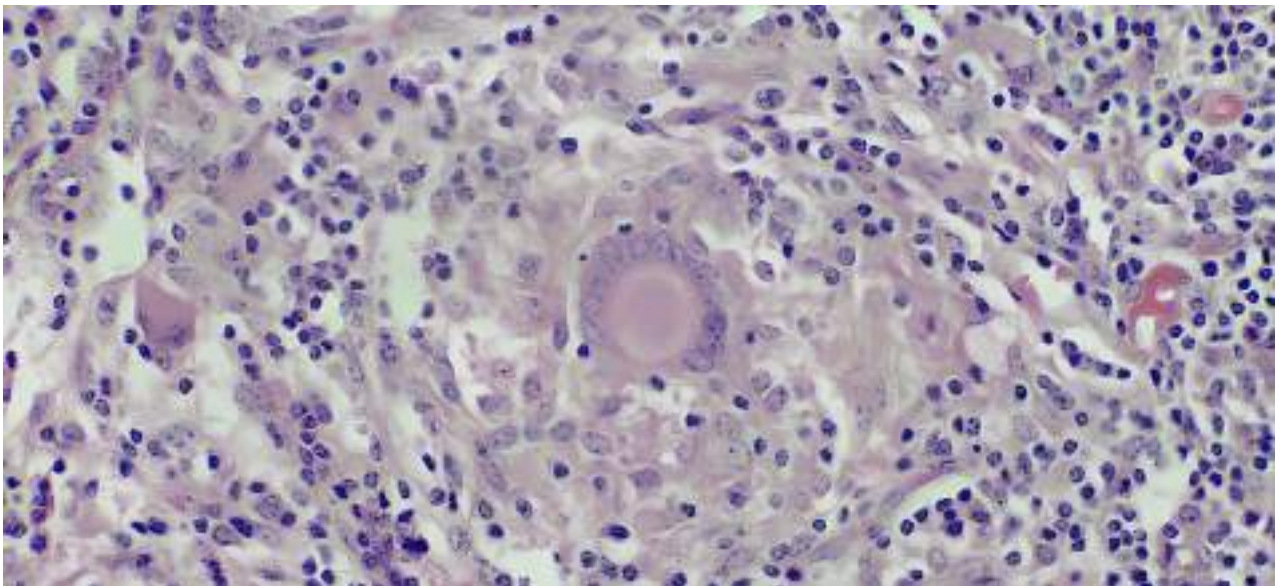


Figura 3. Granuloma constituído por macrófagos epitelióides, halo linfocitário e centrado por célula gigante multinucleada tipo Langerhans (400X, HE).



Figura 4. Processo inflamatório crônico granulomatoso com áreas de fibrose e necrose caseosa. (100X, HE)

PROCESSO INFLAMATÓRIO CRÔNICO GRANULOMATOSO IMUNOLÓGICO NA TUBERCULOSE

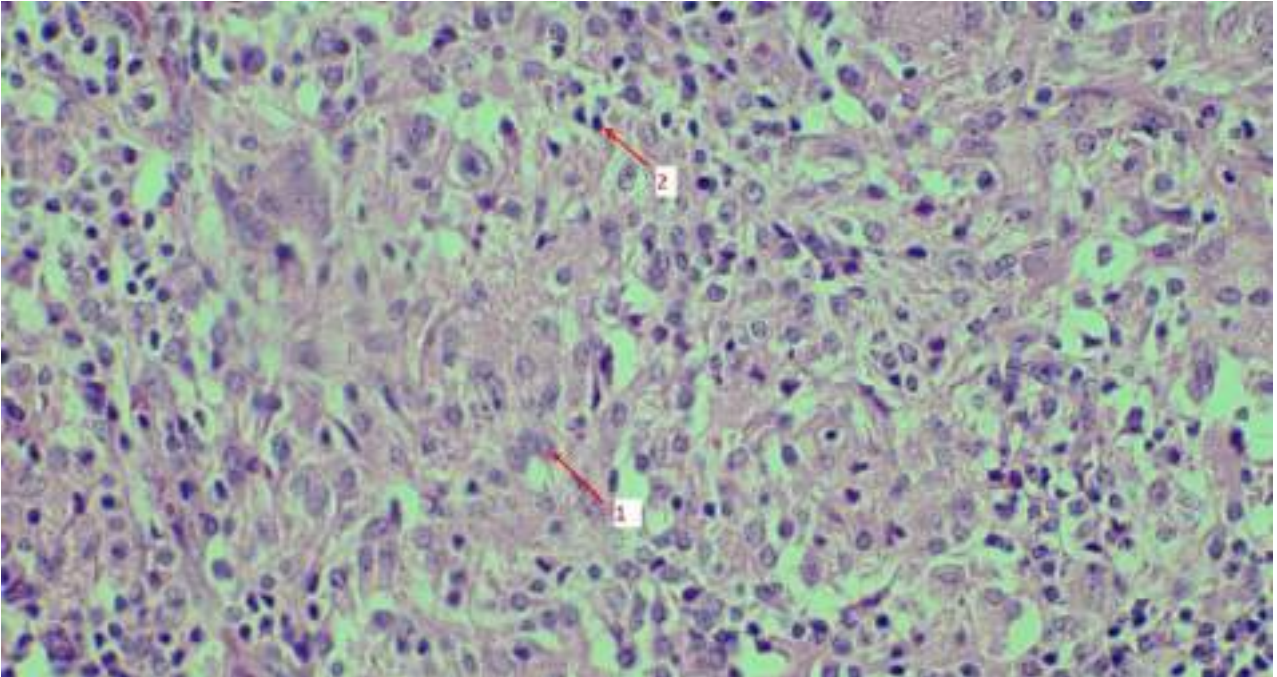


Figura 5. Granuloma com identificação celular. 1: Macrófago epitelióide; 2: Linfócito. (400X, HE).

Outro achado característico é a presença de células gigantes multinucleadas do tipo Langhans, originadas pela fusão de macrófagos ativados. Essas células apresentam abundante citoplasma e múltiplos núcleos distribuídos periféricamente em formato de ferradura ou semicírculo, constituindo importante marcador morfológico da resposta granulomatosa. As células gigantes multinucleadas do tipo Langhans podem ser observadas em diferentes aumentos microscópicos (**Figuras 1, 3 e 6**).

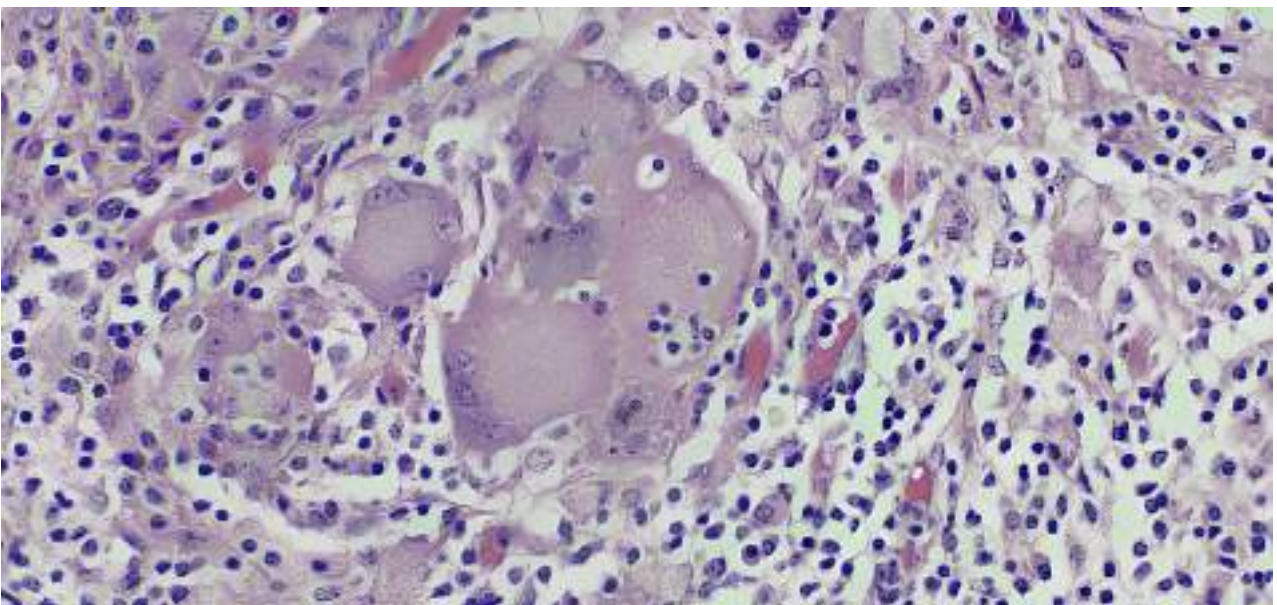


Figura 6. Aglomerado de células gigantes multinucleadas e tipo Langerhans. (400X, HE).



PROCESSO INFLAMATÓRIO CRÔNICO GRANULOMATOSO IMUNOLÓGICO NA TUBERCULOSE

A necrose caseosa corresponde à principal característica microscópica da tuberculose. Histologicamente, apresenta-se como uma área amorfa eosinofílica, acelular, formada por debris celulares e perda completa da arquitetura tecidual. Esse padrão pode ser observado nas Figuras 2 e 4, que demonstram áreas centrais de necrose caseosa e seus respectivos debris celulares. Além disso, áreas de fibrose associadas ao processo inflamatório crônico são evidenciadas (**Figura 7**).

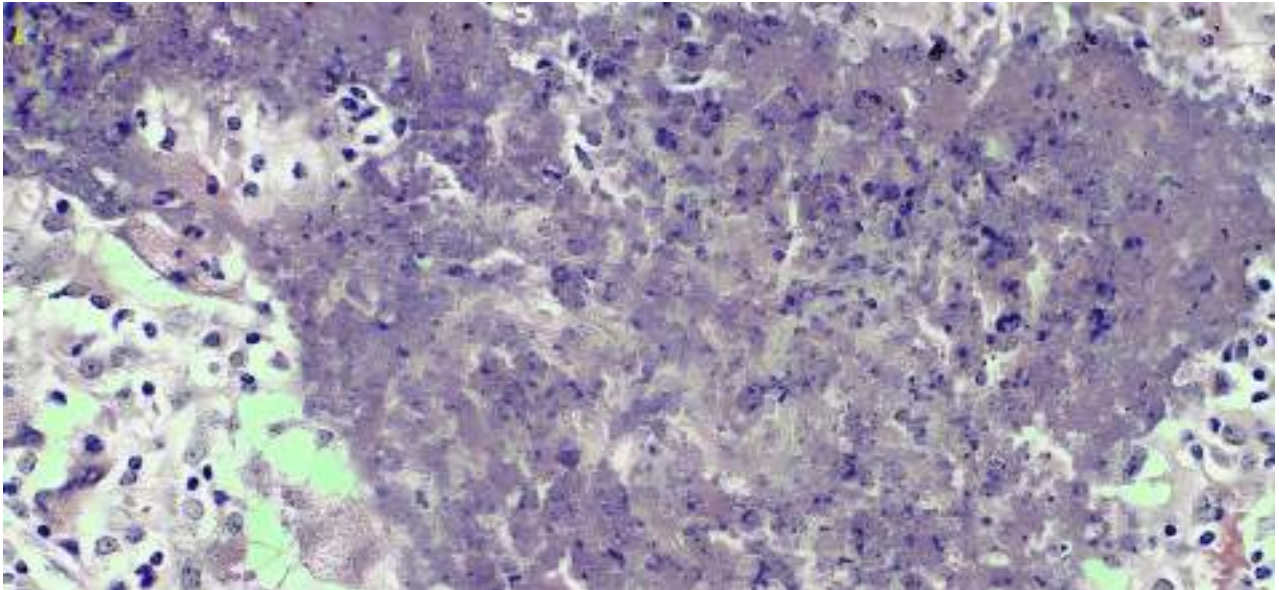


Figura 7. Debris celulares da necrose caseosa. (400X, HE).

A confirmação etiológica pode ser realizada por meio de colorações especiais para bacilos álcool-ácido resistentes (BAAR). Na coloração de Ziehl-Neelsen, os bacilos aparecem como estruturas finas e avermelhadas distribuídas entre as áreas inflamatórias e necróticas, permitindo a identificação do *Mycobacterium tuberculosis*. A demonstração dos BAAR pode ser observada na Figura 8.

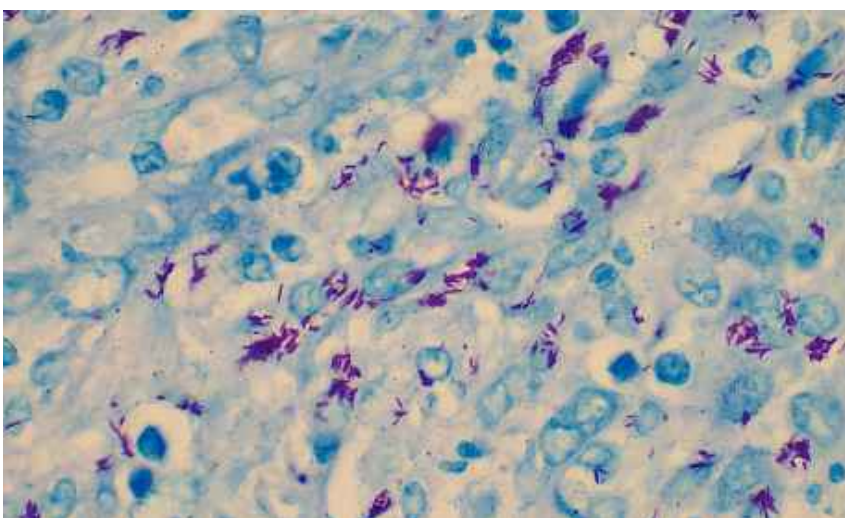


Figura 8. Coloração de Ziehl-Neelsen demonstrando bacilos álcool ácido resistentes de *Mycobacterium* sp. (1000X, HE).

PROCESSO INFLAMATÓRIO CRÔNICO GRANULOMATOSO IMUNOLÓGICO NA TUBERCULOSE

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A tuberculose representa um importante exemplo de processo inflamatório crônico granulomatoso imunológico, no qual a resposta celular do hospedeiro desempenha papel fundamental tanto no controle da infecção quanto na produção das lesões teciduais características da doença. A formação de granulomas, a presença de células gigantes tipo Langhans e a necrose caseosa constituem os principais achados morfológicos observados nessa enfermidade.

As alterações macroscópicas e microscópicas possuem grande importância diagnóstica e permitem compreender a fisiopatologia da infecção pelo *Mycobacterium tuberculosis*. O reconhecimento desses aspectos anatomopatológicos, associado à correlação clínica e laboratorial, contribui para o diagnóstico adequado, o tratamento oportuno e o controle da disseminação da doença na população.

REFERÊNCIAS

Kumar, V., Abbas, A. K., & Aster, J. C. (2023). Robbins & Cotran patologia: Bases patológicas das doenças (10. ed.). Guanabara Koogan.

Ministério da Saúde. (s.d.). Tuberculose. Governo Federal. Recuperado em 24 de maio de 2026, de <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/t/tuberculose>

Silva, D. R., Rabahi, M. F., Sant'Anna, C. C., Silva-Junior, J. L. R., Capone, D., Bombarda, S., Miranda, S. S. de, Rocha, J. L. da, Dalcolmo, M. M. P., Rick, M. F., Santos, A. P., Dalcin, P. de T. R., Galvão, T. S., & Mello, F. C. de Q. (2021). Consenso sobre o diagnóstico da tuberculose da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, 47(2), e20210054. <https://doi.org/10.36416/1806-3756/e20210054>

