



COMANDO DA AERONÁUTICA
CENTRO DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE
ACIDENTES AERONÁUTICOS



ADVERTÊNCIA

O único objetivo das investigações realizadas pelo Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SIPAER) é a prevenção de futuros acidentes aeronáuticos. De acordo com o Anexo 13 à Convenção sobre Aviação Civil Internacional (Convenção de Chicago) de 1944, da qual o Brasil é país signatário, não é propósito desta atividade determinar culpa ou responsabilidade. Este Relatório Final Simplificado, cuja conclusão baseia-se em fatos, hipóteses ou na combinação de ambos, objetiva exclusivamente a prevenção de acidentes aeronáuticos. O uso deste Relatório Final Simplificado para qualquer outro propósito poderá induzir a interpretações errôneas e trazer efeitos adversos à Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. Este Relatório Final Simplificado é elaborado com base na coleta de dados, conforme previsto na NSCA 3-13 (Protocolos de Investigação de Ocorrências Aeronáuticas da Aviação Civil conduzidas pelo Estado Brasileiro) e foi disponibilizado à Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) e ao Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) para que as análises técnico-científicas desta investigação sejam utilizadas como fonte de dados e informações, objetivando à identificação de perigos e avaliação de riscos, conforme disposto no Programa Brasileiro para a Segurança Operacional da Aviação Civil (PSO-BR).

RELATÓRIO FINAL SIMPLIFICADO

1. INFORMAÇÕES FACTUAIS

DADOS DA OCORRÊNCIA								
DATA - HORA		INVESTIGAÇÃO		SUMA N°				
24JAN2022 - 10:30 (UTC)		SERIPA IV		A-037/CENIPA/2023				
CLASSIFICAÇÃO		TIPO(S)						
ACIDENTE		[SCF-PP] FALHA OU MAU FUNCIONAMENTO DO MOTOR						
LOCALIDADE		MUNICÍPIO		UF	COORDENADAS			
FAZENDA SERRA		CORUMBATAÍ		SP	22°14'50"S	047°42'08"W		
DADOS DA AERONAVE								
MATRÍCULA		FABRICANTE			MODELO			
PT-UUH		NEIVA			EMB-202A			
OPERADOR				REGISTRO		OPERAÇÃO		
SANA AGRO AÉREA SOCIEDADE SIMPLES				SAE-AG		AGRÍCOLA		
PESSOAS A BORDO / LESÕES / DANOS À AERONAVE								
A BORDO		LESÕES					DANOS À AERONAVE	
		Ileso	Leve	Grave	Fatal	Desconhecido		
Tripulantes	1	1	-	-	-	-	Nenhum	
Passageiros	-	-	-	-	-	-	Leve	
Total	1	1	-	-	-	-	X Substancial	
							Destruída	
Terceiros	-	-	-	-	-	-	Desconhecido	

1.1. Histórico do voo

A aeronave decolava de uma área de pouso para uso aeroagrícola localizada na Fazenda Serra, zona rural do município Corumbataí, SP, por volta das 10h30min (UTC), a fim de realizar um voo local de aplicação de defensivos agrícolas, com um piloto a bordo.

Durante a decolagem, a aeronave não obteve sustentação e colidiu contra uma placa de sinalização situada na lateral esquerda da pista.



Figura 1 - Vista do PT-UUH no local da ocorrência.

A aeronave teve danos substanciais e o piloto saiu ileso

2. ANÁLISE (Comentários / Pesquisas)

Tratava-se de um voo local para aplicação de defensivos agrícolas.

O Piloto em Comando (PIC) possuía a licença de Piloto Comercial - Avião (PCM) e estava com as habilitações de Avião Monomotor Terrestre (MNTE) e Piloto Agrícola - Avião (PAGA) válidas.

O PIC estava com o Certificado Médico Aeronáutico (CMA) válido, estava qualificado e possuía a experiência requerida para o tipo de voo.

De acordo com o registro do PIC e as imagens obtidas após o acidente, as condições meteorológicas estavam acima dos mínimos para a realização do voo.

A aeronave, modelo EMB-202A, número de série (S/N) 20001028, monomotora, construída em estrutura tubular metálica coberta por chapas de alumínio, com trem de pouso fixo e convencional, foi fabricada pela Neiva, em 2007, e estava inscrita na Categoria de Registro Serviço Aéreo Especializado - Aeroagrícola (SAE-AG).

A aeronave estava com o Certificado de Verificação de Aeronavegabilidade (CVA) válido.

As últimas inspeções, para emissão do CVA e de "500 horas/Anual", foram concluídas em 24SET2021, pela Organização de Manutenção (OM) Sana Agro Aérea Sociedade Simples (COM N° 8306-04/ANAC), estando a aeronave com 70 horas e 36 minutos voados após inspeção e 2.687 horas e 12 minutos totais.

A última inspeção, do tipo "50 horas", foi realizada em 23DEZ2021, pela OM Sana Agro Aérea Sociedade Simples (COM N° 8306-04/ANAC), estando a aeronave com 22 horas voadas após a inspeção.

A aeronave possuía um motor *Lycoming*, modelo IO-540-K1J5, S/N L-33291-48E, que possuía um *Time Since New* (TSN - tempo desde novo) de 2.072 horas e 42 minutos.

A última revisão geral do motor em questão foi realizada pela OM MOB *Aviation* (COM N°1908-41/ANAC), em 08MAIO2020, estando o motor com um *Time Since Overhaul* (TSO - tempo desde última revisão geral) de 223 horas e 18 minutos.

O PT-UUH era equipado com uma hélice *Hartzell*, modelo HC-C3YR-1RF, S/N PA1602B, que possuía um TSO de 617 horas e 55 minutos.

As escriturações das cadernetas de célula, motor e hélice estavam atualizadas.

Tomando por base as temperaturas registradas pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) na cidade de Corumbataí, SP, distante 4,6 NM do local do acidente, estimou-se que a temperatura no momento da ocorrência estava próxima a 20° C.

As condições meteorológicas estavam acima dos mínimos para a realização do voo.

A operadora era detentora do Certificado de Operador Aéreo (COA) n°2012-08-4IFB-04-01 e possuía uma Especificação Operativa (EO) para as aeronaves *Air Tractor*, Neiva e EMBRAER e um Manual de Gerenciamento de Segurança Operacional (MGSO) aceito pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), em 17JUL2020.

A área de pouso para uso aeroagrícola da Fazenda Serra, Corumbataí, SP, era de cascalho, cabeceiras 17/35 e com dimensões de 950 x 20 m.

A declividade, no sentido da decolagem utilizado no voo do acidente, era positiva (active). Na lateral esquerda à cabeceira oposta ao sentido de decolagem, havia uma placa de sinalização com, aproximadamente, 15 ft de altura.

O Gerenciamento de Risco à Segurança Operacional (GRSO) referente à pista de operação alertava, no campo “Obstáculo”, para a presença de uma placa na cabeceira oposta à decolagem no lado esquerdo (Figura 2).

Informação básica						
Cód.	Cliente	Localidade (Fazenda/Cidade)		Coordenadas	Uso	Validade
SPJIRA01	Usina Iracema	Serra / Corumbataí		22°14'39.32"S 47°42'13.76"W	Liberada	6/4/2022
Vistoria						
Data Vistoria	Responsável	Classificação da Pista	Comprimento	Largura	Piso	Obstáculo
6/10/2021		Aceitável	950	20	Cascalho	Atenção, placa na cabeceira oposta a decolagem (lado esquerdo)
Liberação			Plano de Ação			
Data liberação	Piloto	Recomendação Especial	Ação	Responsável	Status	
3/1/2022		Atenção, placa na cabeceira oposta a decolagem (lado esquerdo)	N/A	N/A	N/A	

Figura 2 - Informações básicas da aérea de pouso da Fazenda Serra.
Fonte: GRSO da SANA AGRO AÉREA SOCIEDADE SIMPLS.

Contudo, na coluna “Recomendação Especial”, campo “Plano de Ação”, estavam descritas as mesmas informações do campo “Obstáculo”, e na coluna “Ação” não constava qualquer procedimento ou recomendação.

Dessa forma, o GRSO elaborado não foi capaz de implementar medidas para que o risco de colisão contra o obstáculo fosse mitigado ou eliminado.

No seu relato, o PIC informou que este seria o segundo voo do dia. Após o primeiro, foi executado o abastecimento de combustível de uma das asas e o do reservatório *hopper* com defensivo agrícola.

Segundo o PIC, na corrida de decolagem, o PT-UHH saiu do solo no início do último terço da pista, porém não houve ganho de sustentação. Ele afirmou ter sentido a aeronave “frouxa” e não soube especificar qual foi a velocidade de rotação empregada. Na sequência,

ainda próximo ao solo, a cauda da aeronave colidiu contra uma placa de sinalização que estava localizada próximo à extremidade da cabeceira oposta (Figura 3).



Figura 3 - Imagem da pista e da placa de sinalização.

Depois da colisão, houve a perda de controle e a colisão contra o solo em posição picada (Figura 4).



Figura 4 - Atitude do PT-UHH no momento da colisão contra o solo.

Durante a ação inicial, a Comissão de Investigação coletou amostras do local de abastecimento, do combustível e do óleo da aeronave, a fim de serem submetidas a uma análise de suas características físico-químicas em laboratório.

As amostras do combustível e do óleo do motor foram analisadas não sendo identificadas quaisquer discrepâncias.

Apesar de o PIC não ter percebido qualquer degradação dos parâmetros do motor durante a decolagem, o grupo motopropulsor também foi submetido a uma análise pela Comissão de Investigação. Assim, o sistema de lubrificação, ignição e componentes internos foram verificados, não sendo encontrada qualquer discrepância que afetasse o funcionamento ou o desempenho do motor.

No entanto, durante a desmontagem do sistema de alimentação de combustível, verificou-se que o bico injetor do cilindro nº 2 do motor estava desalinhado. Ao se tentar trazê-lo para a sua posição normal, ocorreu uma ruptura total (Figura 5).



Figura 5 - Vista do bico injetor nº 2 desalinhado e quebrado.

Na Figura 6, a área mais clara indica que a ruptura ocorreu no instante da tentativa de realinhamento. Todavia, a área mais escura mostrava que havia uma fratura anterior, com característica de ruptura por sobrecarga.

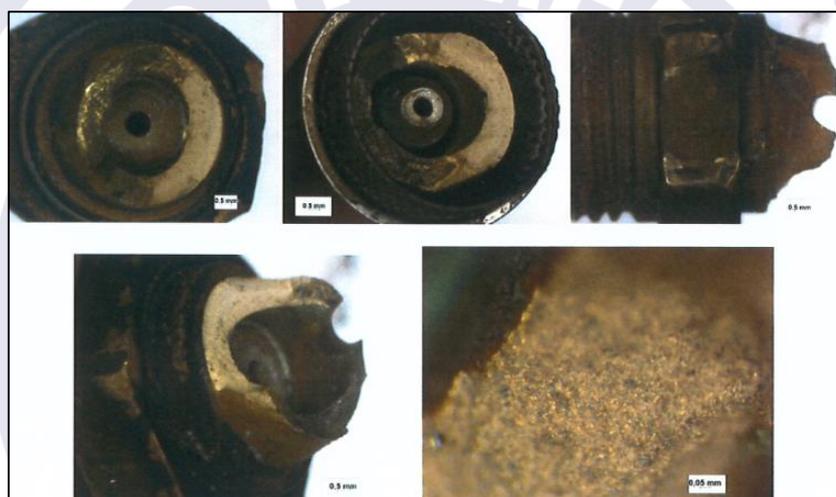


Figura 6 - Vistas mostrando as fraturas antigas (região escura) e mais recente (região clara) no bico injetor do cilindro nº 2.

Nesse sentido, a investigação do motor realizada pela Comissão de Investigação concluiu que a trinca pode ter sido originada por posicionamento incorreto de ferramenta, por ocasião de um serviço de manutenção. A segunda hipótese está relacionada com a possibilidade de o bico ter sofrido um impacto, com força suficiente para provocar o seu desalinhamento e a trinca no seu corpo, sem que fossem percebidos.

Em ambos os casos, pôde-se concluir que, independentemente do fator que tenha ocasionado a trinca no bico injetor, essa falha estava relacionada com a ocorrência da perda de potência do motor durante a decolagem constatada na investigação desse componente.

A análise da documentação do PT-UHH revelou que a última instalação dos bicos injetores foi realizada durante a revisão geral do motor.

Nas inspeções posteriores não era mandatória a desmontagem dos bicos a menos que houvesse alguma evidência de discrepância relatada, fato que não foi encontrado nos registros de manutenção.

Assim, por ocasião das inspeções realizadas em 23DEZ2021, constatou-se que a inspeção do fluxo máximo de combustível foi realizada de acordo com o Manual de Serviço MS202A, rev. 23, de 04MAIO2021.

Na oportunidade, de acordo com a Ficha de Inspeção, de 23DEZ2021, constante da Figura 7, observou-se que os bicos injetores também foram inspecionados.

sana		FICHA DE INSPEÇÃO		MOM	REV	
COM 8306-04/ANAC		MODELO: EMB-202A "IPANEMA"		14	02	
Aeródromo Gilberto Rueszger Ometto - Estrada Municipal de Leme, 647 - CEP: 13.610-845 - Leme/SP - Caixa Postal 1550 - Fone (19) 4042-5999 - Email sana@sana.agr.br		(Ref. ao MS202A rev. 23 de 04/05/2021 e ao REINPRO 202A rev. 19 de 24/11/2020)			Pág.	
NATUREZA DA INSPEÇÃO		TEMPOS DE INSPEÇÃO		ASSINATURAS		
		50	100	NOTAS	MEC.	INSP.
GRUPO MOTOPROPULSOR (cont.)						
33	Unidade Injetora de Combustível, Unidade Distribuidora de Combustível, Bicos Injetores, Tubulações, Hastes e Alavancas.	●	●			
34	Limpeza do Filtro de Entrada de Combustível da Unidade Injetora de Combustível.	●	●			
35	Revise o Motor.			5	N/A	N/A
36	Linhas da Unidade Distribuidora.		●	15	N/A	N/A
37	Inspeção Interna da Unidade Distribuidora.			5	N/A	N/A
38	Conexões da Bomba Mecânica e Unidade Injetora.			18	N/A	N/A

Figura 7 - Ficha de Inspeção que descrevia a realização da inspeção nos bicos injetores.

Após essa inspeção, a aeronave voou cerca de 22 horas durante um período de 31 dias até a data da ocorrência. Tendo em vista as características da fratura do bico injetor nº 2, pode-se inferir que a trinca anterior no bico injetor já estava presente nessa inspeção e que ela não foi previamente identificada, revelando inadequação dos serviços de manutenção e de supervisão gerencial. Todavia, em que pesem as características das fraturas consideradas como antigas, não há como quantificar o tempo decorrido desde a sua nucleação.

Por outro lado, conforme pode ser verificado na Figura 8, no momento da ocorrência, a aeronave operava com peso de decolagem estimado em 1.918 kg, ou seja, 118 kg acima do Peso Máximo de Decolagem (PMD) estipulado pelo fabricante, que era de 1.800 kg.

PESO E BALANCEAMENTO PT-UUH						
	PESO (Kg)	BRAÇO (m)	MOMENTO (Kg.m)			
VAZIO BÁSICO	1096,7	0,405	444,1635			
PILOTO	90	1,71	153,9	COMB. (L)	DENS. (Kg/L)	PESO (Kg)
COMBUSTÍVEL	71,8	0,29	20,822	100	0,718	71,8
DEFENSIVO	660	0,25	165			
TOTAL	1918,5		783,8855	DEFENS	DENS(KG/L)	PESO(KG)
H		0,40859291		600	1,1	660
% CMA	23,89432					
PMD	1800					
C.G.	DE 21% A 27% CMA					

Figura 8 - Cálculo do peso e balanceamento do PT-UUH.

Sobre isso, o Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) nº 91, Emenda nº 03 "Requisitos Gerais de Operação para Aeronaves Civis", em vigor na data do acidente, estipulava que: (grifo nosso)

91.9 Requisitos para manual de voo aprovado ou manual de operação da aeronave (AOM), marcações e placares de aeronaves civis

a) Com exceção do previsto no parágrafo (d) desta seção, somente é permitido operar uma aeronave civil se forem cumpridas as limitações operacionais especificadas no manual de voo aprovado (ou um AOM) e nas marcações e placares nela afixadas e as limitações operacionais estabelecidas de outra forma pela autoridade de aviação civil do país de registro da aeronave.

Com relação à performance do EMB 202, e considerando as condições assinaladas na Figura 9, no momento ocorrência, calculou-se, por meio da Seção 5 - "Desempenho",

do Manual de Operação (MO) 202/007, Revisão 38, de 19FEV2020, do EMB-202A, que a distância de decolagem para a pista não pavimentada seria de 1.208 m.

DISTÂNCIA DE DECOLAGEM EM PISTA NÃO PREPARADA							
VENTO ZERO PISTA DE TERRA, CASCALHO OU ASFALTO MOLHADO CONFIGURAÇÃO AGRÍCOLA E LIMPA							
DISTÂNCIAS DE DECOLAGEM[M] - PISTA NÃO PAVIMENTADA							
Altitude Pressão [ft]	Carregamento [Kg]	Temperatura Ambiente [°C]					
		-10	0	10	20	30	40
0	1550	520	555	593	632	675	719
	1800	767	819	874	933	995	1061
1000	1550	566	605	646	689	735	783
	1800	836	892	953	1016	1084	1156
2000	1550	618	659	704	751	801	854
	1800	911	973	1038	1108	1181	1259
3000	1550	674	719	768	819	873	931
	1800	994	1061	1132	1208	1288	1373
4000	1550	735	785	838	893	952	1015
	1800	1085	1158	1235	1318	1405	1497
5000	1550	803	857	914	975	1040	1108
	1800	1184	1264	1349	1439	1534	1634
8000	1550	1050	1120	1195	1274	1357	1446
	1800	1549	1652	1762	1879	2002	2133

Figura 9 - Tabela de distância de decolagem em pista não pavimentada.
Fonte: Manual de Operação do EMB-202A.

Considera-se a distância de decolagem, a distância requerida para acelerar o avião a partir da imobilidade, decolar e subir até uma altura de 15 m (50 ft) acima do nível da pista.

Por sua vez, a tabela “Corrida no Solo durante a Decolagem [M] - Pista não Pavimentada” revelou que para uma aeronave decolando nas condições do PT-UUH com peso máximo de decolagem, seriam necessários 757 m (Figura 10).

VENTO ZERO PISTA DE TERRA, CASCALHO OU ASFALTO MOLHADO CONFIGURAÇÕES AGRÍCOLA E LIMPA							
CORRIDA NO SOLO NA DECOLAGEM [M] - PISTA NÃO PAVIMENTADA							
Altitude Pressão [ft]	Carregamento [Kg]	Temperatura Ambiente [°C]					
		-10	0	10	20	30	40
0	1550	328	350	373	398	424	452
	1800	484	516	551	587	626	667
1000	1550	357	381	406	433	461	492
	1800	526	562	599	639	681	725
2000	1550	388	414	442	471	502	535
	1800	573	611	652	695	741	789
3000	1550	423	451	481	513	547	582
	1800	624	666	710	757	807	859
4000	1550	461	492	524	559	596	634
	1800	680	726	774	825	879	936
5000	1550	503	536	572	609	649	691
	1800	742	791	843	899	958	1020
8000	1550	654	697	743	792	843	898
	1800	965	1029	1097	1168	1244	1325

Figura 10 - Tabela de corrida no solo na decolagem (m) - Pista não pavimentada.
Fonte: Manual de Operação do EMB-202A.

Todavia, é importante destacar que, como a aeronave estava 118 kg acima do seu PMD, tanto a distância de decolagem como a corrida no solo seriam superiores aos verificados na tabela das Figuras 9 e 10.

Entretanto, não foi possível calcular essa distância pela ausência, na tabela, do campo relativo ao carregamento da aeronave para o peso em questão. Assim, como o PT-UUH estava com 118 kg acima do PMD previsto, não foi possível precisar qual teria sido a corrida no solo na decolagem para essa condição.

Quando questionado sobre o carregamento do PT-UUH, o piloto relatou que tinha ciência que a aeronave operava acima do envelope de voo estipulado pelo fabricante. Citou que tal condição era inerente à aviação agrícola, uma vez que era necessária a economia de recursos para que a operação fosse rentável economicamente ao operador.

Sobre isso, o item 2.6 - Limites de Peso da Seção 2 - "Limitações do Manual de Operação" do EMB-202 alertava que (Figura 11):

Decolagem de pistas com altitudes elevadas, presença de obstáculos no fim da pista, condições adversas de superfície e declividade da pista, temperatura ambiente elevada e vento são fatores a serem levados em conta na determinação do peso máximo de decolagem.

Figura 11 - Texto extraído do item 2.6 - Limites de Peso da Seção 2 - Limitações do Manual de Operação do EMB-202.

Assim, tanto a tentativa de decolagem com um peso de decolagem acima do previsto pelo fabricante como a perda de potência do motor decorrente de uma falha do bico injetor do cilindro nº 2 constituíram-se fatores contribuintes para a inviabilização da decolagem e para a colisão do PT-UUH contra a placa de sinalização.

3. CONCLUSÕES

3.1. Fatos

- a) o piloto estava com o Certificado Médico Aeronáutico (CMA) válido;
- b) o piloto estava com as habilitações de Avião Monomotor Terrestre (MNTE) e Piloto Agrícola - Avião (PAGA) válidas;
- c) o piloto estava qualificado e possuía experiência no tipo de voo;
- d) a aeronave estava com o Certificado de Verificação de Aeronavegabilidade (CVA) válido;
- e) a aeronave estava acima dos limites do Peso Máximo de Decolagem (PMD) estabelecido pelo fabricante;
- f) as escriturações das cadernetas de célula, motor e hélice estavam atualizadas;
- g) as condições meteorológicas estavam acima dos mínimos para a realização do voo;
- h) o GRSO referente à pista de operação alertava, no campo "Obstáculo", para a presença de uma placa na cabeceira oposta à decolagem no lado esquerdo;
- i) não foram implementadas ações para mitigar ou eliminar a presença do obstáculo;
- j) durante a decolagem, após sair do solo, a aeronave atingiu uma placa de sinalização na lateral esquerda da cabeceira oposta;
- k) as amostras de combustíveis e óleo do motor foram analisadas e não foram evidenciadas discrepâncias;
- l) durante a desmontagem do sistema de alimentação de combustível, verificou-se que o bico injetor do cilindro nº 2 do motor estava desalinhado;
- m) a área mais escura da trinca no bico injetor do cilindro nº 2 revelou que havia uma fratura anterior, com característica de ruptura por sobrecarga;

- n) a aeronave teve danos substanciais; e
- o) o piloto saiu ileso.

3.2 Fatores Contribuintes

- Manutenção da aeronave - contribuiu;
- Planejamento de voo - contribuiu;
- Supervisão gerencial - contribuiu.

4. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA

Proposta de uma autoridade de investigação de acidentes com base em informações derivadas de uma investigação, feita com a intenção de prevenir ocorrências aeronáuticas e que em nenhum caso tem como objetivo criar uma presunção de culpa ou responsabilidade.

Em consonância com a Lei nº 7.565/1986, as recomendações são emitidas unicamente em proveito da segurança de voo. Estas devem ser tratadas conforme estabelecido na NSCA 3-13 “Protocolos de Investigação de Ocorrências Aeronáuticas da Aviação Civil conduzidas pelo Estado Brasileiro”.

À Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), recomenda-se:

A-037/CENIPA/2023 - 01

Emitida em: 15/04/2024

Atuar junto à empresa Sana Agro Aérea Sociedade Simples (COA n 2012-08-4IFB-04-01), no sentido de aquela empresa observe o disposto na Seção 137.215 do RBAC 137, a fim de que sejam identificados os perigos e implementadas ações mitigatórias coerentes ao tipo de operação realizada.

A-037/CENIPA/2023 - 02

Emitida em: 15/04/2024

Atuar junto à empresa Sana Agro Aérea Sociedade Simples (COA n 2012-08-4IFB-04-01), a fim de que seus pilotos sejam orientados quanto à importância de realizar os cálculos corretos de peso e balanceamento da aeronave, levando-se em consideração a relação entre a capacidade de peso máximo do tanque de produtos (*hopper*), o peso máximo de decolagem da aeronave e as características de cada operação para cálculo de performance.

5. AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS ADOTADAS

Nada a relatar.

Em 15 de abril de 2024.