

O PAPEL DA COLORAÇÃO DE ZIEHL-NEELSEN NA IDENTIFICAÇÃO DE BACILOS ÁLCOOL-ÁCIDO RESISTENTES EM CASOS DE TUBERCULOSE

Isabelly Pereira Rodrigues¹; Natália Oliveira Totti de Lara²

¹Autora, discente do curso de Biomedicina da Faculdade Galileu; ²Orientadora, docente do curso de Biomedicina da Faculdade Galileu.

Endereço eletrônico: Isard2020@hotmail.com

RESUMO

A coloração de Ziehl-Neelsen é importante para a identificação de bacilos álcool-ácido resistentes (BAAR) em casos de tuberculose. O *Mycobacterium tuberculosis* apresenta uma parede rica em lipídios, principalmente ácido micólico, o que confere resistência à descoloração álcool-ácido. A técnica consiste na aplicação da fúcsia fenicada aquecida, fazendo com que o corante penetre a parede bacteriana, após isso será utilizado a solução álcool-ácido para remover o excesso de corante das estruturas que não tem a mesma composição, por fim aplica-se o corante de contraste, para dar o fundo, permitindo a visualização dos bacilos em microscopia óptica. Realizou-se revisão bibliográfica descritiva, para avaliar as vantagens da coloração ZN e justificar seu uso contínuo, como sensibilidade, custo e aplicabilidade em laboratórios de análises clínicas. A revisão da enfoque na história da tuberculose, que apresenta elevada capacidade de disseminação, sendo um grave problema de saúde pública até os dias atuais. Conclui-se que, apesar do avanço de métodos moleculares e da microscopia por fluorescência, a ZN permanece relevante por sua simplicidade, baixo custo e possibilidade de implementação em contextos com infraestrutura limitada.

Palavras-chave: Ácido micólico; Fucsina fênica; *Mycobacterium tuberculosis*; Baciloscopia; Micobactérias.

1 INTRODUÇÃO

A tuberculose (TB) é uma doença infectocontagiosa milenar causada pelo *Mycobacterium tuberculosis*, também conhecido como bacilo de Koch. Apesar dos avanços da medicina, a tuberculose ainda representa um grave problema de saúde pública em escala mundial (BRASIL, 2019). A Organização Mundial da Saúde (OMS) estima cerca de 10,8 milhões de novos casos a cada ano, sendo uma das principais causas de morte por doença infecciosa, especialmente em países em desenvolvimento. Sua transmissão ocorre principalmente pela via aérea, através da inalação de partículas expelidas por pessoas infectadas (WHO, 2024).

Do ponto de vista patológico, a tuberculose caracteriza-se por uma resposta inflamatória crônica, com formação de granulomas que frequentemente evoluem para necrose caseosa. Esses granulomas são compostos por macrófagos, células epitelioides e linfócitos e, quando não diagnosticada e tratada precocemente, a doença pode se espalhar para outros órgãos além dos pulmões, como rins, ossos e sistema nervoso central, gerando a tuberculose extrapulmonar, agravando o prognóstico do paciente (KUMAR et al., 2021).

O diagnóstico utiliza técnicas citológicas, histológicas e moleculares, que permitem a identificação direta de estruturas celulares e agentes infecciosos. Entre os métodos disponíveis, a coloração de Ziehl-Neelsen destaca-se como técnica clássica para a detecção dos bacilos álcool-ácido resistentes (BAAR), grupo no qual se inclui o *Mycobacterium tuberculosis*. Essa técnica é de baixo custo, relativamente simples e pode ser aplicada tanto em exames de escarro quanto em amostras de tecido, sendo considerada um dos pilares do diagnóstico laboratorial da tuberculose (KONEMAN et al., 2012).

A coloração de Ziehl-Neelsen baseia-se na afinidade da fucsina fenicada pelo alto teor lipídico da parede micobacteriana, onde a penetração do corante sob ação do calor, o bacilo torna-se resistente à descoloração por álcool-ácido, mantendo-se corado em vermelho-escuro, em contraste com o fundo azul-claro ou verde, dependendo do corante de contraste utilizado. Essa característica possibilita a visualização direta dos bacilos em microscopia óptica, permitindo diagnósticos rápidos e confiáveis em muitos contextos clínicos e laboratoriais (MADHUKAR PAI, et.al 2016).

O biomédico desempenha papel essencial nesse processo, atuando na realização das técnicas de coloração, na análise microscópica, na biossegurança de todo processo e na interpretação dos resultados, além de contribuir no controle de qualidade das análises e na integração dos dados laboratoriais com a equipe, auxiliando na conduta clínica do paciente, a sua atuação é decisiva não apenas para o diagnóstico individual, mas também para o monitoramento epidemiológico, fundamental no controle da tuberculose como problema de saúde pública. A Resolução nº 239, de 29 de maio de 2014, do Conselho Federal de Biomedicina, publicada no Diário Oficial da União no dia 8 de julho de 2014 regulamenta a habilitação do biomédico em Histotecnologia Clínica, onde o profissional pode processar amostras histológicas para análises histológicas, citoquímicas, microscópicas e moleculares,

realizar técnicas auxiliares de necropsia, participar de análises forenses e atuar na gestão e controle de qualidade de laboratórios. (CFBM, 2014).

Diante da relevância da tuberculose como problema de saúde pública e da necessidade de métodos diagnósticos acessíveis e eficazes, este trabalho tem como objetivo analisar o papel da colocação de Ziehl-Neelsen na identificação de bacilos álcool-ácido resistentes, destacando seus princípios técnicos, importância diagnóstica, vantagens, limitações e a contribuição do biomédico na aplicação e interpretação dessa metodologia.

2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

A tuberculose (TB), também conhecida ao longo do tempo como “doença do peito”, “tísica pulmonar” ou “peste branca”, acompanha a humanidade há milênios, sendo algumas evidências arqueológicas observadas em múmias do Egito, que demonstraram sinais da doença há pelo menos quatro mil anos, Hipócrates já descrevia a TB como a enfermidade mais disseminada e letal de seu tempo (CCMS, 2016). Pesquisas genéticas atuais sugerem que o bacilo causador da doença pode ter evoluído entre 15 e 20 mil anos atrás a partir de outras espécies do gênero *Mycobacterium* (BRASIL, 2014).

O nome “tuberculose” só foi atribuído em 1839 por Johann Lukas Schoenlein, mas quem descreveu o bacilo *Mycobacterium tuberculosis*, em 1882 foi Heinrich Hermann Robert Koch revolucionando o entendimento sobre a doença até o momento. Por esse feito ele recebeu o Prêmio Nobel de Medicina em 1905, entretanto, ele próprio não reconheceu a semelhança entre as tuberculoses bovina e humana, o que atrasou medidas como a pasteurização do leite (SILVA. M, 2018).

A visão médica do século XIX ligava a TB diretamente às condições sociais em que a população vivia, onde as moradias mais precárias eram vistas como o principal foco de contaminação, sem o tratamento eficaz e com conhecimento limitado, acreditava-se que a doença era fruto de predisposição hereditária ou de uma saúde física frágil. (BRASIL, 2014)

No final do século XIX, a tuberculose era responsável por um alto índice de mortalidade, e apenas após 1880, veio a confirmação que seria uma doença contagiosa, onde se tornou obrigatória a notificação (SILVA. M, 2018). O tratamento baseava-se principalmente no isolamento dos doentes em sanatórios, locais com regras rígidas que, apesar do ar fresco e de alguma melhora de higiene, ainda registravam cerca de 75% de mortes em menos de cinco anos (CCMS, 2016).

No começo do século XX, além do isolamento, surgiram as primeiras medidas preventivas, em 1906, Albert Calmette e Jean-Marie Camille Guérin desenvolveram a vacina BCG, produzida a partir de linhagens atenuadas da tuberculose bovina. Sua aplicação em humanos teve início em 1921, embora só tenha sido amplamente aceita após a Segunda Guerra Mundial, por todo preconceito e falta de informação envolvida, muitos se recusaram a se vacinar (CCMS, 2016).

Alguns parâmetros atuais evidenciam a transformação dos índices em comparação com anos anteriores, demonstrando uma queda significativa em relação a mortalidade. Contudo, a tuberculose ainda é algo preocupante e que está longe de desacelerar. Segundo a “*Global Tuberculosis Report 2024*”, entre 2015 e 2023 (Fig. 1), a taxa global de incidência da doença apresentou uma redução acumulada de apenas 8,3%, número ainda muito distante da meta da “Estratégia Fim da TB” da Organização Mundial da Saúde (OMS), que previa um decréscimo de 50% até 2025. Essa redução ocorreu de forma desigual: as regiões da África e da Europa da OMS apresentaram os maiores avanços, com quedas de 24% e 27% respectivamente, enquanto 79 países alcançaram reduções iguais ou superiores a 20%. No mesmo período, o número global de mortes causadas pela tuberculose diminuiu 23%, aproximando-se gradualmente da meta de redução de 75% estabelecida para 2025. Essa queda foi mais pronunciada na África (42%) e na Europa (38%), com 43 países atingindo reduções iguais ou superiores a 35% no número de óbitos (WHO, 2024).

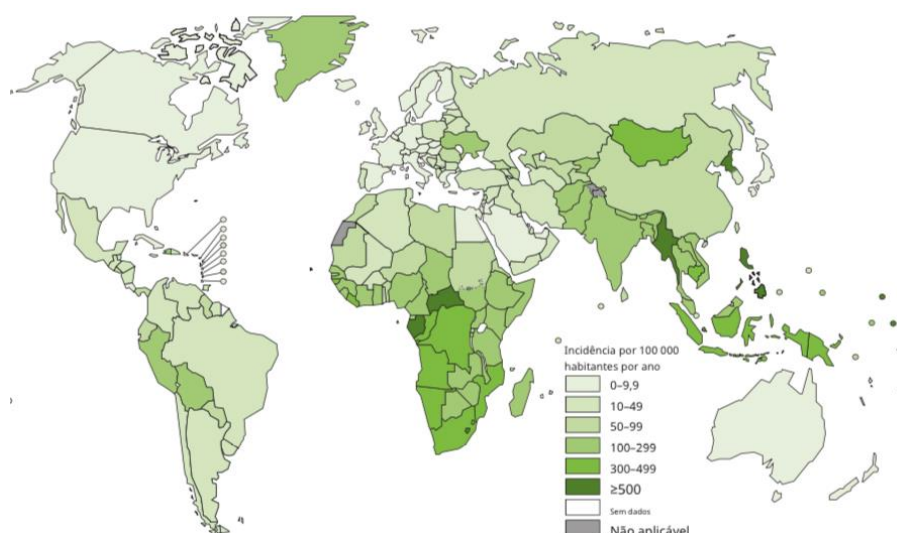


Figura 1. Número estimado de casos incidentes de TB em 2023, para países com pelo menos 100.000 casos incidentes (Fonte: Retirado de WHO, 2024).

Em 2023 a tuberculose ainda foi provavelmente a principal causa de morte por um agente infeccioso único no mundo, com estimativa de 1,25 milhão de óbitos, incluindo 1,09 milhão entre pessoas HIV-negativas e 161 mil entre pessoas vivendo com HIV. No que diz respeito à incidência, os números subiram de 10,1 milhões de novos casos em 2020 para 10,4 milhões em 2021, 10,7 milhões em 2022 e chegaram a 10,8 milhões em 2023, o que representa uma taxa global de 134 casos por 100 mil habitantes neste último ano. A maioria dos casos continua concentrada em 30 países de alta carga, com destaque para Índia, Indonésia, China, Filipinas e Paquistão, que juntos representam mais da metade das ocorrências mundiais, o relatório também evidencia uma melhora no diagnóstico e tratamento pós-pandemia: o número de pessoas diagnosticadas subiu para 8,2 milhões em 2023, acima dos níveis pré-covid, e a taxa de sucesso terapêutico para tuberculose sensível permaneceu alta em 88%, com melhora para 68% em casos resistentes. Esses dados mostram que, apesar de avanços significativos, os índices ainda não acompanham o ritmo necessário para atingir as metas internacionais, exigindo ampliação dos esforços de prevenção, diagnóstico, tratamento e apoio social (WHO, 2024).

O agente etiológico da tuberculose pertence a um grupo de bacilos conhecido pela característica de serem álcool-ácido resistentes. Essa propriedade está diretamente ligada à estrutura diferenciada de sua parede celular, onde apresenta uma composição complexa que a diferencia de bactérias comuns. A camada mais interna é formada por peptidoglicano, responsável pela rigidez estrutural, onde a matriz está covalentemente ligada a um polissacarídeo chamado arabinogalactana, que funciona como conexão entre o peptidoglicano e a camada mais externa (MONIKA JANKUTE, et al 2015). A última camada é composta por ácidos micólicos, lipídios de cadeia longa que conferem alta hidrofobicidade à parede celular e, vinculados a esses lipídios, encontram-se diversas proteínas e glicolipídios, como o lipoarabinomanano (LAM), que desempenham papéis na modulação da resposta imune do hospedeiro. Além de atuar como barreira protetora, a parede celular pode ser comparada a uma cápsula multilaminar formada por diferentes biomoléculas, como peptidoglicanos, arabinogalactana e ácidos micólicos, que funcionam como um verdadeiro escudo contra agressões externas (MONIKA JANKUTE, et al 2015).

A infecção por *Mycobacterium tuberculosis* tem início quando o bacilo é inalado e alcança os alvéolos pulmonares (Fig. 2); no primeiro momento a barreira de defesa é formada pelos macrófagos alveolares, que tentam fagocitar e destruir os bacilos. Quando essa resposta inicial não é suficiente, o microrganismo consegue penetrar no tecido intersticial pulmonar, seja

ao infectar diretamente o epitélio alveolar ou através da migração de macrófagos já colonizados para o parênquima (MADHUKAR PAI, et.al 2016). Segundo os autores, as células dendríticas e monócitos inflamatórios podem capturar os bacilos e transportá-los até os linfonodos regionais, onde ocorre a ativação de células T específicas, desencadeando o recrutamento de diferentes componentes do sistema imune, como linfócitos T, B e outros mediadores, levando à formação de uma estrutura característica chamada granuloma, atuando como tentativa do organismo de conter a multiplicação bacteriana, podendo manter a infecção em estado latente (MADHUKAR PAI, et.al 2016).

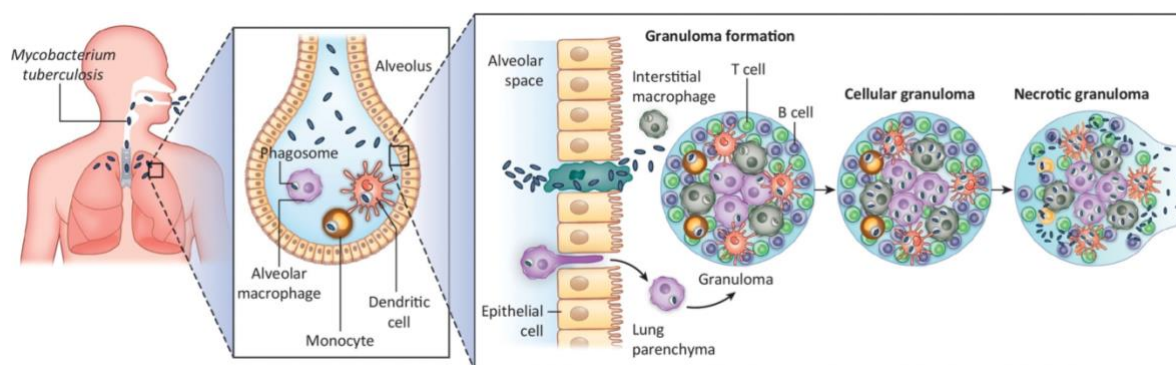


Figura 2. Mecanismo de infecção pelo bacilo da tuberculose. (Fonte: KOCH, 2018).

Quando a carga de bacilos aumenta além da capacidade de contenção, o granuloma sofre desorganização gradativa e as micobactérias se replicam em seu interior. Nessa situação, os bacilos podem se disseminar pela corrente sanguínea, atingindo órgãos extrapulmonares ou retornar ao trato respiratório, de onde passam a ser eliminados para o meio externo (MONIKA JANKUTE, et al 2015). Nesse estágio o indivíduo apresenta sintomas, torna-se contagioso e é classificado como portador de tuberculose ativa. Do ponto de vista clínico, denomina-se tuberculose primária aquela que ocorre em pessoas nunca expostas ao *M. tuberculosis*, já na tuberculose secundária resulta a reativação de uma infecção latente adquirida previamente. Existe ainda a forma miliar, caracterizada por disseminação hematogênica difusa, que compromete os pulmões e pode alcançar múltiplos órgãos (MADHUKAR PAI, et.al 2016).

Diversas enzimas presentes no arranjo lipídico e polissacarídico da parede celular constituem alvos terapêuticos importantes: fármacos como a isoniazida, o etambutol, a cicloserina, a delamanida e a pretomanida agem interferindo na síntese desses componentes estruturais, bloqueando etapas essenciais da formação da parede e comprometendo a sobrevivência bacteriana. O estudo dessa organização molecular é fundamental não apenas para

explicar a resistência do bacilo, mas também para orientar o desenvolvimento de novos agentes antimicrobianos (MONIKA JANKUTE, et al 2015).

Dessa forma, devido à predominância de lipídios, a parede do *M. tuberculosis* funciona como uma barreira protetora contra agentes químicos, detergentes e muitos antibióticos, além de favorecer a sobrevivência do bacilo em ambientes hostis, como dentro de macrófagos ativados. Essa estrutura também explica a lentidão no crescimento bacteriano, já que o metabolismo celular é direcionado para a manutenção dessa parede de extrema complexidade (SILVA. M, 2018).

O princípio da resistência álcool-ácido está justamente nos ácidos micólicos, durante a coloração de Ziehl–Neelsen, a fucsina fenicada aquecida consegue penetrar essa parede rica em lipídios. O contato com o corante não é removido mesmo com a aplicação de soluções de álcool-ácido, o que distingue as micobactérias de outros bacilos, esse fenômeno é fundamental para a identificação laboratorial, motivo pelo qual esses organismos recebem a designação de bacilos álcool-ácido resistentes (BAAR) (KUMAR et al., 2021).

A cultura de *Mycobacterium tuberculosis* é considerada o padrão-ouro, permitindo o isolamento do microrganismo e o teste de sensibilidade aos medicamentos, mas, o seu maior obstáculo é o tempo: em meios sólidos, como o Lowenstein-Jensen, o crescimento pode levar de 3 a 8 semanas (KASSAZA et al., 2014). Em sistemas líquidos, como o MGIT, o resultado pode sair em 1 a 3 semanas, mas com custo e complexidade técnica mais altos (ASM, 2015).

A história da coloração de Ziehl–Neelsen começa ao final do século XIX, período em que o estudo das doenças infecciosas estava em rápida expansão (KUMAR et al., 2021). Em 1882, o médico alemão Robert Koch identificou o *Mycobacterium tuberculosis* como o agente causador da tuberculose, pouco depois, Franz Ziehl desenvolveu um corante à base de fucsina capaz de penetrar a parede celular rica em lipídios (KUMAR et al., 2021).

Friedrich Neelsen aperfeiçoou o método ao introduzir o uso de calor, facilitando a fixação da fucsina fenicada (ASM, 2015). O resultado foi uma técnica simples, reprodutível e extremamente útil, que se tornou uma das principais ferramentas da microbiologia diagnóstica (KUMAR et al., 2021). Entre os métodos clássicos, a coloração de Ziehl–Neelsen ganha destaque pela simplicidade, baixo custo e eficiência, sendo capaz de observar em poucas horas, sob microscópio óptico, a presença de bacilos álcool-ácido resistentes (BAAR) que confirmam a suspeita clínica de tuberculose ativa (WHO, 2024). O método é versátil, podendo ser utilizado em amostras de escarro, fragmentos teciduais e líquidos corporais (HOOJA et al., 2011). Sua

praticidade faz com que continue sendo amplamente adotada como técnica de triagem inicial para diagnóstico rápido da tuberculose (WHO, 2024).

O princípio da coloração Ziehl–Neelsen baseia-se na parede celular diferenciada das micobactérias, composta por lipídios de cadeia longa, chamados ácidos micólicos, que dificultam a penetração de corantes convencionais. O uso da fucsina fenicada aquecida permite que o corante atravesse essa barreira lipídica, após a aplicação do álcool-ácido, os bacilos retêm o corante devido à sua impermeabilidade (ASM, 2015). Sob o microscópio, os bacilos aparecem em vermelho sobre fundo azul ou verde, dependendo do contraste usado (CDC, 2016). Essa característica define a resistência álcool-ácido e constitui o fundamento técnico da identificação microscópica (ASM, 2015).

Inicialmente, o esfregaço é preparado sobre uma lâmina de vidro limpa e seca (Fig. 3), sendo posteriormente fixado pelo calor ou em casos de tecidos, por spray fixador, o que tem por objetivo aderir firmemente o material à lâmina e inativar microrganismos potencialmente infecciosos, tornando a amostra mais segura para o manuseio (ASM, 2015). A fixação térmica também preserva a morfologia das células, evitando que sejam removidas durante as etapas subsequentes de lavagem e descoloração (KONEMAN et al., 2012). A etapa seguinte consiste na aplicação do corante primário, a fucsina fenicada (carbolfucsina), que é aquecida suavemente até liberar vapores (ASM, 2015). O calor tem a função de aumentar a permeabilidade da parede celular micobacteriana, composta por ácidos micólicos, permitindo que o corante penetre nas camadas lipídica mais profundas (KUMAR et al., 2021). O fenol presente na solução atua como um agente facilitador de penetração, dissolvendo parcialmente os lipídios e promovendo maior fixação do corante (FORBES et al., 2017).



Figura 3. Passo a passo da técnica Ziehl-Neelsen. Fonte: Autoria própria. 2025.

A fucsina básica, por sua vez, é um corante catiônico que se liga fortemente a componentes aniônicos do citoplasma bacteriano, proporcionando a coloração vermelho-intensa típica das micobactérias (ASM, 2015). Essa combinação de calor e fenol é o que garante o sucesso da coloração, pois permite que o corante atravessasse a parede celular extremamente hidrofóbica e resistente (KONEMAN et al., 2012). Após a aplicação da fucsina fenicada e o tempo adequado de exposição, a lâmina é lavada com água corrente (Fig. 3) ou destilada para remover o excesso de corante livre (CDC, 2016). Em seguida (Fig.3), é submetida à descoloração com álcool-ácido, geralmente uma mistura de etanol e ácido clorídrico, etapa responsável por diferenciar as micobactérias das demais bactérias não ácido-resistentes (ASM, 2015). Esse processo remove o corante das células comuns, mas não das micobactérias, cuja parede rica em ácidos micólicos impede a saída da fucsina (KUMAR et al., 2021).

O resultado dessa etapa é que apenas os bacilos álcool-ácido resistentes permanecem corados em vermelho, enquanto o restante do material perde completamente a coloração, a próxima etapa é a contra-coloração, que utiliza corantes como o azul de metileno ou o verde malaquita, essa fase tem a função de oferecer contraste óptico, permitindo a visualização clara dos bacilos vermelho-intensos sobre um fundo azul ou esverdeado (FORBES et al., 2017). Além de proporcionar um fundo uniforme, o corante secundário auxilia na distinção entre material celular, muco e detritos da amostra (ASM, 2015). O resultado observado ao microscópio óptico, sob objetiva de imersão, é característico: bacilos finos, levemente curvos e de coloração vermelho-fúcsia sobre fundo azul (Fig. 4), o que confirma a presença de *Mycobacterium tuberculosis* (WHO, 2024).

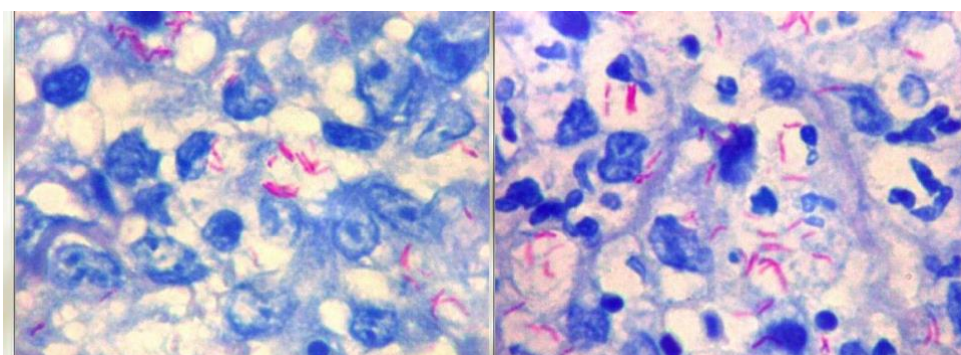


Figura 4. Bacilos de *M. tuberculosis* corados pela técnica de Ziehl-Neelsen. Fonte: Anaptpat UNICAMP, 2016. Disponível em: <https://anaptpat.unicamp.br/nptneurotbc2.html>. Acesso em 24/09/2025.

O critério de avaliação e interpretação da técnica em baciloscopia padronizado pela OMS, consiste conforme dados da Tab.1:

Carga bacilar	Resultado
Nenhum BAAR em 100 campos	Negativo
1 a 9 BAAR em 100 campos	Relata apenas a quantidade encontrada
10 a 99 BAAR em 100 campos	Positivo +
1 a 10 BAAR nos primeiros 50 campos	Positivo ++
10 BAAE por campo , nos 20 primeiros	Positivo +++

Tabela 1. Critérios de avaliação da técnica com a carga bacilar (à esquerda) e resultado (à direita). Fonte: Autoria própria, baseado em WHO, 2024.

A técnica de Ziehl–Neelsen apresenta limitações importantes na prática diagnóstica, o de umas das principais é a baixa sensibilidade em amostras paucibacilares, já que são necessários aproximadamente 10^4 bacilos/mL para que a baciloscopia se torne positiva. Esse fator reduz a detecção em pacientes com HIV, crianças e formas extrapulmonares da doença (WHO, 2024). Outro ponto negativo é que a técnica não avalia viabilidade bacteriana, ou seja, não diferencia bacilos vivos de mortos, tornando-a insuficiente o monitoramento de resposta com a ação de fármacos.

Quando falamos do diagnóstico laboratorial da tuberculose a biossegurança é um fator indispensável, pois o manuseio de amostras suspeitas exige rigoroso cumprimento das normas de contenção biológica (CDC, 2016). O *Mycobacterium tuberculosis* é classificado como agente de risco biológico de classe 3, portanto, as amostras devem ser manipuladas preferencialmente em cabines de segurança biológica (CSB tipo II) (WHO, 2024). É obrigatória a utilização de equipamentos de proteção individual (EPI), como jaleco fechado, luvas, máscara PFF2 (ou N95) e óculos de proteção (ASM, 2015). Além disso, a coloração com aquecimento deve ser feita sob exaustão adequada, para evitar a liberação de vapores fenolados (KONEMAN et al., 2012). As superfícies de trabalho devem ser descontaminadas com soluções desinfetantes, como hipoclorito de sódio, antes e após o procedimento (CDC, 2016). O descarte de lâminas e resíduos deve seguir os protocolos de resíduos infectantes, assegurando a segurança do profissional e do ambiente laboratorial (WHO, 2024).

Com o passar do tempo, surgiram variações do método Ziehl–Neelsen, buscando otimizar o processo, entre elas, o método Kinyoun elimina a necessidade de aquecimento ao aumentar a concentração de fenol e carbolfucsina (FORBES et al., 2017). Outra variação é

a técnica com terebentina, que utiliza esse solvente orgânico para facilitar a penetração do corante na parede celular, dispensando o uso de calor (KONEMAN et al., 2012). A terebentina atua como um agente de difusão da fucsina, promovendo uma coloração mais uniforme e eficiente mesmo em amostras espessas, essas adaptações foram criadas para tornar o processo mais seguro e acessível, especialmente em locais com pouca estrutura (FORBES et al., 2017).

A coloração Ziehl–Neelsen e suas variações demonstram alta especificidade e raramente produzem falsos positivos quando executadas corretamente, sua reprodutibilidade e aplicabilidade universal fazem dela uma técnica essencial em programas de controle da tuberculose (WHO, 2024). Modificações como a concentração por hipoclorito e centrifugação aumentam sua sensibilidade sem comprometer a simplicidade (CDC, 2016). Mesmo com o avanço das técnicas moleculares, a coloração ZN continua sendo uma ferramenta indispensável, sustentando o diagnóstico em larga escala pela sua rapidez em relação ao resultado e seu baixo custo (WHO, 2024).

Portanto, a coloração de Ziehl–Neelsen, seja em sua forma clássica ou adaptada, representa o ponto de partida de uma cadeia diagnóstica essencial, onde sua confiabilidade, rapidez e baixo custo fazem dela um método insubstituível, especialmente em locais de recursos limitados (WHO, 2024). Mesmo após mais de um século, continua sendo um dos pilares da microbiologia diagnóstica, permitindo identificar com precisão o agente causador da tuberculose (KUMAR et al., 2021).

Atualmente, a identificação laboratorial da tuberculose pode combinar métodos clássicos e tecnologias modernas, sendo que a cultura e a coloração direta ainda são fundamentais em muitos países, enquanto técnicas baseadas em fluorescência, testes moleculares (como PCR) e sistemas de cultura automatizados oferecem ganhos de sensibilidade e rapidez (WHO, 2024). Cada método tem seus pontos fortes e limitações, sendo a escolha influenciada pela infraestrutura do laboratório e pela necessidade clínica (WHO, 2024).

Os testes moleculares, como o Xpert MTB/RIF e o Xpert Ultra, revolucionaram a triagem da tuberculose, permitindo detectar o DNA do *M. tuberculosis* e a resistência à rifampicina em poucas horas, a Organização Mundial da Saúde recomenda seu uso como teste inicial em locais de referência (WHO, 2021). Apesar disso, por exigirem equipamentos e custos mais elevados, ainda não substituem métodos microscópicos em regiões de poucos recursos (WHO, 2024). A microscopia por fluorescência, com corantes como Auramina-O, oferece maior sensibilidade e rapidez de leitura, especialmente em amostras paucibacilares. Contudo,

o alto custo dos microscópios fluorescentes e a necessidade de manutenção contínua acaba limitando seu uso em alguns laboratórios (HOOJA et al., 2011). Além disso, por se basear em fluorescência, pode gerar falsos positivos ocasionais, exigindo confirmação com técnicas complementares (DZODANU et al., 2019).

3 METODOLOGIA

Este trabalho consiste em uma revisão bibliográfica de caráter qualitativo, exploratório e descritivo, voltada à análise crítica de publicações científicas sobre o tema escolhido “O papel da coloração de Ziehl-Neelsen na identificação de bacilos álcool-ácidos resistentes em casos de tuberculose”.

A pesquisa bibliográfica foi realizada entre junho/2025 a outubro/2025, tendo como base os dados do SciELO, PubMed, LILACS, e Google Acadêmico. Foram utilizadas palavras-chaves como; Ácido micólico; Fucsina fênica; *Mycobacterium tuberculosis*; Baciloscopia e Micobactérias, combinados com operadores do tipo AND e OR. Foram incluídos artigos científicos, revisões, livros, capítulos e teses publicados entre 2010 e 2025, em português, inglês ou espanhol. A seleção dos materiais iniciou-se com leitura de títulos e resumos, em seguida os textos selecionados foram avaliados integralmente para extração e análise crítica das informações.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo dessa revisão descritiva foi demonstrar o uso da coloração de Ziehl-Neelsen na identificação de bacilos álcool-ácidos resistentes em casos de tuberculose. Conclui-se que, como principal ponto positivo, a eficiência e a capacidade de adaptação da técnica original a diferentes situações e estruturas laboratoriais, destacando sua simplicidade e rapidez na detecção do patógeno, porém ainda existem pontos a melhorar, como sua sensibilidade em amostras paucibacilares. A tuberculose ainda ocupa o primeiro lugar entre as causas de morte por doença infecciosa e está longe de ser erradicada; por isso, sua detecção rápida é extremamente importante. O biomédico trabalha diretamente na execução dos procedimentos padrão necessários para o alcance de um diagnóstico adequado, sendo indispensável sua colaboração nesse processo. Assim, trabalhos futuros devem focar no aprimoramento e novas

adaptações da sensibilidade da baciloscopia, na integração com métodos moleculares e na implementação de abordagens que automatizem,, visando ampliar a eficiência diagnóstica e fortalecer o controle da tuberculose.

REFERÊNCIAS

ANATPAT UNICAMP. Bacilos de *M. tuberculosis* corados pela técnica de Ziehl-Neelsen. Disponível em: <https://anatpat.unicamp.br/nptneurotbc2.html>. Acesso em 24 de setembro de 2025.

ASM. Protocolos de coloração ácido-resistente. Sociedade Americana de Microbiologia. Disponível em: <https://asm.org/asm/media/protocol-images/acid-fast-stain-protocols.pdf?ext=.pdf>. Acesso em: 10 de julho. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Tuberculose. Brasília, DF. 2014. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/t/tuberculose>. Acesso em: 25 de setembro. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Manual de recomendações para o controle da tuberculose no Brasil: 2ª edição atualizada. Brasília, DF, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/svsa/tuberculose/manual-de-recomendacoes-e-controle-da-tuberculose-no-brasil-2a-ed.pdf/view>. Acesso em: 25 setembro. 2025.

CCMS. Centro Cultural do Ministério da Saúde. Imagens da peste branca: Memória da tuberculose, 2016. Disponível em: <http://www.ccs.saude.gov.br/peste-branca/tb-historia.php>. Acesso em: 10 jul. 2025.

CDC. Centro de controle e prevenção de doenças. USA. 2016. Disponível em: <https://www.cdc.gov/tb/topic/basics/tbhivcoinfectionhttps://www.cdc.gov/tb/topic/basics/tbhivcoinfection.htm.htm>. Acesso em: 27 de setembro. 2025.

CFBM. Conselho Federal de Biomedicina. Resolução Nº 239, de 29 de maio de 2014. Dispõe sobre a atribuição do profissional Biomédico habilitado em Histotecnologia Clínica. Brasília, 2014.

DZODANU, E. G. et al. Diagnóstico das técnicas de coloração por fluorescência e Ziehl-Neelsen no diagnóstico da tuberculose pulmonar: um estudo comparativo em um centro de saúde distrital. **Revista de infecção em países em desenvolvimento**, v. 13, n. 6, p. 490–497, 2019.

FORBES, B. A.; SAHM, D. F.; WEISSFELD, A. S. **Diagnóstico Microbiológico**. 14. ed. St. Louis: Elsevier, 2017.

HOOJA, S. et al. Comparação dos métodos de coloração de Ziehl-Neelsen e Auramina em esfregaços diretos e concentrados em amostras clínicas. **Revista Indiana de tuberculose**, v. 58, n. 2, p. 72–76, 2011

JANKUTE, M. et al. Montagem da parede celular microbacteriana. **Annu Rev Microbiol**, 2015.

KASSAZA, K.; et al. Meio seletivo de Lowenstein-Jensen para reduzir a contaminação em culturas de *Mycobacterium tuberculosis*. **Revista de microbiologia clínica**, v. 52, n. 8, p. 2671–2673, 2014.

KOCH, A. *Mycobacterium Tuberculosis*. **Trends in Microbiology**, 2018. Disponível em: <https://share.google/PlbwSbqNhPFIGCwQL>. Acesso em: 17. Out. 2025.

KONEMAN, E. W. et al. **Diagnóstico Microbiológico: Texto e Atlas Colorido**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012.

KUMAR, V.; ABBAS, A. K.; ASTER, J. C. **Robbins & Cotran: Bases Patológicas das Doenças**. 10. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2021.

MADHUKAR. P. et al. Tuberculose. **Revista Nature Reviews Primers Health**, 2016. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/nrdp201676#citeas>. Acesso em: 17. Out. 2025.

RYU YJ. Diagnóstico da tuberculose pulmonar: avanços recentes e algoritmos diagnósticos. **Tuberc Respir Dis**, 2015.

SILVA, M. E. N. et al. Aspectos gerais da tuberculose: uma atualização sobre o agente etiológico e o tratamento. **Revista Brasileira de Análises Clínicas**, v. 54, n. 1, p. 46-55, 2018. Disponível em: <https://www.rbac.org.br/artigos/aspectos-gerais-da-tuberculose-uma-atualizacao-sobre-o-agente-etiologico-e-o-tratamento/>. Acesso em: 04. Set. 2025.

WHO. Organização Mundial da Saúde. Relatório Global Tuberculose. Geneva, 2021. Disponível em: <https://iris.who.int/server/api/core/bitstreams/e7137444-9b96-4d4f-b5cc-c038596b5b28/content>. Acesso em: 9 de agosto. 2025



FACULDADE GALILEU

Credenciada Portaria nº 422 de 28/04/2015 Publicado DOU 29/04/2015
Av. Marginal 200, nº 680 - Vila Real - Botucatu-SP
Telefone: (14) 3354-1315 / (14) 3354-1723 - www.faculdadegalileu.com.br

WHO. Organização Mundial da Saúde. Relatório Global Tuberculose. Geneva, 2024.
Disponível em: <https://iris.who.int/server/api/core/bitstreams/7292c91e-ffb0-4cef-ac39-0200f06961ea/content>. Acesso em: 06 agosto. 2025.