

SHIELD RAM

Revestimento funcional para redução controlada da assinatura radar

Engenharia eletromagnética aplicada a superfícies metálicas e compósitas

SHIELD RAM

DESCRIÇÃO DO PRODUTO

STS Shield RAM é um sistema de revestimento funcional em desenvolvimento para reduzir a energia eletromagnética refletida por superfícies selecionadas. A tecnologia combina uma matriz polimérica de alto desempenho e cargas funcionais magnéticas e condutivas em arquitetura ajustada à faixa de frequência, ao substrato, à geometria e ao ambiente operacional.

O produto não torna uma plataforma invisível e não possui atenuação universal. Refletividade, perda por reflexão e impacto sobre a seção reta radar devem ser medidos no sistema completo, com espessura, primer, acabamento, incidência, polarização e frequência definidos. Formulação, proporções, sequência funcional e parâmetros eletromagnéticos críticos integram documentação técnica controlada.

PRINCIPAIS BENEFÍCIOS

● Potencial de reduzir reflexão eletromagnética em faixa contratual após qualificação	● Aplicação como revestimento em geometrias e substratos selecionados
● Possibilidade de retrofit sem alterar integralmente a estrutura da plataforma	● Ajuste do sistema à frequência, incidência, polarização e assinatura de interesse
● Integração possível com primers e acabamentos de proteção após compatibilidade	● Controle por lote de propriedades físico-químicas, mecânicas e funcionais
● Tecnologia nacional voltada à soberania e à Base Industrial de Defesa	● Plano de validação ambiental, mecânica, eletromagnética e de reparabilidade

INDICAÇÕES DE USO

Plataformas navais	Sistemas terrestres	Aeronáutica e drones	Infraestrutura crítica
Aço, alumínio e compósitos após qualificação marítima	Painéis, carenagens e superfícies de geometria validada	Somente após avaliação de massa, aderência e aeronavegabilidade	Superfícies e invólucros em projetos de baixa observabilidade

*O nome canônico adotado é STS Shield RAM. As expressões 'stealth', 'invisibilidade' e 'redução de distância de detecção' não devem ser usadas como garantia sem campanha instrumental e operacional específica.

FUNÇÕES E MECANISMO DE AÇÃO

Uma parcela da onda incidente pode ser refletida na interface, transmitida ao revestimento ou dissipada por perdas dielétricas e magnéticas. O desempenho depende do casamento de impedância e da propagação no sistema multicamada. Espessura, permissividade, permeabilidade, condutividade, rugosidade, curvatura, frequência, ângulo e polarização interagem; portanto, pequenas alterações de formulação ou aplicação podem deslocar a banda e a intensidade de absorção.

ATENUAÇÃO CONTROLADA Busca reduzir a potência refletida dentro da faixa e da configuração qualificadas.	CASAMENTO DE IMPEDÂNCIA Ajusta a entrada da onda no sistema para limitar a reflexão superficial.
PERDAS DIELÉTRICAS Converte parte da energia eletromagnética por mecanismos ligados à fase condutiva.	PERDAS MAGNÉTICAS Contribui para dissipação por resposta magnética dos componentes funcionais.
REVESTIMENTO APLICÁVEL Permite integração por processos industriais definidos para o sistema.	ARQUITETURA AJUSTÁVEL Adapta formulação e camadas ao substrato, ambiente e requisito contratual.

PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS TÍPICAS

O controle combina propriedades de tinta e parâmetros eletromagnéticos. Não há faixa genérica capaz de representar todos os sistemas RAM; valores de mistura, espessura, cura e resposta devem ser emitidos por grau e projeto, com método, incerteza e condições de ensaio registrados.

Propriedade	Faixa / característica	Referência de avaliação
Aspecto e cor	Revestimento homogêneo; padrão por sistema*	Visual / espectrofotometria
Componentes	Mono ou bicomponente conforme grau*	Identificação e rastreabilidade
Sólidos por massa e volume	Definir por sistema e lote*	Gravimetria / método validado
Massa específica	Definir por componente e mistura*	Densimetria
Viscosidade e tixotropia	Janela própria do método de aplicação*	Reometria / copo de viscosidade
Vida útil da mistura e cura	Conforme sistema e condição ambiental*	Método interno validado
Espessura do filme	Conforme plano de aplicação controlado	Medidor de filme úmido e seco
Resposta eletromagnética	Declarar somente na faixa e configuração ensaiadas	S-parâmetros / espaço livre / câmara adequada

ASTM D4935 pode apoiar a avaliação de blindagem eletromagnética de materiais planares em sua faixa de aplicação, mas não substitui a medição de refletividade, perda por reflexão ou seção reta radar na faixa contratual. O método primário deve reproduzir frequência, incidência, polarização e configuração de interesse.

FAIXA DE USO E CONFIGURAÇÃO PRELIMINAR

Etapa	Configuração	Critério de liberação
Cupons e painéis de qualificação	Conforme matriz de ensaios aprovada	Mapear espessura, cura, aderência e resposta eletromagnética
Aplicação em plataforma	Somente configuração homologada	Reproduzir lote, substrato, primer, camadas e acabamento qualificados

A quantidade aplicada, o número de camadas, a relação de mistura e a espessura seca total são parâmetros funcionais e devem constar do plano de aplicação controlado de cada sistema. O boletim público não fixa valores universais: a definição ocorre por cupons e painéis representativos antes da aplicação no ativo.

APLICAÇÃO DO SISTEMA - SEQUÊNCIA RECOMENDADA

1	Confirmar requisito de assinatura, faixa, substrato, geometria, ambiente, sistema aprovado, lote, FDS, CoA e plano de inspeção.
2	Preparar e inspecionar o substrato; para aço, definir limpeza e perfil conforme ISO 8501-1 e especificação do sistema.
3	Aplicar primer ou camada de interface compatível, respeitando janela de repintura, limpeza e cura previstas no procedimento.
4	Homogeneizar, misturar e aplicar o Shield RAM com equipamento qualificado, controlando clima, vida útil, filme úmido e espessura por passe.
5	Curar, mapear espessura e defeitos, verificar aderência e realizar a caracterização eletromagnética definida antes da liberação.

COMPATIBILIDADE DO SISTEMA E PAINEL TESTEMUNHO

Substrato, preparação, primer, selante, acabamento, massa de reparo e geometria afetam aderência e resposta eletromagnética. Antes da aplicação, produzir painel testemunho com os mesmos lotes, camadas, equipamentos e condições do ativo e comparar com o envelope qualificado.

- Verificar molhabilidade, cura, solvente retido, poros, fissuras, delaminação, espessura e aderência entre camadas.
- Avaliar refletividade ou parâmetros S no painel testemunho, usando método calibrado e condições documentadas.
- Não aplicar sobre ferrugem, contaminação, revestimento desconhecido ou sistema incompatível; não reparar sem procedimento aprovado.

CONDIÇÕES DE PROCESSAMENTO E APLICAÇÃO

● Aplicar dentro da faixa de temperatura, umidade e ponto de orvalho do procedimento.	● Controlar limpeza, rugosidade e condutividade de sais do substrato.
● Manter agitação adequada para impedir sedimentação das cargas funcionais.	● Respeitar relação, tempo de indução, vida útil e janela de repintura do sistema.
● Medir filme úmido durante a aplicação e filme seco após cura em malha definida.	● Registrar operador, lotes, equipamento, clima, passes, espessura, cura e reparos.

EQUIPAMENTOS E CONTROLE DE QUALIDADE

Equipamento / sistema	Orientação de uso	Observações
Preparação superficial	Jateamento ou método aprovado, com inspeção de limpeza e perfil.	Controlar sais, poeira, óleo e ponto de orvalho.
Mistura e aplicação	Misturador e pulverização airless ou método homologado.	Qualificar bomba, bico, pressão, vazão e agitação.
Inspeção do revestimento	Medir filme úmido/seco, cura, aderência e descontinuidades.	Usar instrumentos calibrados e mapa de medição.
Caracterização eletromagnética	VNA, antenas, guia ou câmara conforme o método e a faixa.	Calibrar o arranjo e registrar geometria e incerteza.

ARMAZENAMENTO, EMBALAGEM E VALIDADE

Armazenamento	Manter os componentes na embalagem original, fechada, coberta e em área ventilada e controlada.
Segregação	Separar componentes incompatíveis, fontes de ignição, oxidantes e materiais contaminantes.
Temperatura	Definir na FDS e ficha do sistema; evitar calor, congelamento e variação excessiva.
Após abertura	Fechar imediatamente, impedir entrada de umidade e não retornar produto contaminado.
Validade	A estabelecer por componente após estabilidade na embalagem comercial.
Transporte	Manter recipientes íntegros, identificados, aterrados quando aplicável e protegidos contra impacto.
Rastreabilidade	Verificar lote, fabricação, validade, lacre, massa e Certificado de Análise.

SEGURANÇA E BOAS PRÁTICAS

- Revestimento para uso profissional. Consultar a FDS de cada componente e utilizar ventilação, proteção respiratória, química, ocular e vestimenta conforme a análise de risco.
- Controlar fontes de ignição, eletricidade estática, vapores, aerossóis e exposição a solventes ou agentes de cura quando presentes; aterrar equipamentos conforme aplicabilidade.
- Resíduos de tinta, solvente, abrasivo e remoção de revestimento devem ser caracterizados, segregados e destinados por empresa autorizada.
- Ensaios de radiofrequência e avaliação operacional devem seguir plano autorizado, controle de acesso, limites de exposição e proteção das informações de desempenho.

SUSTENTABILIDADE E DIFERENCIAIS STS

Shield RAM combina desenvolvimento nacional, possibilidade de retrofit e extensão da vida útil de plataformas. Os benefícios ambientais e logísticos devem ser quantificados por consumo de material, conteúdo de solvente, reparabilidade, durabilidade, manutenção evitada, massa adicionada e avaliação de ciclo de vida; desempenho tático e sustentabilidade exigem evidências separadas.

TECNOLOGIA NACIONAL Domínio de formulação, aplicação, ensaio e controle por cadeia brasileira.	RETROFIT Potencial de modernizar superfícies existentes com menor intervenção estrutural.	VIDA EM SERVIÇO Plano de durabilidade e manutenção voltado à preservação do ativo.
REPARABILIDADE Procedimentos de inspeção e reparo definidos por configuração.	CONTROLE DE EMISSÕES VOC e emissões avaliados conforme a formulação e o processo final.	RASTREABILIDADE Registros de lote, aplicação, espessura, cura e desempenho.

DESEMPENHO E PLANO DE QUALIFICAÇÃO

O desempenho deve ser comprovado em uma pirâmide de ensaios: material, cupom, painel, componente e plataforma. Resultados de bancada orientam o desenvolvimento, mas a redução de assinatura operacional depende da geometria e do ativo completo e deve permanecer vinculada ao relatório e à configuração ensaiados.

Indicador funcional	Contribuição técnica
Caracterização do material	Permissividade, permeabilidade, condutividade, parâmetros S e perda por reflexão na faixa definida.
Aplicação e integridade	Espessura, uniformidade, porosidade, cura, aderência, flexibilidade, impacto e abrasão.
Durabilidade ambiental	Névoa salina, umidade, UV, ciclos térmicos, imersão e fluidos conforme perfil de missão.
Desempenho eletromagnético	Refletividade em espaço livre ou método equivalente com frequência, ângulo e polarização controlados.
Demonstração no ativo	Mapeamento de assinatura ou RCS em condição autorizada, com baseline, repetibilidade e incerteza.

DOCUMENTOS COMPLEMENTARES E SUPORTE TÉCNICO

Ficha com Dados de Segurança - FDS	Consultar a versão vigente antes do recebimento, armazenamento, processamento ou descarte.
Certificado de Análise - CoA	Documento de liberação físico-química e de rastreabilidade do lote fornecido.
Dossiê técnico controlado	Incluir especificação por sistema, relação de mistura, espessuras, sequência de camadas, cura, reparo, métodos de ensaio e envelope de desempenho. Dados funcionais críticos devem ser compartilhados sob controle de acesso e confidencialidade.
Referências e suporte STS	ISO 8501-1 para preparação visual de aço; métodos ASTM de aderência, abrasão, névoa salina e UV; MIL-STD-810 conforme perfil de missão; método eletromagnético validado para a faixa contratual. contato@sts-innovations.com +55 21 97448-8721 www.sts-innovations.com

CONTROLE DE REVISÃO

Revisão	Data	Responsável	Descrição da alteração
00	Setembro/2026	STS Innovations	Emissão inicial para desenvolvimento, aplicação controlada e qualificação ambiental, mecânica e eletromagnética do sistema de revestimento.

LIMITAÇÕES E RESPONSABILIDADE TÉCNICA

Produto em desenvolvimento, não homologado para uso operacional. O desempenho depende da formulação, lote, substrato, preparação, primer, espessura, cura, geometria, frequência, incidência, polarização e ambiente. Shield RAM não garante invisibilidade nem redução universal de RCS ou distância de detecção. ASTM D4935, isoladamente, não comprova desempenho RAM. Aplicação, inspeção, reparo e divulgação de resultados exigem procedimento e autorização específicos.