

PROPOSTA TÉCNICO-COMERCIAL
AVALIAÇÃO DE LIGAS DE ALUMÍNIO E REVESTIMENTO
ANTICORROSIVO PARA APLICAÇÃO EM CARROCERIAS DE
ÔNIBUS.
FACC-INT-204/2021

Rio de Janeiro, 29 de junho de 2021.

À MARCOPOLO AS - CNPJ: 88.611.835/0008-03

Pela presente proposta, a FACC - Fundação de Apoio do Desenvolvimento da Computação Científica se propõe a desenvolver, em estreita colaboração com o INT, as atividades que constam do Plano de Trabalho anexo, de forma a atender ao seu objetivo geral.

1. OBJETIVO

Avaliar o desempenho de ligas de alumínio e revestimentos anticorrosivos, aplicados em carroceria de ônibus, através de ensaios de corrosão

2. VALOR DA PROPOSTA

Preço Total: R\$192.290,00 (cento e noventa e dois mil e duzentos e noventa reais).

3. FORMA DE PAGAMENTO

O pagamento deverá ser realizado de acordo com o cronograma de desembolso a seguir, a:

PARCELA	VALOR	EVENTO
P1	R\$ 48.072,50	Aceite da Proposta
P2	R\$ 48.072,50	Entrega do relatório parcial 1
P3	R\$ 48.072,50	Entrega do relatório parcial 2
P4	R\$ 48.072,50	Entrega do relatório final

O pagamento deverá ser efetuado em até 15 dias a contar da data de emissão da Nota Fiscal de Serviços, emitida pela FACC, após autorização do cliente, à:

FACC – FUNDAÇÃO DE APOIO AO DESENVOLVIMENTO DA COMPUTAÇÃO CIENTÍFICA

Avenida Getúlio Vargas, 333 - Quitandinha – Petrópolis - RJ

CEP: 25.651-075

CNPJ: 06.220.430/0001-03 – I.E.: ISENTO

A aprovação do relatório pelo cliente deverá ocorrer em até 15 dias a contar da data de emissão do mesmo. Não havendo manifestação até este prazo o relatório será considerado aprovado. Após 90 dias da emissão do relatório, caso o cliente não solicite a devolução das amostras, as mesmas serão descartadas.

4. VALIDADE DA PROPOSTA

A presente Proposta é válida até 24/09/2021.

5. ACEITE DA PROPOSTA

A execução dos serviços terá seu início após o aceite formal desta proposta pela empresa **MARCOPOLO SA.**

E por estarem de acordo, as partes assinam eletronicamente o presente instrumento.

Fundação de Apoio ao Desenvolvimento da Computação Científica - FACC:

Francisco Roberto Leonardo

Diretor Geral

Flávio Barbosa Toledo

Diretor Administrativo Financeiro

De acordo MARCOPOLO SA:

Maurício Gazzi

Coordenador Confiabilidade do Produto

Testemunha

Caroline Pradella

Engenheira Avaliação e Teste

PLANO DE TRABALHO

1. ESCOPO

Avaliação de ligas de alumínio e revestimento anticorrosivo para aplicação em carrocerias de ônibus.

2. OBJETIVO GERAL

Avaliar o desempenho de ligas de alumínio e revestimentos anticorrosivos, aplicados em carroceria de ônibus, através de ensaios de corrosão.

2.1- O projeto atenderá, quando necessário, os gastos com atualizações dos equipamentos de pesquisa utilizado(s) no(s) laboratório(s) envolvido(s) no(s) projeto(s), desde que comprovados essenciais e fundamentais para seu deslinde, de modo que a estrutura do laboratório não fique sujeita a deterioração.

3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar o desempenho por ensaios para estudo da corrosão de diferentes ligas de alumínio, em diferentes meios, visando o ranqueamento das mesmas para a sua aplicação em carroceria de ônibus.

Avaliar o desempenho por ensaios para avaliação de revestimentos anticorrosivos sobre uma liga definida pelo cliente.

Treinamento de técnicos da MARCOPOLO nas normas NACE TM 0169/G31-12a e ASTM G1 - 03(2017)e1.

4. JUSTIFICATIVA

O presente serviço apresentará subsídio ao cliente para escolha do material para aplicação nas carrocerias de ônibus assim como os revestimentos anticorrosivos dos mesmos.

5. METODOLOGIA

A metodologia para avaliação de desempenho seguirá duas rotas distintas: 1) ensaios para estudo da corrosão de diferentes ligas de alumínio, em diferentes meios, visando o ranqueamento das

mesmas para a sua aplicação em carroceria de ônibus, e 2) ensaios para avaliação de revestimentos anticorrosivos sobre uma liga definida pelo cliente.

1) Rota 1: Estudo das Ligas

Será feita a avaliação dos fenômenos corrosivos a partir da correlação de características metalúrgicas, eletroquímicas (potencial de circuito aberto e tendência à formação de pites e à repassivação) e gravimétricas (morfologia da corrosão).

1.1. Análise Metalúrgica

Consistirá no estudo da morfologia e estrutura do material, através de duas técnicas: 1) análise no microscópio ótico, a partir de ataque com um reagente químico para relevar as interfaces dos diferentes materiais constituintes do metal, microestruturas e defeitos, bem como análise da corrosão por pitting.

Assim, esta análise será realizada, antes dos ensaios de gravimetria, para as 8 ligas investigadas e após o ensaio para as amostras que apresentarem corrosão localizada;

2) no microscópio eletrônico de varredura (MEV), para avaliação complementar da morfologia da corrosão, após o ensaio gravimétrico e, desta forma, será realizado apenas para as amostras que apresentarem corrosão localizada.

1.2. Ensaios Eletroquímicos

Estes testes compreenderão o estudo da variação do potencial de circuito aberto (OCP) com o tempo e voltametria cíclica, em diferentes meios.

1.2.1. Estudo do OCP

Consistirá na medição do potencial de corrosão de 8 diferentes ligas de alumínio a serem investigadas, em 3 meios diferentes (salino, industrial e de mineração), durante 30 dias, totalizando 24 ensaios, utilizando-se como referência a norma ASTM G69-20 (Standard Test Method for Measurement of Corrosion Potentials of Aluminum Alloys). Será utilizado um potenciostato com 2 multiplicadores de canais, o que permitirá a realização de 8 ensaios simultaneamente.

1.2.2. Voltametria Cíclica

O principal objetivo deste ensaio será a obtenção dos valores dos potenciais de ruptura da passivação e de repassivação. No voltamograma o cruzamento de correntes anódicas é indicativo da ocorrência de corrosão localizada (pites) durante o percurso anódico, seguido de repassivação durante o percurso catódico. Estes parâmetros são muito importantes na comparação e caracterização do comportamento das ligas quando submetidos a ambientes agressivos. Serão obtidos os voltagramas das 8 ligas investigadas, em 3 meios diferentes (salino, industrial e de mineração), totalizando 24 ensaios.

1.3. Gravimetria /Análise Morfológica

Os ensaios gravimétricos serão realizados em triplicata, segundo as normas ASTM NACE / ASTM G31 – 12ª: Guia padrão para testes de corrosão por imersão de metais em laboratório e a ASTM G1 - 03(2017)e1 Standard Practice for Preparing, Cleaning, and Evaluating Corrosion Test Specimens), a partir da imersão total das 8 ligas a serem investigadas em três meios diversos (salino, industrial e de mineração) e 3 temperaturas, a serem definidas, durante 30 dias. Totalizando 72 ensaios.

Após a finalização do tempo de imersão será feita a investigação do ataque localizado, determinando-se a profundidade e densidade de pits, segundo a norma ASTM G46-94(2018): Standard Guide for Examination and Evaluation of Pitting Corrosion.

2) Rota 2: Avaliação de Revestimentos Anticorrosivos

Será feita a avaliação de revestimentos protetores quanto a performance, cinética de degradação e homogeneidade sobre a superfície, a partir dos ensaios apresentados a seguir.

2.1 Névoa Salina

O teste de nevoa salina é uma simulação dos efeitos de uma atmosfera marítima em diferentes metais com ou sem camadas protetoras, amplamente aceito como uma ferramenta para avaliação da uniformidade na espessura e porosidade de revestimentos metálicos ou não metálicos, sendo um dos ensaios mais aplicados para determinar a resistência a corrosão.

Este teste será conduzido segundo a norma ASTM B117:2019 (Standard Practice for Operating Salt Spray (Fog) Apparatus), onde a liga com melhor desempenho da Rota 1 será revestida com 2 diferentes produtos, aplicados pelo cliente, e exposta a névoa durante 720 horas (30 dias).

2.2 Câmaras de Umidade e SO₂

Similar à câmara de névoa salina, estas câmaras simulam os efeitos de ambiente rural, sem poluentes atmosféricos (câmara de umidade) e ambiente urbano, onde encontra-se umidade e gás anidrido sulfuroso (SO₂).

O ensaio de umidade será conduzido em câmara de acordo com as normas ABNT NBR 8.095, ASTM D-2247 e DIN EN ISO 6270-2 (DIN 50.017), nas quais a condição de umidade relativa ao ar é de 100% e a temperatura é de 37 a 43°C, condições estas mantidas ao longo de todo o ensaio.

Já para a câmara de SO₂, a de umidade relativa do ar será de 100% e será injetado gás SO₂, segundo as condições de ensaio especificadas pelas normas ABNT NBR 8.096 e DIN 50.018.

Estes testes serão realizados na liga com melhor desempenho da Rota 1, revestida com 2 diferentes produtos, aplicados pelo cliente, durante 720 horas (30 dias).

2.3 Ensaio de Wet-Dry (UV) / Espectroscopia Impedância Eletroquímica

A umidade relativa do ar e as variações de temperatura levam a ciclos de períodos úmidos e secos, chamados de ciclos de umidificação-secagem (wetdry). Esses ciclos são uma característica crítica da corrosão atmosférica, e a alternância de períodos secos e molhados influenciam drasticamente nos mecanismos de corrosão. A taxa de corrosão e as modificações da camada de oxidação são, assim, relacionadas com o número e a frequência dos ciclos de umidificação-secagem. Por sua vez, a Espectroscopia de Impedância Eletroquímica (EIS) fornece uma visão abrangente das características elétricas da interface eletrodo/solução e permite estudar o comportamento geral de um sistema quando um número grande de processos inter-correlacionados e tem sido empregada para estudar a interface metal/solução, películas de óxido e avaliar a eficiência de revestimentos orgânicos de metais frente à corrosão.

Será realizado o ensaio de wet-dry, com parâmetros a definir, associado a técnica de EIS, em triplicata, na liga com melhor desempenho da Rota 1, revestida com 2 diferentes produtos, aplicados pelo cliente, em três meios diferentes (salino, industrial e de mineração), durante 30 dias.

Os revestimentos aplicados a liga serão analisados, antes e após o ensaio de wet-dry, em: 1) perfilômetro, para avaliação de sua porosidade e topografia e 2) através do “scratch-test”, para caracterização da dureza e propriedades de adesão.

Todos os ensaios terão suas etapas registradas fotograficamente e poderão ser acompanhados pelo contratante, segundo sua vontade.

3) Treinamento

Este item contempla o treinamento nas normas utilizadas no ensaio de imersão, a saber: NACE™ 0169/G31-12a (Standard Guide for Laboratory Immersion Corrosion Testing of Metals) e ASTM G1 - 03(2017)e1 (Standard Practice for Preparing, Cleaning, and Evaluating Corrosion Test Specimens) e acompanhamento dos ensaios eletroquímicos para até 5 técnicos, designados pela MARCOPOLO.

O cronograma do treinamento técnico será definido posteriormente e será realizado nas dependências do INT. Sendo de responsabilidade do contratante os custos referentes a transporte e diárias.

Local dos ensaios: Laboratório de Corrosão e Proteção – LACOR/INT

6. ETAPAS DO PROJETO

Etapa 1 – Aquisição de insumos e material para análise;

Etapa 2 - Realização dos ensaios propostos;

Etapa 3 - Análise dos resultados e elaboração de relatórios parciais e final.

7. CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

Tabela 2: Cronograma de execução dos ensaios

		Semanas																																	
		1	2	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32		
ROTA 1	Aquisição dos insumos *	█	█	█	█	█																													
	Metalografia						█	█								█	█	█	█																
	OCP (3 montagem)						█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█															
	Voltametria Cíclica						█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█															
	Gravimetria/Análise Morfológica							█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█															
ROTA 2	Névoa Salina																					█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		
	Câmara Umidade																					█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		
	Câmara SO2																					█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		
	Wet & Dry + EIS																					█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		
	Perfilometria/Microscopia ótica																						█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		
	Dureza/Scratch																																		
	Análise dos Dados /Relatórios**																						█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	

* Este cronograma poderá ser antecipado, segundo a duração desta etapa.

**Serão emitidos relatórios parciais, conforme finalização dos grupos de ensaios.

8. PRAZO ESTIMADO PARA REALIZAÇÃO DO PROJETO

Serão necessárias até 32 semanas para a realização do serviço como proposto, conforme a tabela a seguir, contados a partir da assinatura do contrato.

9. ORÇAMENTO

Para a realização dos serviços solicitados, dentro do escopo acima resumido e abrangendo as etapas propostas, apresentamos a seguinte proposta técnica comercial:

Tipo de ensaio		Quantidade	Valor unitário (R\$)*	Total (R\$)
Rota 1	OCP (valor/montagem)	3	1.950,00	5.850,00
	Voltametria Cíclica	24	1.560,00	37.440,00
	Análise Metalográfica	12	450,00	5.400,00
	Gravimetria/análise morfológica	72	1.495,00	107.640,00
	MEV	4	600,00	2.400,00
Rota 2	Névoa Salina	1	1.150,00	1.150,00
	Câmara de SO2	2	2.880,00	5.760,00
	Câmara de Umidade	2	1.150,00	2.300,00
	Wet & Dry+EIS	6	2.200,00	13.200,00
	Dureza/Scratch	2	325,00	650,00
	Perfilometria/Microscopia ótica	2	750,00	1.500,00
	Treinamento - Gravimetria	1	9.000,00	9.000,00
			TOTAL	192.290,00

*Os valores acima já incluem taxas

O envio das amostras é de responsabilidade do contratante e deverá ocorrer em tempo adequado à execução dos ensaios, sob pena de não ser possível garantir o prazo estipulado para a realização deste serviço.

A quantidade de material a ser enviado será acordado com o cliente após definição dos parâmetros aprovados para cada um dos ensaios. Devido ao isolamento social imposto pela Pandemia por Covid-19, a entrega das amostras deverá ser previamente acordada com a equipe do LACOR.

PTC_204_21_MARCOPOLO_LACOR.pdf

Documento número #01a96b93-1370-4587-bc43-fe371d6339ec

Hash do documento original (SHA256): 75fe47706f08788493b794a35d3de67fa11e866491552840f7d7212e5c304cfd

Assinaturas

- ✓ **Francisco Roberto Leonardo**
CPF: 386.665.457-04
Assinou como parte em 16 set 2021 às 13:10:07
Emitido por Clicksign Gestão de documentos S.A.
- ✓ **Flávio Barbosa Toledo**
CPF: 350.604.504-06
Assinou como parte em 16 set 2021 às 13:09:46
Emitido por Clicksign Gestão de documentos S.A.
- ✓ **Maurício Gazzi**
CPF: 023.901.660-24
Assinou como parte em 16 set 2021 às 16:01:24
Emitido por Clicksign Gestão de documentos S.A.
- ✓ **Caroline Pradella**
CPF: 016.413.050-02
Assinou como testemunha em 16 set 2021 às 13:02:52
Emitido por Clicksign Gestão de documentos S.A.

Log

- 16 set 2021, 12:39:48 Operador com email samantha@facc10.org.br na Conta 0d2fec55-6c6d-46ac-93e0-3e2ba7b6a490 criou este documento número 01a96b93-1370-4587-bc43-fe371d6339ec. Data limite para assinatura do documento: 16 de outubro de 2021 (12:35). Finalização automática após a última assinatura: não habilitada. Idioma: Português brasileiro.
- 16 set 2021, 12:39:55 Operador com email samantha@facc10.org.br na Conta 0d2fec55-6c6d-46ac-93e0-3e2ba7b6a490 adicionou à Lista de Assinatura: dirgeral@facc10.org.br, para assinar como parte, com os pontos de autenticação: email (via token); Nome Completo; CPF; endereço de IP. Dados informados pelo Operador para validação do signatário: nome completo Francisco Roberto Leonardo .
- 16 set 2021, 12:39:55 Operador com email samantha@facc10.org.br na Conta 0d2fec55-6c6d-46ac-93e0-3e2ba7b6a490 adicionou à Lista de Assinatura: flavio@facc10.org.br, para assinar como parte, com os pontos de autenticação: email (via token); Nome Completo; CPF; endereço de IP. Dados informados pelo Operador para validação do signatário: nome completo Flávio Barbosa Toledo.

-
- 16 set 2021, 12:39:56 Operador com email samantha@facc10.org.br na Conta 0d2fec55-6c6d-46ac-93e0-3e2ba7b6a490 adicionou à Lista de Assinatura: mauricio.gazzi@marcopolo.com.br, para assinar como parte, com os pontos de autenticação: email (via token); Nome Completo; CPF; endereço de IP. Dados informados pelo Operador para validação do signatário: nome completo Maurício Gazzi.
- 16 set 2021, 12:39:56 Operador com email samantha@facc10.org.br na Conta 0d2fec55-6c6d-46ac-93e0-3e2ba7b6a490 adicionou à Lista de Assinatura: caroline.pradella@marcopolo.com.br, para assinar como testemunha, com os pontos de autenticação: email (via token); Nome Completo; CPF; endereço de IP. Dados informados pelo Operador para validação do signatário: nome completo Caroline Pradella.
- 16 set 2021, 13:02:52 Caroline Pradella assinou como testemunha. Pontos de autenticação: email caroline.pradella@marcopolo.com.br (via token). CPF informado: 016.413.050-02. IP: 189.127.18.190. Componente de assinatura versão 1.139.1 disponibilizado em <https://app.clicksign.com>.
- 16 set 2021, 13:09:46 Flávio Barbosa Toledo assinou como parte. Pontos de autenticação: email flavio@facc10.org.br (via token). CPF informado: 350.604.504-06. IP: 189.122.168.222. Componente de assinatura versão 1.139.1 disponibilizado em <https://app.clicksign.com>.
- 16 set 2021, 13:10:07 Francisco Roberto Leonardo assinou como parte. Pontos de autenticação: email dirgeral@facc10.org.br (via token). CPF informado: 386.665.457-04. IP: 179.35.104.29. Componente de assinatura versão 1.139.1 disponibilizado em <https://app.clicksign.com>.
- 16 set 2021, 16:01:24 Maurício Gazzi assinou como parte. Pontos de autenticação: email mauricio.gazzi@marcopolo.com.br (via token). CPF informado: 023.901.660-24. IP: 187.72.88.1. Componente de assinatura versão 1.139.1 disponibilizado em <https://app.clicksign.com>.
- 17 set 2021, 08:31:03 Operador com email samantha@facc10.org.br na Conta 0d2fec55-6c6d-46ac-93e0-3e2ba7b6a490 finalizou o processo de assinatura. Processo de assinatura concluído para o documento número 01a96b93-1370-4587-bc43-fe371d6339ec.
-



Para validar este documento assinado, acesse <https://validador.clicksign.com> e utilize a senha gerada pelos signatários ou envie este arquivo em PDF.

As assinaturas digitais e eletrônicas têm validade jurídica prevista na Medida Provisória nº. 2200-2 / 2001

Este Log é exclusivo ao, e deve ser considerado parte do, documento número 01a96b93-1370-4587-bc43-fe371d6339ec, com os efeitos prescritos nos Termos de Uso da Clicksign disponível em www.clicksign.com.