

204-037

AValiação DO COMPORTAMENTO BALÍSTICO DE BLINDAGEM MULTICAMADA COM COMPÓSITO DE EPÓXI REFORÇADO COM FIBRAS DE MALVA

Nascimento, L.F.C.(1); Louro, L.H.L.(1); Monteiro, S.N.(1); Gomes, A.V.(1); Marçal, R.L.S.B.(1); Lima Jr., E.P.(1);

Instituto Militar de Engenharia(1); Instituto Militar de Engenharia(2); Instituto Militar de Engenharia(3); Instituto Militar de Engenharia(4); Instituto Militar de Engenharia(5); Instituto Militar de Engenharia(6);

Neste cenário mundial de grandes evoluções e incertezas, o desenvolvimento de sistemas de blindagem balística, cada vez mais eficientes, torna-se fundamental para garantir a segurança pessoal e veicular, tanto a nível civil quanto militar. Um equilíbrio formado pela mobilidade, resistência à penetração e capacidade de absorção da energia de impacto, é fundamental para tornar uma blindagem balística eficiente. No entanto, a melhoria de um destes fatores muitas vezes influencia negativamente outro, como por exemplo, um aumento na resistência à penetração pode causar uma redução na mobilidade, em função do necessário aumento de espessura e, por conseguinte de peso, no caso de blindagens monolíticas feitas de aço. Neste contexto, as blindagens com componentes cerâmicos aliados a outros materiais, como compósitos poliméricos, são empregadas quando se deseja uma boa relação peso/proteção balística. São os chamados sistemas de blindagem multicamada (SBMs). Os SBMs consistem no aproveitamento sinérgico de materiais específicos, para promover a proteção adequada contra diversas ameaças, sem prejuízo da mobilidade da estrutura, ou seja, possibilitando alcançar densidades iguais ou inferiores àquelas alcançadas nas blindagens monolíticas. O objetivo não é apenas absorver o impacto, mas também evitar a penetração de fragmentos. Nos SBMs normalmente a camada inicial é constituída por um cerâmico duro e frágil, com elevada resistência à compressão, que tem a função de absorver a maior parte da energia cinética do projétil, destruindo e quebrando a sua ponta. A camada subsequente normalmente é formada por um material mais leve que o cerâmico, com a finalidade de absorver a parcela da energia cinética produzida pelos estilhaços do cerâmico e do projétil. Nesta camada utilizam-se materiais compósitos, como por exemplo: compósitos de fibras de vidro, fibras de carbono, tecidos de aramida Kevlar® e Twaron® e as fibras de polietileno de ultra alto peso molecular, como Spectra® e Dyneema®. Nestes SBMs pode-se adicionar uma terceira camada, normalmente de um metal dúctil, que tem a função de restringir a penetração do projétil e dos fragmentos gerados através de mecanismos de deformação plástica. No entanto, os materiais sintéticos que normalmente compõem o compósito da camada intermediária possuem inconvenientes, ligados principalmente ao elevado custo de aquisição e processamento, bem como a possíveis danos ambientais, após o término da sua vida útil. Neste contexto, as fibras naturais lignocelulósicas (FNLs) podem exercer este papel, pois possuem inúmeras vantagens, dentre as quais: boas propriedades específicas (baixa densidade), baixa toxicidade, biodegradabilidade, baixo custo, etc. Além de possibilitar o desenvolvimento econômico e tecnológico de regiões menos favorecidas no Brasil, que são grandes produtoras de fibras naturais, como por exemplo, as regiões norte e nordeste. No presente trabalho foram utilizadas FNLs de malva (*Urena Lobata*, Linn), na forma de tecidos, puros e híbridos com fibras de juta (*Corchorus Capsularis*) para aplicação final em compósitos de matriz epoxídica dentro de SBMs. Foi avaliada a eficiência balística destes SBMs, através da medição do trauma (indentação) na plastilina, após impacto de munição 7,62 mm, objetivando comparar com trabalhos similares que utilizaram outras FNLs e materiais tradicionais utilizados em coletes para proteção individual. Os resultados mostraram através de análise visual e de microscopia eletrônica de varredura (MEV) que o principal mecanismo de ruptura atuante nos compósitos foi a delaminação de camadas. Em todos os grupos testados a indentação na plastilina foi inferior a 44 mm, que é o valor previsto como letal ao ser humano pela norma internacional NIJ 0101.06. Para a análise de profundidade do trauma na plastilina foi aplicada a análise de variância (ANOVA) e o Teste de Tukey, a partir do qual pôde-se afirmar, com um nível de confiança de 95%, que não houve diferença de desempenho entre os SBMs montados com compósitos epoxídicos reforçados com 30% em volume de tecidos híbridos malva/juta ou 100% malva em relação àqueles montados a partir dos materiais tradicionais utilizados para proteção individual contra munição 7,62 mm. No entanto, através de um balanço de custos percebe-se o grande potencial das FNLs e especificamente da malva nas aplicações dinâmicas, principalmente aquelas ligadas a proteção balística.