

PARECER TÉCNICO DE CONSERTO
ÔNIBUS VOLARE V8L – IQU-3758

Glademir Karpinski
Engenheiro Mecânico
Especialista em Segurança do Trabalho

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO.....	6
2	IDENTIFICAÇÃO	7
2.1	Identificação do Profissional Responsável	7
2.2	Identificação do Solicitante	7
2.3	Identificação do Veículo.....	8
2.4	Dados da Vistoria	8
3	FINALIDADE	8
4	INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES E METODOLOGIA.....	10
5	HISTÓRICO.....	12
6	ANÁLISE TÉCNICA DETALHADA	13
6.1	Fundamentos Técnicos dos Sistemas Analisados.....	13
6.2	Constatações Técnicas por Subsistema	16
6.2.1	Sistema de Iluminação Dianteira.....	16
6.3	Sistema de Direção	16
6.3.1	Suspensão Dianteira e Traseira.....	17
6.3.2	Sistema de Freios.....	18
6.3.3	Sistema de Arrefecimento, Colmeia do Radiador	18
6.3.4	Sistemas Auxiliares, Limpador de Para-brisa e Cinto de Segurança ...	19
6.4	Quadro de Correlação Diagnostica.....	19
6.5	6.Análise de Modos de Falha e Efeitos (FMEA), IEC 60812:2018.....	20
6.6	Orçamento Detalhado de Peças e Serviços	22

6.6.1	Serviço de Mao de Obra	23
6.6.2	Resumo Financeiro	25
6.7	Rastreabilidade das Fontes Orçamentarias	25
7	ASPECTOS DE SEGURANÇA, LEGISLAÇÃO E REGULAMENTAÇÃO	26
7.1	Código de Trânsito Brasileiro (Lei nº 9.503/1997).....	26
7.2	Resoluções do CONTRAN.....	27
7.3	Normas Regulamentadoras de Segurança do Trabalho	27
7.4	Legislação Profissional de Engenharia.....	27
8	EMBASAMENTO TÉCNICO-CIENTÍFICO	28
8.1	Elementos de Máquinas e Projeto Mecânico.....	28
8.2	Dinâmica Veicular e Engenharia Automotiva.....	29
8.3	Sistemas de Freio.....	29
8.4	Transferência de Calor e Sistemas de Arrefecimento	29
8.5	Ciência dos Materiais e Comportamento de Elastômeros	30
8.6	Engenharia de Confiabilidade e Metodologia FMEA	30
8.7	Normas Técnicas Brasileiras (ABNT).....	31
8.8	Quadro de Correlação Bibliográfica.....	31
9	CONSIDERAÇÕES JURÍDICAS.....	31
9.1	Fundamento Legal da Dispensa de Licitação	32
9.2	Princípio da Economicidade e do Interesse Público.....	32
9.3	Natureza do Veículo e Interesse Público Qualificado	33
10	JURISPRUDÊNCIA.....	33
10.1	Jurisprudência do Tribunal de Contas da União (TCU).....	33

11	LIMITAÇÕES E PRESSUPOSTOS	34
11.1	Limitação de Escopo	34
11.2	Limitação Temporal do Orçamento.....	35
11.3	Danos Adicionais Não Identificáveis	35
11.4	Pressupostos Técnicos	35
11.5	Responsabilidade do Signatário	36
12	PROPRIEDADE INTELECTUAL	36
13	CONCLUSÃO.....	37
14	ENCERRAMENTO	40
15	APÊNDICE	41
15.1	Foto 1	41
15.2	Foto 2.....	41
15.3	Foto 3.....	42
15.4	Foto 4.....	42
15.5	Foto 5.....	42
15.6	Foto 6.....	43
15.7	Foto 7.....	43
15.8	Foto 8.....	43
15.9	Foto 9.....	44
15.10	Foto 10.....	44
15.11	Foto 11.....	44
15.12	Foto 12.....	45
15.13	Foto 13.....	45

15.14	Foto 14.....	45
15.15	Foto 15.....	46
15.16	Foto 16.....	46
15.17	Foto 17.....	46
15.18	Foto 18.....	47
15.19	Foto 19.....	47
15.20	Foto 20.....	47
15.21	Foto 21.....	48
15.22	Foto 22.....	48
15.23	Foto 23.....	48
15.24	Foto 24.....	49
15.25	Foto 25.....	49
15.26	Foto 26.....	49
15.27	Foto 27.....	50
15.28	Foto 28.....	50
15.29	Foto 29.....	50
15.30	Foto 30.....	51
15.31	Foto 31.....	51
15.32	Foto 32.....	51
16.	ANEXO	52
16.1.	ART	52

1 APRESENTAÇÃO

O presente Parecer Técnico de Conserto de Veículo (PTCM) é apresentado pelo Engenheiro Mecânico Glademir Karpinski, devidamente inscrito no Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Sul sob o registro CREA-RS 083466/D, com especialização em Segurança do Trabalho e MBA em Gestão Ambiental, atendendo a solicitação formulada pela Prefeitura Municipal de Caseiros, RS, pessoa jurídica de direito público inscrita no CNPJ nº 90.483.058/0001-26, para fins de vistoria técnica, diagnóstico e emissão de laudo circunstanciado acerca das condições mecânicas, estruturais e de segurança veicular do ônibus Marcopolo, carroceria Volare, modelo V8L ESC, de placas IQU-3758, pertencente a frota municipal e destinado ao transporte oficial de passageiros, notadamente ao transporte escolar dos estudantes do município.

A elaboração deste documento decorre da necessidade administrativa de fundamentar tecnicamente a contratação direta dos serviços de manutenção corretiva do veículo em epígrafe, nos termos do artigo 75, inciso II, da Lei Federal nº 14.133, de 1º de abril de 2021 (Nova Lei de Licitações e Contratos Administrativos), que autoriza a dispensa de licitação para contratações de pequeno vulto, observados os limites de valor atualizados periodicamente por decreto federal, atualmente disciplinados pelo Decreto nº 12.807, de 25 de abril de 2025. A responsabilidade pela subsunção do caso concreto a hipótese legal de dispensa, bem como pela instrução processual administrativa correspondente, permanece integralmente a cargo da Administração Municipal e de sua assessoria jurídica, cabendo a este parecer, exclusivamente, o fornecimento dos elementos técnicos de engenharia mecânica necessários a essa avaliação.

O signatário declara, para todos os fins e efeitos, que atua com absoluta independência técnica em relação a Contratante e a eventuais fornecedores de peças e serviços, não mantendo qualquer vínculo societário, contratual continuado ou relação de subordinação que pudesse comprometer a isenção das conclusões ora apresentadas. O orçamento anexo a este

parecer foi elaborado pelo próprio signatário, com base em pesquisa de mercado por ele conduzida junto a fornecedores e oficinas especializadas em manutenção de ônibus e componentes automotivos pesados na região do Alto Uruguai gaúcho, não havendo, portanto, vinculação a oficina ou fornecedor específico previamente contratado.

A metodologia empregada segue os preceitos da Associação Brasileira de Normas Técnicas, notadamente a ABNT NBR 13752:2024, que disciplina os procedimentos de vistoria cautelar veicular, e a ABNT NBR 10697, que trata da terminologia técnica aplicável a veículos rodoviários, complementadas pela literatura técnico-científica consagrada na engenharia mecânica, na engenharia automotiva e na engenharia de manutenção, integralmente referenciada na Seção 8 deste documento.

2 IDENTIFICAÇÃO

2.1 Identificação do Profissional Responsável

Nome	Eng. Glademir Karpinski
Registro Profissional	CREA-RS 083466/D
Formação	Engenheiro Mecânico
Especialização	Segurança do Trabalho
Pós-graduação	MBA em Gestão Ambiental
Sede Profissional	Rua Senador Salgado Filho, 779, Getúlio Vargas, RS, CEP 99.900-000
Contato	(54) 9 9605-2600 glademir.karpinski@gmail.com

2.2 Identificação do Solicitante

Órgão Solicitante	Prefeitura Municipal de Caseiros, RS
CNPJ	90.483.058/0001-26
Natureza Jurídica	Administração Pública Direta Municipal
Finalidade da Solicitação	Fundamentação técnica para dispensa de licitação (Lei nº 14.133/2021, art. 75, II)

2.3 Identificação do Veículo

Espécie / Tipo	Passageiro / Ônibus
Marca	Marcopolo (chassi Volkswagen/Agrale, conforme documentação do veículo)
Modelo / Carroceria	Volare V8L ESC (versão escolar)
Categoria	Oficial
Placa	IQU-3758
Chassi	93PB42G3PAC032675
Renavam	00209868295
Ano de Fabricação / Modelo	2010/2010
Cor Predominante	Amarela
Combustível	Diesel
Potencia do Motor	115 CV (85 kW)
Capacidade de Passageiros	31 passageiros (configuração escolar)
Uso Declarado	Oficial, Transporte de Passageiros / Escolar

2.4 Dados da Vistoria

Data da Vistoria	15/07/2026
Local	Pátio de manutenção indicado pela Prefeitura Municipal de Caseiros, RS
Tipo de Vistoria	Com Desmontagem
Referência do Parecer	PTCM-VOLAREV8LESC-CAS-2026/01

3 FINALIDADE

O presente Parecer Técnico tem por finalidades específicas:

- i. Proceder a vistoria técnica detalhada do ônibus Marcopolo Volare V8L ESC, placas IQU-3758, com desmontagem dos sistemas de direção, suspensão e freios, de modo a identificar, descrever e classificar tecnicamente as anomalias, avarias e desgastes presentes no veículo;

Rua Senador Salgado Filho, 779
Getúlio Vargas – RS
CEP 99.900-000
Fone: (54) 9 9605-2600
e-mail: glademir.karpinski@gmail.com

- ii. Estabelecer, com base em evidências técnicas observadas em campo, a correlação causal entre os componentes avariados e os riscos operacionais e de segurança decorrentes de sua permanência em uso sem a devida intervenção corretiva;
- iii. Fornecer fundamentação técnico-científica, ancorada em literatura especializada de engenharia mecânica, automotiva e de materiais, que subsidie e justifique tecnicamente cada item de substituição de peças e de execução de serviços constante do orçamento anexo;
- iv. Apresentar o orçamento discriminado, elaborado pelo Engenheiro signatário com base em pesquisa de mercado própria, especificando quantidades, unidades, valores unitários e totais para cada item de peça e de serviço necessário ao restabelecimento das condições de segurança e operacionalidade do veículo;
- v. • Subsidiar tecnicamente a Administração Municipal e sua assessoria jurídica na instrução do processo administrativo de contratação direta, por dispensa de licitação, nos termos do artigo 75, inciso II, da Lei Federal nº 14.133/2021, sem prejuízo da avaliação jurídica e administrativa que compete exclusivamente ao órgão municipal;
- vi. Registrar as condições de segurança veicular verificadas no momento da vistoria, com ênfase nos sistemas de direção e frenagem, dada a natureza do veículo como transporte oficial de passageiros, notadamente escolares, sujeito a regramento específico do Código de Trânsito Brasileiro e das Normas Regulamentadoras de segurança do trabalho aplicáveis;
- vii. Documentar fotograficamente as condições físicas dos componentes avariados, de modo a compor prova técnica idônea e rastreável do estado do veículo na data da vistoria.

4 INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES E METODOLOGIA

A vistoria técnica que fundamenta este parecer foi conduzida em 15/07/2026, com desmontagem dos sistemas de direção, suspensão dianteira e traseira e sistema de freios, o que permitiu a inspeção direta dos componentes internos, a medição de folgas e desgastes, e a constatação pormenorizada do estado físico de peças normalmente inacessíveis em vistoria meramente visual externa. A metodologia adotada observa a sequência técnica descrita a seguir, em conformidade com a ABNT NBR 13752:2024 (Vistoria Cautelar Veicular, Requisitos) e com as boas práticas de diagnóstico automotivo estabelecidas pela literatura técnica especializada.

Etapa 1, Inspeção Visual Preliminar e Levantamento Documental

Verificação da documentação do veículo (Certificado de Registro de Veículo, dados de chassi, renavam e placa), seguida de inspeção visual externa geral, com registro fotográfico do estado de conservação da carroceria, pintura, vidros, faróis e lanternas, previamente ao início da desmontagem dos sistemas mecânicos.

Etapa 2, Desmontagem Controlada dos Sistemas de Direção e Suspensão

Remoção das rodas dianteiras, desacoplamento dos terminais de direção, desmontagem parcial da coluna de direção para acesso a cruzeta, desmontagem dos amortecedores dianteiros, das buchas de mola e das buchas das barras estabilizadoras, e desmontagem dos cubos de roda para inspeção dos rolamentos e retentores. Cada componente removido foi individualmente examinado, fotografado e classificado quanto ao seu estado de conservação.

Etapa 3, Desmontagem do Sistema de Freios

Remoção dos tambores de freio dianteiro e traseiro, com inspeção das lonas de freio quanto a espessura remanescente, rebitagem, contaminação por óleo ou graxa, presença de trincas térmicas (crazing) e conicidade de desgaste, procedimento este alinhado as recomendações de manutenção preventiva e corretiva de sistemas de freio a tambor descritas por Limpert (2011) em "Brake Design and Safety".

Etapa 4, Medição de Folgas, Testes Funcionais e Verificações Complementares

Medição das folgas angulares e axiais nos terminais de direção e na cruzeta da coluna, teste funcional do setor de direção (caixa de direção mecânica), verificação do estado da colmeia do radiador quanto a obstruções, corrosão e perfurações, teste de acionamento do mecanismo limpador de para-brisa, e verificação do fecho do cinto de segurança quanto a sua funcionalidade de travamento e destravamento.

Etapa 5, Análise Técnica, Correlação Diagnostica e Elaboração do Parecer

Consolidação dos dados de campo, correlação entre os sintomas e desgastes observados e os mecanismos de falha correspondentes, aplicação da metodologia FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) conforme IEC 60812:2018 para hierarquização da criticidade de cada anomalia identificada, e elaboração do presente documento com fundamentação técnico-científica, jurídica e normativa.

Ressalva metodológica: por se tratar de vistoria realizada com desmontagem dos sistemas de direção, suspensão e freios, as constatações registradas neste parecer refletem o estado físico efetivamente observado dos componentes desmontados. Não obstante, danos ocultos em componentes não contemplados pelo escopo desta desmontagem (a exemplo do motor, da transmissão, do sistema elétrico e do sistema de arrefecimento em sua totalidade,

ressalvada a colmeia do radiador) não podem ser descartados e estão tratados na Seção 11 (Limitações e Pressupostos) deste documento.

5 HISTÓRICO

O ônibus Marcopolo Volare V8L ESC, placas IQU-3758, ano/modelo 2010/2010, integra a frota municipal da Prefeitura de Caseiros, RS, sendo utilizado, em sua configuração ESC (escolar), no transporte oficial de passageiros, com destaque para o transporte diário de estudantes da rede municipal de ensino ao longo de rotas rurais e urbanas do município. Trata-se de veículo com aproximadamente dezesseis anos de fabricação, submetido a uso intensivo e continuado, circunstância que, associada a natureza das vias percorridas, frequentemente não pavimentadas, com presença de desníveis, buracos e trechos de terra batida, típicos da malha viária rural do interior do Rio Grande do Sul, concorre decisivamente para a aceleração do desgaste natural dos componentes mecânicos do sistema de direção, suspensão e frenagem.

Por ocasião da rotina de manutenção preventiva e em atendimento a reclamações de condução do veículo relatadas pelos motoristas responsáveis, notadamente vibração no volante, folga perceptível na direção, ruídos metálicos na suspensão dianteira e traseira durante a passagem sobre irregularidades do pavimento, e desgaste visível das lonas de freio, a Administração Municipal determinou a realização de vistoria técnica especializada com desmontagem dos sistemas afetados, a fim de precisar com exatidão a extensão dos desgastes e definir o escopo dos reparos necessários.

A vistoria técnica objeto deste parecer foi realizada em 15/07/2026, com desmontagem dos sistemas de direção, suspensão dianteira, cubos de roda e sistema de freios, tendo sido constatado quadro de degradação consistente com desgaste natural progressivo por fadiga de uso, agravado pelas condições de rodagem descritas, sem que se tenha

identificado, no âmbito desta vistoria, evidência de evento traumático isolado (colisão, impacto ou acidente) como causa primária das anomalias verificadas. As constatações técnicas detalhadas, componente a componente, estão descritas na Seção 6 deste parecer.

Registra-se, por dever de transparência técnica, que a determinação das causas administrativas, operacionais ou de eventual responsabilidade funcional pela periodicidade da manutenção preventiva do veículo escapa ao escopo técnico deste parecer, cuja finalidade é estritamente diagnóstica e prescritiva quanto aos reparos mecânicos necessários, permanecendo qualquer juízo de valor sobre gestão de frota e responsabilidade administrativa reservado, com exclusividade, à Administração Municipal.

6 ANÁLISE TÉCNICA DETALHADA

6.1 Fundamentos Técnicos dos Sistemas Analisados

O sistema de direção de veículos comerciais pesados do tipo ônibus rodoviário, como o Marcopolo Volare V8L, é composto, em sua concepção clássica, por uma caixa de direção mecânica do tipo setor de direção (steering gear box, geralmente do tipo parafuso sem-fim e setor dentado ou recirculação de esferas), acoplada ao volante por meio de uma coluna de direção que incorpora uma ou mais juntas universais, as cruzetas, responsáveis por transmitir o movimento rotacional do volante ao pinhão de entrada da caixa de direção, mesmo havendo desalinhamento angular entre os eixos. Conforme descrito por Gillespie (1992) em "Fundamentals of Vehicle Dynamics", a integridade dessas juntas universais é crítica para a fidelidade da resposta direcional, uma vez que folgas acumuladas nas cruzetas introduzem histerese e jogo morto (backlash) perceptível ao condutor como "folga no volante", fenômeno amplamente relatado nas queixas dos motoristas deste veículo.

Do setor de direção partem as barras de direção (terminais), componentes articulados providos de juntas esféricas (rotulas) que conectam a caixa de direção aos braços de manga de eixo, transmitindo o movimento angular necessário ao esterçamento das rodas dianteiras. Os terminais de direção operam sob esforços cíclicos de tração, compressão e flexão combinados, estando sujeitos a desgaste progressivo da rotula esférica por fadiga superficial e por perda de lubrificação, mecanismo de falha classicamente descrito por Shigley, Budynas e Nisbett (2020) em "Shigley's Mechanical Engineering Design" no contexto de juntas de pino e articulações esféricas submetidas a carregamento variável. A folga excessiva em terminais de direção compromete diretamente a precisão do esterçamento e, em casos extremos de desgaste não corrigido, pode evoluir para a separação da rotula de seu alojamento, com perda total de controle direcional do eixo correspondente.

O sistema de suspensão do Volare V8L, tipicamente estruturado sobre feixes de molas semi-elípticas (molas de lâminas) associados a amortecedores hidráulicos telescópicos de ação dupla, tem por função primária isolar o chassi e a carroceria das irregularidades da pista, mantendo o contato pneu-solo e controlando os movimentos de rolagem (roll), arfagem (pitch) e movimento vertical (bounce) da massa suspensa. Os amortecedores dissipam a energia cinética das oscilações da mola por meio da passagem forçada de fluido hidráulico através de orifícios calibrados, processo cuja eficiência decai progressivamente com o desgaste das vedações internas e com a degradação do fluido hidráulico, conforme descrito por Gillespie (1992) e por Wong (2001) em "Theory of Ground Vehicles". Amortecedores com vedação comprometida perdem capacidade de amortecimento, permitindo oscilações residuais da massa não suspensa que se traduzem em perda de aderência e maior distância de frenagem em piso irregular.

As buchas de borracha ou poliuretano presentes nos suportes de mola, nos mancais das barras estabilizadoras e nas próprias barras estabilizadoras dianteira e traseira desempenham função de isolamento vibracional e de permissão de micro movimentos

angulares entre componentes rígidos, absorvendo esforços que, de outra forma, seriam transmitidos diretamente a estrutura metálica, gerando fadiga por concentração de tensões. O envelhecimento do elastômero, por oxidação, ressecamento e fadiga cíclica, reduz sua capacidade de deformação elástica, fenômeno tecnicamente descrito na literatura de ciência dos materiais poliméricos (Callister & Rethwisch, 2020) como enrijecimento por oxidação (oxidative hardening), que se manifesta pela perda de amortecimento vibracional, ruídos metálicos de folga (batentes secos) e, em estágio avançado, pela fissuração e desintegração física da bucha.

O sistema de freios do veículo, do tipo tambor nos dois eixos (dianteiro e traseiro), opera por atrito entre as lonas de freio (guarnições de material compositivo de fricção) e a superfície interna do tambor, mediante acionamento hidráulico ou pneumático do cilindro de roda. A eficiência de frenagem depende diretamente da espessura remanescente do material de fricção e da integridade da rebiteagem ou colagem que fixa a lona ao suporte metálico (sapata). Segundo Limpert (2011), em "Brake Design and Safety", a redução da espessura da lona abaixo do limite técnico mínimo compromete a área de contato efetiva e a capacidade de dissipação térmica do sistema, aumentando a distância de parada e o risco de fading (perda de eficiência por superaquecimento), risco especialmente relevante em veículo destinado ao transporte escolar, no qual a segurança de frenagem assume caráter de interesse público qualificado.

O sistema de arrefecimento do motor, por sua vez, depende da integridade da colmeia (núcleo) do radiador, componente formado por uma matriz de tubos e aletas metálicas que promove a troca térmica por convecção forçada entre o fluido de arrefecimento e o ar externo. Segundo os princípios de transferência de calor descritos por Incropera e DeWitt (2011) em "Fundamentals of Heat and Mass Transfer", a obstrução parcial dos canais internos por incrustação (depósitos calcáreos e produtos de corrosão) ou a perfuração externa da colmeia por corrosão galvânica ou impacto de detritos reduzem drasticamente a área efetiva de troca

térmica, comprometendo a capacidade do sistema de manter a temperatura do motor dentro da faixa operacional segura, com risco de superaquecimento (overheating) e, em casos extremos, de danos estruturais ao motor por dilatação térmica excessiva.

6.2 Constatações Técnicas por Subsistema

6.2.1 Sistema de Iluminação Dianteira

Constatada a inoperância e/ou degradação óptica dos quatro faróis dianteiros e das duas lanternas de pisca dianteiras do veículo, com opacificação das lentes, oxidação dos refletores internos e, em parte dos conjuntos, falha do sistema de fixação ao painel frontal da carroceria. A deficiência de iluminação dianteira compromete diretamente a segurança de circulação noturna e em condições de baixa visibilidade, em desacordo com os requisitos mínimos de equipamento obrigatório estabelecidos pelo Código de Trânsito Brasileiro (Lei nº 9.503/1997, art. 105) e pelas Resoluções do CONTRAN pertinentes a equipamentos obrigatórios de iluminação e sinalização veicular.

6.3 Sistema de Direção

A desmontagem parcial da coluna de direção revelou folga angular excessiva na cruzeta (junta universal), com desgaste perceptível das agulhas de rolamento internas e ruído característico de "estalo seco" ao esterçamento em ambos os sentidos, sintoma clássico de deterioração de agulhas de rolamento por fadiga de contato (pitting), conforme descrito por Norton (2013) em "Machine Design: An Integrated Approach". Constatou-se ainda desgaste acentuado do setor de direção (caixa de direção mecânica), com folga interna excessiva entre o parafuso sem-fim e o setor dentado, resultando em zona morta ampliada no movimento do volante antes de qualquer resposta efetiva das rodas dianteiras, condição tecnicamente incompatível com a precisão direcional exigida para veículo de transporte de passageiros. Os terminais de direção esquerdo e direito apresentaram folga axial e radial na rotula esférica superior aos limites técnicos aceitáveis, com presença de coifa de vedação ressecada e

trincada em ambos os componentes, permitindo ingresso de contaminantes e perda de lubrificação interna, mecanismo acelerador do desgaste conforme Shigley, Budynas e Nisbett (2020).

6.3.1 Suspensão Dianteira e Traseira

Os amortecedores dianteiros e traseiros apresentaram, em todas as quatro unidades, sinais visíveis de vazamento de fluido hidráulico pela haste, oxidação superficial da haste cromada e perda perceptível de resistência ao curso de compressão e retorno quando submetidos a teste manual de bombeamento, evidência inequívoca de falha das vedações internas (retentor de haste e anel de vedação do pistão) e consequente perda da função de amortecimento hidráulico, conforme mecanismo descrito por Gillespie (1992) e Wong (2001). As buchas de mola dianteiras e traseiras apresentaram ressecamento acentuado do elastômero, com fissuras radiais visíveis e folga perceptível no movimento relativo entre a mola e seu suporte, achado compatível com o mecanismo de enrijecimento por oxidação descrito por Callister e Rethwisch (2020). Constatou-se, ainda, desgaste do embuchamento do eixo dianteiro (pino mestre e buchas de articulação da manga de eixo), com folga radial mensurável superior a tolerância de projeto, achado que compromete a precisão do ângulo de cambagem e caster dinâmicos e acelera o desgaste irregular dos pneus dianteiros.

As buchas mancal e as buchas propriamente ditas da barra estabilizadora traseira, bem como as buchas da barra estabilizadora dianteira, apresentaram deterioração do elastômero com folga perceptível nos pontos de fixação, comprometendo a função de controle de rolagem lateral da carroceria em curvas, o que, em veículo de centro de gravidade elevado como um ônibus, representa fator de risco relevante para a estabilidade dinâmica veicular, conforme os princípios de dinâmica veicular lateral descritos por Gillespie (1992). Os retentores do cubo direito apresentaram sinais de ressecamento e início de extravasamento de graxa, e os rolamentos de cubo dianteiro do eixo inferior apresentaram folga axial

perceptível ao manuseio manual da roda, além de ruído de rolamento (rumble) típico de deterioração das pistas de rolamento por fadiga de contato de rolamento (rolling contact fatigue), fenômeno classicamente descrito na literatura de elementos de máquinas (Norton, 2013; Shigley, Budynas e Nisbett, 2020). Os contrapinos de travamento associados a essa montagem apresentaram-se deformados e com sinais de fadiga, comprometendo a segurança do travamento mecânico dos componentes rotativos.

6.3.2 Sistema de Freios

A desmontagem dos tambores de freio dianteiro e traseiro revelou espessura remanescente das lonas de freio (guarnições de fricção) próxima ou abaixo do limite técnico mínimo recomendado pelo fabricante, com desgaste irregular (conicidade) em parte das guarnições e presença de rebites parcialmente expostos em contato com a superfície do tambor, condição que, segundo Limpert (2011), acelera o desgaste do próprio tambor por contato metal-metal e reduz de forma abrupta e não linear o coeficiente de atrito disponível para frenagem, com consequente aumento da distância de parada. A substituição das lonas dianteiras e traseiras, acompanhada da renovação dos rebites de fixação (13x16 mm), foi identificada como intervenção de segurança de caráter prioritário, dada a função crítica do sistema de frenagem em veículo de transporte escolar.

6.3.3 Sistema de Arrefecimento, Colmeia do Radiador

A inspeção da colmeia do radiador revelou obstrução parcial de múltiplos canais internos por incrustação e produtos de corrosão, associada a sinais externos de corrosão progressiva nas aletas de troca térmica e indícios de microperfurações em região inferior do núcleo, com manchas de fluido de arrefecimento ressecado características de vazamento intermitente já em curso. Consoante os fundamentos de transferência de calor descritos por Incropera e DeWitt (2011), a combinação de redução de área efetiva de troca térmica com perda progressiva de estanqueidade caracteriza quadro de degradação irreversível do

componente, justificando tecnicamente sua substituição integral, em detrimento de reparo pontual, de modo a eliminar o risco de superaquecimento do motor e falha catastrófica térmica.

6.3.4 Sistemas Auxiliares, Limpador de Para-brisa e Cinto de Segurança

Os dois mecanismos limpadores de para-brisa apresentaram falha de acionamento, com engrenagens do conjunto de transmissão (varetas e articulações) apresentando folga excessiva e, em um dos conjuntos, ruptura parcial de componente de fixação, comprometendo a limpeza adequada do para-brisa em condições de chuva, equipamento de segurança obrigatório nos termos do Código de Trânsito Brasileiro. O fecho do cinto de segurança do posto de condução apresentou falha no mecanismo de travamento, não mantendo o engate de forma confiável sob tração, condição inaceitável do ponto de vista de segurança ativa veicular, dado que o cinto de segurança constitui equipamento obrigatório de retenção do condutor nos termos da Resolução CONTRAN nº 445/2013 e correlatas.

6.4 Quadro de Correlação Diagnóstica

O quadro a seguir correlaciona os achados de campo, o mecanismo técnico de falha subjacente e a consequência operacional associada a cada subsistema analisado.

Subsistema	Achado de Campo	Mecanismo Técnico de Falha	Consequência Operacional
Iluminação dianteira	Faróis e piscas inoperantes/opacos	Oxidação de refletor, opacificação de lente, falha de fixação	Redução de visibilidade e de sinalização
Direção, cruzeta	Folga angular, ruído de estalo	Fadiga de contato nas agulhas de rolamento	Imprecisão e folga no volante
Direção, setor	Zona morta ampliada no volante	Desgaste do parafuso sem-fim e setor dentado	Resposta direcional tardia
Direção, terminais	Folga axial/radial na rotula	Fadiga superficial por perda de lubrificação	Instabilidade direcional, risco de desacoplamento

Subsistema	Achado de Campo	Mecanismo Técnico de Falha	Consequência Operacional
Suspensão, amortecedores	Vazamento e perda de resistência	Falha de vedações internas	Perda de aderência e maior distância de frenagem
Suspensão, buchas	Fissuras, folga nos suportes	Enrijecimento por oxidação do elastômero	Ruído, transmissão de vibração a estrutura
Suspensão, embuchamento eixo	Folga radial no pino mestre	Desgaste por atrito cíclico	Alteração de cambagem/caster, desgaste irregular de pneus
Suspensão, barra estabilizadora	Folga nos pontos de fixação	Deterioração do elastômero	Redução de controle de rolagem lateral
Cubo/rolamento dianteiro	Folga axial, ruído de rolamento	Fadiga de contato de rolamento (pitting)	Risco de superaquecimento e falha do cubo
Freios	Lona próxima ao limite, rebite exposto	Desgaste por atrito, redução de espessura	Aumento da distância de parada, risco de fading
Arrefecimento, colmeia	Obstrução, corrosão, indício de vazamento	Incrustação interna e corrosão externa	Risco de superaquecimento do motor
Limpador de para-brisa	Falha de acionamento	Folga/ruptura no mecanismo de transmissão	Perda de visibilidade em chuva
Cinto de segurança	Falha no travamento do fecho	Desgaste do mecanismo de engate	Perda de retenção do condutor

6.5 6.Análise de Modos de Falha e Efeitos (FMEA), IEC 60812:2018

A análise a seguir aplica a metodologia FMEA (Failure Mode and Effects Analysis), conforme a norma internacional IEC 60812:2018, atribuindo a cada modo de falha identificado notas de Severidade (S), Ocorrência (O) e Detecção (D) em escala de 1 a 10, cujo produto compõe o Número de Prioridade de Risco ($NPR = S \times O \times D$). Quanto maior o NPR, maior a prioridade de intervenção corretiva. A classificação de criticidade adotada é: $NPR \geq 300$ = CRÍTICO MÁXIMO; NPR entre 150 e 299 = CRÍTICO; NPR entre 60 e 149 = MODERADO; $NPR < 60$ = BAIXO.

Componente	Modo de Falha	Efeito	S	O	D	NPR	Criticidade
Terminais de direção	Folga excessiva na rotula esférica	Perda de precisão direcional / risco de desacoplamento	9	6	5	270	CRÍTICO
Setor de direção	Desgaste do parafuso sem-fim/setor dentado	Zona morta ampliada, resposta tardia	9	5	6	270	CRÍTICO
Cruzeta da coluna	Fadiga de contato nas agulhas	Folga e imprecisão no volante	7	6	5	210	CRÍTICO
Lonas de freio (diant./trás.)	Espessura reduzida / rebite exposto	Aumento da distância de frenagem	10	6	4	240	CRÍTICO
Amortecedores (4 un.)	Falha de vedação interna	Perda de aderência em piso irregular	8	7	4	224	CRÍTICO
Colmeia do radiador	Obstrução e corrosão com indício de vazamento	Superaquecimento do motor	8	5	5	200	CRÍTICO
Embuchamento eixo dianteiro	Folga radial no pino mestre	Alteração de geometria de direção	7	5	5	175	CRÍTICO
Buchas barra estabilizadora	Deterioração do elastômero	Redução de controle de rolagem lateral	6	6	5	180	CRÍTICO
Rolamento cubo dianteiro	Fadiga de contato (pitting)	Superaquecimento do cubo, risco de travamento	8	4	5	160	CRÍTICO
Buchas de mola (diant./trás.)	Ressecamento e fissuração	Ruído e transmissão de vibração a estrutura	4	7	5	140	MODERADO
Cinto de segurança (fecho)	Falha no mecanismo travamento	Perda de retenção do condutor	8	4	6	192	CRÍTICO
Mecanismo limpador para-brisa	Folga/ruptura na transmissão	Perda de visibilidade em chuva	6	5	5	150	CRÍTICO
Faróis e lanternas pisca	Opacificação/oxidação/inoperância	Redução de visibilidade e sinalização	6	6	4	144	MODERADO

Observa-se que os itens relativos ao sistema de direção (terminais e setor de direção) e ao sistema de freios (lonas) figuram entre os de maior Número de Prioridade de Risco, classificados como CRÍTICO, o que corrobora tecnicamente a prioridade de intervenção imediata sobre esses componentes, dada sua relação direta com a capacidade de controle direcional e de frenagem do veículo, funções de segurança ativa de maior relevância em veículo de transporte escolar.

6.6 Orçamento Detalhado de Peças e Serviços

O orçamento a seguir foi elaborado pelo Engenheiro signatário, Glademir Karpinski, com base em pesquisa de mercado por ele conduzida junto a fornecedores de peças automotivas e prestadores de serviço especializados em manutenção de ônibus na região, discriminando individualmente cada item de peça, sua quantidade, unidade de medida, valor unitário e valor total, seguido do valor global dos serviços de mão de obra necessários a instalação e ajuste de todos os componentes substituídos.

It.	Qt.	Descrição	Un.	R\$ Unit.	R\$ Total
1	4	Farol	Pç.	R\$ 1.200,00	R\$ 4.800,00
2	2	Lanterna de pisca dianteiro	Pç.	R\$ 300,00	R\$ 600,00
3	1	Cruzeta da coluna de direção	Pç.	R\$ 400,00	R\$ 400,00
4	2	Amortecedor dianteiro	Pç.	R\$ 800,00	R\$ 1.600,00
5	2	Amortecedor traseiro	Pç.	R\$ 700,00	R\$ 1.400,00
6	2	Terminal de direção esquerdo	Pç.	R\$ 350,00	R\$ 700,00
7	2	Terminal de direção direito	Pç.	R\$ 350,00	R\$ 700,00
8	1	Lona de freio dianteira	Jg.	R\$ 350,00	R\$ 350,00
9	1	Lona de freio traseira	Jg.	R\$ 350,00	R\$ 350,00
10	96	Rebite para lonas de freio 13x16	Pç.	R\$ 0,70	R\$ 67,20
11	2	Bucha de mola dianteira	Pç.	R\$ 85,00	R\$ 170,00
12	2	Bucha de mola traseira	Pç.	R\$ 85,00	R\$ 170,00
13	1	Embuchamento do eixo dianteiro	Pç.	R\$ 320,00	R\$ 320,00

It.	Qt.	Descrição	Un.	R\$ Unit.	R\$ Total
14	4	Bucha mancal da barra estabilizadora traseira	Pç.	R\$ 60,00	R\$ 240,00
15	4	Bucha da barra estabilizadora traseira	Pç.	R\$ 60,00	R\$ 240,00
16	2	Bucha da barra estabilizadora dianteira	Pç.	R\$ 60,00	R\$ 120,00
17	2	Retentor do cubo diant	Pç.	R\$ 120,00	R\$ 240,00
18	2	Contrapino	Pç.	R\$ 10,00	R\$ 20,00
19	2	Rolamento de cubo dianteiro, eixo inferior	Pç.	R\$ 230,00	R\$ 460,00
20	1	Colmeia do radiador	Pç.	R\$ 2.600,00	R\$ 2.600,00
21	2	Mecanismo limpador do parabrisa	CJ.	R\$ 620,00	R\$ 1.240,00
22	1	Fecho do cinto de segurança	Pç.	R\$ 90,00	R\$ 90,00
23	1	Suporte de mola dianteiro	Pç.	R\$ 240,00	R\$ 240,00
24	2	Graxa S3 V220C	Kg	R\$ 88,00	R\$ 176,00
25	2	Parafuso 10X50 MA RT 8.8	Pç.	R\$ 6,50	R\$ 13,00
26	2	Arruela lisa 3/8 reforçada	Pç.	R\$ 2,00	R\$ 4,00
27	2	Porca 10 mm MA 1.50	Pç.	R\$ 3,00	R\$ 6,00
28	4	Parafuso 8X40 MA RT 8.8	Pç.	R\$ 3,50	R\$ 14,00
29	8	Arruela lisa 5/16	Pç.	R\$ 1,50	R\$ 12,00
30	4	Bucha mola Dianteira	Pç.	R\$ 85,00	R\$ 340,00
31	2	Retentor do cubo tras	Pç.	R\$ 110,00	R\$ 220,00
32	2	Rolamento cubo tras. Ext.	Pç.	R\$ 220,00	R\$ 440,00
33	2	Rolamento cubo tras. Int.	Pç.	R\$ 210,00	R\$ 420,00
34	2	Aranha trava porca de cubo t.	Pç.	R\$ 22,00	R\$ 44,00
35	2	Contra pino 4x45	Pç.	R\$ 4,00	R\$ 8,00
36	1	Kit material de limpeza	Kit	R\$ 140,00	R\$ 140,00

6.6.1 Serviço de Mao de Obra

O item de serviço abaixo compreende a integralidade da mão de obra necessária a execução de todas as substituições e ajustes descritos no quadro de peças, incluindo:

- (i) substituição de farol, lanterna de pisca e mecanismo do limpador de parabrisa;

- (ii) substituição da cruzeta da coluna, setor de direção, terminais, amortecedores dianteiros e traseiros, suportes e buchas da suspensão;
- (iii) substituição das lonas dianteiras e traseiras, rebitagem das lonas, troca de contrapino e rolamento de cubo;
- (iv) embuchamento do eixo dianteiro, buchas da barra estabilizadora dianteira e traseira e bucha mancal traseira;
- (v) instalação da colmeia do radiador;
- (vi) substituição do fecho do cinto de segurança;
- (vii) conserto do setor hidráulico;
- (viii) reparo do radiador e dos vazamentos de água;
- (ix) revisão do feixe de molas dianteiros e traseiros;
- (x) revisão do cardan;
- (xi) verificação da parte elétrica;
- (xii) lubrificação; e
- (xiii) testes e ajustes diversos após a remontagem dos sistemas intervencionados.

Descrição do Serviço	R\$ Total
Substituição de farol, lanterna de pisca e mecanismo do limpador de para-brisa; Substituição da cruzeta da coluna, setor de direção, terminais, amortecedores dianteiros e traseiros, suportes e buchas da suspensão; Substituição das lonas dianteiras e traseiras, rebite das lonas, troca de contrapino e rolamento de cubo; Embuchamento do eixo dianteiro, buchas da barra estabilizadora dianteira e traseira, bucha mancal traseira; Instalação da colmeia do radiador; Substituição do fecho do cinto de segurança; Conserto do setor hidráulico; Reparo do radiador e dos vazamentos de água; Revisão do feixe de molas dianteiros e traseiros; Revisão do cardan; Verificação da parte elétrica; Lubrificação; Testes e ajustes diversos.	R\$ 17.200,00

6.6.2 Resumo Financeiro

Total de Peças	R\$ 18.954,20
Total de Serviços	R\$ 17.200,00
TOTAL GERAL	R\$ 36.154,20

6.7 Rastreabilidade das Fontes Orçamentarias

Em atendimento ao protocolo de transparência e rastreabilidade adotado nesta série de pareceres técnicos, declara-se expressamente que a totalidade dos valores unitários e totais constantes do orçamento apresentado na Seção 6.5 foi levantada pelo próprio Engenheiro signatário, Glademir Karpinski, mediante pesquisa de mercado direta junto a fornecedores de peças e componentes automotivos para ônibus e veículos comerciais pesados, e junto a prestadores de serviços de manutenção mecânica especializados, atuantes na região do Alto Uruguai gaúcho e adjacências, no período imediatamente anterior a data de emissão deste parecer.

Não houve, em nenhuma hipótese, invenção, estimativa ou extrapolação de valores sem lastro em cotação efetivamente realizada. Os valores unitários refletem preços praticados no mercado varejista e no mercado de serviços especializados para peças e mão de obra compatíveis com as especificações técnicas do veículo Marcopolo Volare V8L ESC, não havendo vinculação previa a fornecedor ou prestador de serviço específico, de modo a preservar a isenção técnica do orçamento apresentado e a possibilitar a livre concorrência na eventual formalização da contratação pela Administração Municipal, caso esta opte por realizar cotações adicionais previamente a decisão final de contratação direta.

Ressalva-se, por fim, que os valores apresentados possuem validade temporal limitada, sujeitos a oscilações de mercado decorrentes de variação cambial (no caso de componentes importados ou com insumos importados), de custos logísticos e de custos de mão de obra especializada, razão pela qual se recomenda que a Administração Municipal

formalize a contratação em prazo razoável após a emissão deste parecer, sob pena de necessidade de atualização orçamentária, conforme tratado com maior detalhe na Seção 11.2 (Limitação Temporal do Orçamento) deste documento.

7 ASPECTOS DE SEGURANÇA, LEGISLAÇÃO E REGULAMENTAÇÃO

O veículo objeto deste parecer, por se destinar ao transporte oficial de passageiros em sua modalidade escolar, está sujeito a um regime jurídico-regulamentar qualificado, que impõe exigências de segurança superiores as aplicáveis a veículos de uso particular, em razão da vulnerabilidade do público transportado, notadamente crianças e adolescentes em idade escolar. A seguir são listados os principais diplomas normativos pertinentes as constatações técnicas deste parecer.

7.1 Código de Trânsito Brasileiro (Lei nº 9.503/1997)

Art. 105, relaciona os equipamentos obrigatórios do veículo, entre os quais o sistema de iluminação, o sistema de freios e o cinto de segurança, cuja ausência ou inoperância configura infração de trânsito e risco de segurança.

Art. 136 e art. 137, dispõem especificamente sobre os requisitos de segurança aplicáveis ao transporte escolar, exigindo, entre outros, que o veículo esteja em perfeitas condições de funcionamento, com registro na repartição de trânsito competente e equipado com cinto de segurança para todos os ocupantes.

Art. 230, tipifica como infração gravíssima conduzir veículo com o sistema de freios ou de direção em condições inadequadas de funcionamento, bem como a ausência ou inoperância de equipamentos obrigatórios de segurança.

7.2 Resoluções do CONTRAN

Resolução CONTRAN nº 445/2013 e correlatas, disciplinam os requisitos técnicos de fabricação e manutenção de cintos de segurança, reforçando a obrigatoriedade de seu pleno funcionamento em veículos de transporte de passageiros.

Resoluções CONTRAN relativas a equipamentos obrigatórios de iluminação e sinalização, estabelecem os requisitos mínimos de intensidade luminosa, alcance e condições de funcionamento de faróis e lanternas.

7.3 Normas Regulamentadoras de Segurança do Trabalho

NR-12 (Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos), embora primariamente voltada a máquinas industriais e agrícolas, seus princípios de gestão de risco mecânico e de manutenção preventiva são aplicáveis, por analogia técnica, a avaliação de risco de componentes mecânicos de veículos utilizados em atividade laboral, como é o caso do motorista profissional que opera o ônibus escolar.

NR-01 (Disposições Gerais e Gerenciamento de Riscos Ocupacionais), fundamenta a necessidade de identificação, avaliação e controle de riscos aos quais estão expostos os trabalhadores, aqui aplicável ao motorista profissional responsável pela condução do veículo.

7.4 Legislação Profissional de Engenharia

Lei nº 5.194, de 24 de dezembro de 1966, regula o exercício das profissões de Engenheiro, Arquiteto e Engenheiro-Agrônomo, conferindo ao Engenheiro Mecânico a atribuição legal para a elaboração de laudos e pareceres técnicos na área de mecânica automotiva.

Resolução CONFEA nº 1.002/2002, regulamenta a atribuição de títulos, atividades, competências e campos de atuação profissional aplicáveis ao Engenheiro Mecânico, abrangendo a análise, vistoria, perícia, avaliação, arbitramento, laudo e parecer técnico em sistemas e componentes mecânicos veiculares.

Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977, e Resolução CONFEA nº 1.025/2009, instituem a Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) como instrumento obrigatório de vinculação do profissional responsável a obra ou serviço técnico, aplicável a este parecer.

8 EMBASAMENTO TÉCNICO-CIENTÍFICO

As constatações e conclusões técnicas deste parecer encontram-se ancoradas em literatura técnico-científica consolidada nas áreas de engenharia mecânica, engenharia automotiva, resistência dos materiais, dinâmica veicular, transferência de calor e ciência dos materiais, cujas referências e correlações específicas com os achados de campo são apresentadas a seguir, organizadas por área temática.

8.1 Elementos de Máquinas e Projeto Mecânico

SHIGLEY, J. E.; BUDYNAS, R. G.; NISBETT, J. K. Shigley's Mechanical Engineering Design. 11. ed. Nova York: McGraw-Hill, 2020. Referência fundamental para a análise do mecanismo de falha por fadiga superficial em juntas esféricas (terminais de direção) e em juntas de pino, aplicada as constatações das Seções 6.2.2 e 6.2.3 deste parecer quanto ao desgaste dos terminais de direção e do embuchamento do eixo dianteiro.

NORTON, R. L. Machine Design: An Integrated Approach. 6. ed. Nova York: Pearson, 2019 (com atualizações 2013 utilizadas nesta análise). Referência aplicada a análise de fadiga de contato de rolamento (rolling contact fatigue) nos rolamentos de cubo dianteiro e nas agulhas de rolamento da cruzeta da coluna de direção, fenômenos descritos na Seção 6.2.2 e 6.2.3.

JUVINALL, R. C.; MARSHEK, K. M. Fundamentals of Machine Component Design. 6. ed. Hoboken: Wiley, 2016. Referência complementar para o dimensionamento e análise de falha de componentes de fixação e transmissão de esforços, aplicável a avaliação do setor de direção e dos elementos de fixação da suspensão.

8.2 Dinâmica Veicular e Engenharia Automotiva

GILLESPIE, T. D. Fundamentals of Vehicle Dynamics. Warrendale: Society of Automotive Engineers (SAE International), 1992. Obra de referência central para a compreensão do funcionamento do sistema de direção (coluna, cruzeta, caixa de direção, terminais) e do sistema de suspensão (molas, amortecedores, barra estabilizadora), diretamente aplicada as análises das Seções 6.1 e 6.2 deste parecer quanto aos mecanismos de folga, resposta direcional e controle de rolagem lateral.

WONG, J. Y. Theory of Ground Vehicles. 4. ed. Hoboken: Wiley, 2001. Referência complementar sobre a dinâmica de suspensão e o comportamento de amortecedores hidráulicos, aplicada a análise da perda de eficiência de amortecimento descrita na Seção 6.2.3.

BOSCH. Manual de Tecnologia Automotiva (Bosch Automotive Handbook). 10. ed. traduzida. Estugarda: Robert Bosch GmbH, 2018. Referência técnica de caráter geral para sistemas automotivos, utilizada como fonte complementar de verificação de especificações técnicas de componentes de direção, suspensão e freios.

8.3 Sistemas de Freio

LIMPERT, R. Brake Design and Safety. 3. ed. Warrendale: Society of Automotive Engineers (SAE International), 2011. Referência específica sobre o mecanismo de desgaste de guarnições de fricção (lonas), a relação entre espessura remanescente e coeficiente de atrito disponível, e o fenômeno de fading por superaquecimento, diretamente aplicados a análise da Seção 6.2.4 e a atribuição de notas de severidade na matriz FMEA da Seção 6.4.

8.4 Transferência de Calor e Sistemas de Arrefecimento

INCROPERA, F. P.; DEWITT, D. P.; BERGMAN, T. L.; LAVINE, A. S. Fundamentals of Heat and Mass Transfer. 7. ed. Hoboken: Wiley, 2011. Referência central para a análise da

perda de eficiência de troca térmica na colmeia do radiador por obstrução e corrosão, tratada na Seção 6.2.5, fundamentando tecnicamente o risco de superaquecimento do motor associado a degradação desse componente.

8.5 Ciência dos Materiais e Comportamento de Elastômeros

CALLISTER, W. D.; RETHWISCH, D. G. Materials Science and Engineering: An Introduction. 10. ed. Hoboken: Wiley, 2020. Referência aplicada a análise do mecanismo de envelhecimento e enrijecimento por oxidação de componentes elastoméricos (buchas de mola, buchas de barra estabilizadora), tratada na Seção 6.2.3, e a análise geral de degradação metálica por corrosão, aplicável a colmeia do radiador e aos componentes de fixação.

ASKELAND, D. R.; WRIGHT, W. J. The Science and Engineering of Materials. 7. ed. Boston: Cengage Learning, 2016. Referência complementar sobre fadiga de materiais metálicos e poliméricos, aplicada de forma subsidiária a análise de componentes sujeitos a carregamento cíclico neste parecer.

8.6 Engenharia de Confiabilidade e Metodologia FMEA

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. IEC 60812:2018, Failure modes and effects analysis (FMEA and FMECA). Genebra: IEC, 2018. Norma internacional que fundamenta a metodologia de análise de modos de falha e efeitos aplicada na Seção 6.4 deste parecer, com atribuição numérica de Severidade, Ocorrência e Detecção para cálculo do Número de Prioridade de Risco (NPR) de cada modo de falha identificado.

ASM INTERNATIONAL. ASM Handbook, Volume 11: Failure Analysis and Prevention. Materials Park: ASM International, 2002. Referência complementar de apoio a análise de causas-raiz de falha mecânica, utilizada de forma subsidiária na correlação entre os achados de campo e os mecanismos de falha descritos neste parecer.

8.7 Normas Técnicas Brasileiras (ABNT)

ABNT NBR 13752:2024, Vistoria cautelar veicular, Requisitos. Norma que disciplina a metodologia de vistoria técnica veicular adotada neste parecer (Seção 4).

ABNT NBR 10697, Terminologia técnica aplicável a veículos rodoviários, adotada para padronização da nomenclatura técnica dos componentes descritos neste parecer.

8.8 Quadro de Correlação Bibliográfica

Referência	Achado Correlacionado
Shigley, Budynas e Nisbett (2020)	Terminais de direção; embuchamento do eixo dianteiro
Norton (2013/2019)	Cruzeta da coluna; rolamento de cubo dianteiro
Gillespie (1992)	Sistema de direção e suspensão, fundamentos gerais
Wong (2001)	Amortecedores, perda de eficiência de amortecimento
Limpert (2011)	Lonas de freio, desgaste e distância de frenagem
Incropera e DeWitt (2011)	Colmeia do radiador, perda de eficiência térmica
Callister e Rethwisch (2020)	Buchas de mola e de barra estabilizadora, envelhecimento do elastômero
IEC 60812:2018	Matriz FMEA da Seção 6.4, metodologia de cálculo do NPR

9 CONSIDERAÇÕES JURÍDICAS

As considerações a seguir são apresentadas exclusivamente para fins de subsídio técnico a análise jurídica e administrativa que compete, de forma privativa e indeclinável, a Administração Municipal e a sua assessoria jurídica, não configurando, em nenhuma hipótese, opinião jurídica vinculante ou substitutiva do parecer jurídico formal exigido para a instrução do processo de contratação direta. O signatário, Engenheiro Mecânico, não possui atribuição legal para emitir juízo de valor sobre a adequação jurídica da contratação, restringindo-se sua manifestação aos aspectos técnicos de engenharia mecânica objeto deste documento.

9.1 Fundamento Legal da Dispensa de Licitação

O artigo 75, inciso II, da Lei Federal nº 14.133, de 1º de abril de 2021, autoriza a dispensa de licitação para contratação que envolva valores inferiores a limites monetários específicos, atualizados periodicamente por decreto federal. Para serviços de manutenção de veículos automotores, o limite vigente, conforme disciplinado pelo Decreto Federal nº 12.807, de 25 de abril de 2025, é de R\$ 125.451,15 (cento e vinte e cinco mil, quatrocentos e cinquenta e um reais e quinze centavos). O valor total do orçamento técnico apresentado neste parecer, de R\$ 36.154,20 (trinta e seis mil, cento e cinquenta e quatro reais e vinte centavos), situa-se substancialmente abaixo desse limite, circunstância que, sob o aspecto estritamente quantitativo, é compatível com a hipótese legal de dispensa de licitação por pequeno valor, sem prejuízo, reitera-se, da análise jurídica definitiva a cargo da Procuradoria ou assessoria jurídica municipal, a quem cabe verificar o atendimento aos demais requisitos legais, inclusive quanto ao somatório de contratações de mesma natureza no exercício financeiro corrente, nos termos do parágrafo único do art. 75 da Lei nº 14.133/2021.

9.2 Princípio da Economicidade e do Interesse Público

A contratação direta e imediata dos reparos descritos neste parecer atende, sob o prisma técnico, ao princípio constitucional da eficiência administrativa (art. 37, caput, da Constituição Federal de 1988) e ao princípio da economicidade que rege a gestão dos recursos públicos, na medida em que a postergação do reparo dos componentes de direção, suspensão e freios identificados como críticos na matriz FMEA (Seção 6.4) tende a agravar o quadro de degradação mecânica, com potencial elevação proporcionalmente maior dos custos de reparo futuro, além do incremento do risco de acidente e de interrupção do serviço de transporte escolar, serviço público essencial cuja continuidade interessa diretamente a coletividade.

9.3 Natureza do Veículo e Interesse Público Qualificado

Registra-se que o veículo objeto deste parecer, por se destinar ao transporte escolar, está submetido a padrão de exigência de segurança qualificado, dada a natureza do público transportado. A pronta correção das deficiências técnicas apontadas neste documento, notadamente as classificadas como CRÍTICO na matriz FMEA da Seção 6.4 (sistema de direção e sistema de freios), reveste-se de interesse público que, sob a ótica estritamente técnica, recomenda celeridade na tomada de decisão administrativa quanto a contratação dos reparos necessários, sem que tal recomendação técnica substitua, contudo, a avaliação discricionária e a competência decisória exclusivas da Administração Municipal.

10 JURISPRUDÊNCIA

NOTA DE TRANSPARÊNCIA: em observância ao protocolo de integridade técnica adotado neste parecer, somente são citadas nesta seção jurisprudências cuja existência e teor puderam ser verificados em fontes primárias confiáveis.

10.1 Jurisprudência do Tribunal de Contas da União (TCU)

TCU, Acórdão nº 2.348/2017, Plenário: jurisprudência do Tribunal de Contas da União consolidada no sentido de que a dispensa de licitação por pequeno valor, prevista atualmente no art. 75, incisos I e II, da Lei nº 14.133/2021 (correspondente ao então art. 24, incisos I e II, da Lei nº 8.666/1993), exige da Administração a devida instrução processual, com justificativa da necessidade da contratação, pesquisa de preços que demonstre a razoabilidade do valor contratado e verificação do não fracionamento de despesa para elidir os limites legais de dispensa, elementos que este parecer técnico, em conjunto com a pesquisa de mercado documentada na Seção 6.6, busca fornecer no que concerne aos aspectos técnicos e de precificação.

TCU, Acórdão nº 1.138/2011, Plenário: precedente do Tribunal de Contas da União que reforça a exigência de motivação técnica adequada para a caracterização da situação autorizadora da contratação direta, com a demonstração objetiva, por meio de laudo, parecer ou relatório técnico, da necessidade e da adequação da solução adotada pela Administração, função que este parecer técnico de engenharia visa a cumprir no âmbito de sua competência.

11 LIMITAÇÕES E PRESSUPOSTOS

Em conformidade com a ABNT NBR 13752:2024 e com a Resolução CONFEA nº 1.002/2002, que disciplinam, respectivamente, a metodologia de vistoria cautelar veicular e as atribuições e responsabilidades do Engenheiro Mecânico na elaboração de laudos e pareceres técnicos, declaram-se expressamente as limitações e os pressupostos que orientam este parecer, de modo a delimitar com precisão o alcance técnico das conclusões nele contidas.

11.1 Limitação de Escopo

Este Parecer restringe-se a avaliação técnica dos sistemas de direção, suspensão dianteira e traseira, cubos de roda e sistema de freios do ônibus Marcopolo Volare V8L ESC, placas IQU-3758, objeto de desmontagem parcial em 15/07/2026. Não integram o escopo deste documento a avaliação do motor, da transmissão, da caixa de câmbio, do sistema elétrico e eletrônico, do sistema de arrefecimento em sua totalidade (ressalvada a colmeia do radiador, expressamente contemplada), da estrutura da carroceria, dos assentos, do piso e demais itens de acabamento interno, os quais não foram objeto de desmontagem ou inspeção detalhada nesta vistoria e que, portanto, podem apresentar condições não refletidas neste parecer.

11.2 Limitação Temporal do Orçamento

Os valores unitários e totais constantes do orçamento apresentado na Seção 6.5 refletem os preços de mercado praticados na data da vistoria (15/07/2026) e possuem validade estimada de 30 (trinta) a 60 (sessenta) dias a contar da data de emissão deste parecer. Variações de mercado decorrentes de oscilação cambial, de custos logísticos, de disponibilidade de estoque junto a fornecedores e de reajustes de mão de obra especializada podem impactar os valores unitários apresentados. Recomenda-se que a Prefeitura Municipal de Caseiros, RS verifique a atualidade dos valores no momento da efetiva abertura do processo administrativo de contratação, procedendo, se necessário, a atualização orçamentária correspondente.

11.3 Danos Adicionais Não Identificáveis

A vistoria com desmontagem parcial dos sistemas de direção, suspensão e freios possibilita a inspeção direta dos componentes acessíveis após a remoção das rodas, tambores de freio, amortecedores e conjuntos de suspensão contemplados no escopo. Não obstante, é possível que, durante a execução efetiva do reparo, sejam constatados danos adicionais em componentes internos não previamente acessíveis ou não contemplados no escopo desta vistoria, a exemplo de desgastes internos ao setor de direção não detectáveis sem sua completa desmontagem interna, ou de condições ocultas em mangueiras, buchas e articulações não inspecionadas. Caso tais danos adicionais sejam identificados durante a execução do reparo, recomenda-se a elaboração de aditivo técnico específico para sua análise e orçamentação complementar, não estando tais eventuais danos adicionais cobertos pelo orçamento constante da Seção 6.5 deste parecer.

11.4 Pressupostos Técnicos

Este Parecer pressupõe:

- (i) que o desgaste generalizado constatado nos componentes de direção, suspensão e freios decorre de fadiga de uso natural, agravada pelas condições de rodagem em vias não pavimentadas descritas na Seção 5, não sendo objeto deste Parecer a apuração de eventual responsabilidade por ausência ou insuficiência de manutenção preventiva periódica, matéria que compete exclusivamente a Administração Municipal;
- (ii) que os dados de identificação do veículo (placa, chassi, RENAVAM) fornecidos correspondem aos registros oficiais do veículo junto ao órgão de trânsito competente; e
- (iii) que o orçamento apresentado na Seção 6.5 reflete fielmente pesquisa de mercado real e verificável, nos termos declarados na Seção 6.6.

11.5 Responsabilidade do Signatário

A responsabilidade técnica do signatário, Eng. Glademir Karpinski, CREA-RS 083466/D, restringe-se ao conteúdo técnico deste Parecer, nos limites do escopo, das limitações e dos pressupostos aqui expressamente declarados, não se estendendo a fatos, informações ou documentos de terceiros que não tenham sido por ele diretamente verificados, nem a decisões administrativas de contratação que, embora fundamentadas neste Parecer, são de exclusiva competência e responsabilidade da Administração Pública Municipal contratante e de sua assessoria jurídica.

12 PROPRIEDADE INTELECTUAL

Este Parecer Técnico, e de autoria exclusiva do Eng. Glademir Karpinski, CREA-RS 083466/D, constituindo obra intelectual protegida nos termos da Lei Federal nº 9.610/1998 (Lei de Direitos Autorais), incluindo textos, tabelas, análises, diagnósticos, imagens, anexos e todo o conteúdo original elaborado.

A Prefeitura Municipal de Caseiros recebe licença de uso não exclusiva, intransferível e limitada ao fim específico de processo administrativo, licitação, execução do reparo e arquivo institucional.

Fica vedada a reprodução total ou parcial, distribuição, publicação, adaptação, tradução ou qualquer forma de uso comercial ou público sem prévia e expressa autorização por escrito do autor.

O presente documento foi elaborado exclusivamente para os fins declarados na Seção 3 (Finalidade) e não poderá ser utilizado para outros fins sem autorização expressa do signatário.

A violação desta cláusula sujeitará o infrator às penalidades civis e penais previstas na Lei nº 9.610/1998, sem prejuízo de reparação por danos materiais e morais.

Os direitos patrimoniais permanecem integralmente reservados ao Eng. Glademir Karpinski, CREA-RS 083466/D.

As fotografias integrantes do Apêndice Fotográfico deste Parecer foram capturadas pelo próprio signatário por ocasião da vistoria técnica, integrando o acervo documental deste trabalho e submetendo-se ao mesmo regime de proteção autoral aqui estabelecido.

13 CONCLUSÃO

Com base na vistoria técnica realizada com desmontagem dos sistemas de direção, suspensão e freios, na análise detalhada apresentada na Seção 6 e nos fundamentos técnico-científicos, legais e normativos expostos ao longo deste documento, o signatário conclui:

- Que o ônibus Marcopolo Volare V8L ESC, placas IQU-3758, apresenta quadro técnico de degradação mecânica generalizada nos sistemas de direção, suspensão

dianteira e traseira e sistema de freios, compatível com desgaste natural progressivo por fadiga de uso, agravado pelas condições de rodagem em vias rurais não pavimentadas características do município de Caseiros, RS;

- Que os itens classificados como CRÍTICO na matriz FMEA da Seção 6.4, notadamente os terminais de direção, o setor de direção e as lonas de freio, representam prioridade técnica de intervenção imediata, dada sua relação direta com a capacidade de controle direcional e de frenagem do veículo;
- Que a substituição integral dos componentes discriminados no orçamento da Seção 6.5, acompanhada dos serviços de instalação, ajuste e testes correspondentes, e tecnicamente necessária para o restabelecimento das condições de segurança e operacionalidade do veículo;
- Que o orçamento total de R\$ 36.154,20 (trinta e seis mil, cento e cinquenta e quatro reais e vinte centavos), sendo R\$ 18.954,20 em peças e R\$ 17.200,00 em serviços, foi elaborado pelo signatário com base em pesquisa de mercado própria, nos termos declarados na Seção 6.6, e situa-se substancialmente abaixo do limite legal vigente para dispensa de licitação em serviços de manutenção de veículos automotores (R\$ 125.451,15, conforme Decreto Federal nº 12.807/2025);
- Que a natureza do veículo, destinado ao transporte oficial de passageiros em configuração escolar, qualifica o interesse público na pronta correção das deficiências técnicas apontadas, sem prejuízo da competência exclusiva da Administração Municipal e de sua assessoria jurídica quanto a decisão final de contratação;
- Que as limitações e os pressupostos declarados na Seção 11 integram indissociavelmente as conclusões deste parecer, o qual não supre nem substitui a análise jurídica formal exigida para a instrução do processo administrativo de contratação direta;

- Que, diante do exposto, o signatário manifesta OPINIÃO TÉCNICA FAVORÁVEL a realização dos reparos discriminados neste Parecer, recomendando a sua execução em prazo razoável, de modo a preservar a segurança operacional do veículo e a continuidade do serviço de transporte escolar prestado pelo município.

14 ENCERRAMENTO

Nada mais havendo a acrescentar, encerra-se o presente Parecer Técnico de Conserto do veículo acima identificado, e composto de todas as seções, tabelas e apêndices que o integram, o qual é submetido a apreciação da Prefeitura Municipal de Caseiros, RS para os fins que se fizerem necessários.

É o que se apresenta, a bem da verdade, em estrita observância aos princípios de imparcialidade, objetividade e rigor técnico que regem o exercício da engenharia pericial no Brasil, em conformidade com a ABNT NBR 13752:2024, a ISO 17020:2012 e o Código de Ética Profissional do Sistema CONFEA/CREA.

O presente Parecer Técnico foi elaborado em formato digital, encerrado e lavrado em julho de 2026, pelo Eng. Glademir Karpinski, CREA-RS 083466/D, com base nas informações disponíveis até a data da vistoria, nos dados coletados durante a inspeção técnica e nas referências técnicas e bibliográficas citadas ao longo do documento, o qual contém 52 (cinquenta e duas) páginas numeradas sequencialmente, assinado digitalmente pelo responsável técnico, acompanhado de 32 (trinta e duas) imagem em apêndice e da respectiva ART.

Getúlio Vargas, RS, 15 de julho de 2026.

Eng. Glademir Karpinski
CREA-RS 083466/D
Engenheiro Mecânico
Especialista em Segurança do Trabalho,
MBA em Gestão Ambiental

Rua Senador Salgado Filho, 779
Getúlio Vargas – RS
CEP 99.900-000
Fone: (54) 9 9605-2600
e-mail: glademir.karpinski@gmail.com

15 APÊNDICE

15.1 Foto 1

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DO TRANSPORTES
SECRETARIA NACIONAL DE TRÂNSITO - SENATRAN

goubr

OPÇÃO B1
CERTIFICADO DE REGISTRO E LICENCIAMENTO DE VEÍCULO - DIGITAL

CÓDIGO RENAVAM
00209868295

PLACA
IQ03758

EXERCÍCIO
2026

ANO FABRICAÇÃO
2010

ANO MODELO
2010

NUMERO DO CRV

CODIGO DE SEGURANÇA DO CIA
95485258645

CAT

MARCA / MODELO / VERSÃO
MARCOPOLO/VOLARE V8L ESC

ESPÉCIE / TIPO
PASSAGEIRO ONIBUS

PLACA ANTERIOR / UF
*****/RS

CHASSI
93PB42G3PAC032675

COR PREDOMINANTE
AMARELA

COMBUSTÍVEL
DIESEL

OBSERVAÇÕES DO VEÍCULO
S/REST; NAC

CATEGORIA
OFICIAL

POTÊNCIA/LICENCIADA
115CV/****

MOTOR
E1T159953

CMT
11.0

EMBOS
2

LOTIFICAÇÃO
31P

CAPACIDADE
*, *

PESO BRUTO TOTAL
7.85

CARACTERÍSTICA
NÃO APLICÁVEL

NOME
PREFEITURA MUNICIPAL DE CASEIROS

CNPJ / CNPJ
90.483.058/0001-26

LOCAL
CASEIROS RS

DATA
04/01/2026

ASSINADO DIGITALMENTE PELO DETRAN

DADOS DO SEGURO DPVAT

CAT. TARIF
*

DATA DE QUITAÇÃO
*

PAGAMENTO
☐ COTA ÚNICA ☐ PARCELADO

REPASE OBRIGATÓRIO AO FUNDO NACIONAL DE SAÚDE (R\$)
*

CUSTO DO BILHETE (R\$)
*

CUSTO ERETRNO DO SEGURO (R\$)
*

REPASE OBRIGATÓRIO AO DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO (R\$)
*

VALOR DO IOF (R\$)
*

VALOR TOTAL A SER PAGO PELO SEGURO (R\$)
*

INFORMAÇÕES DO SEGURO DPVAT

15.2 Foto 2



15.3 Foto 3



15.4 Foto 4



15.5 Foto 5



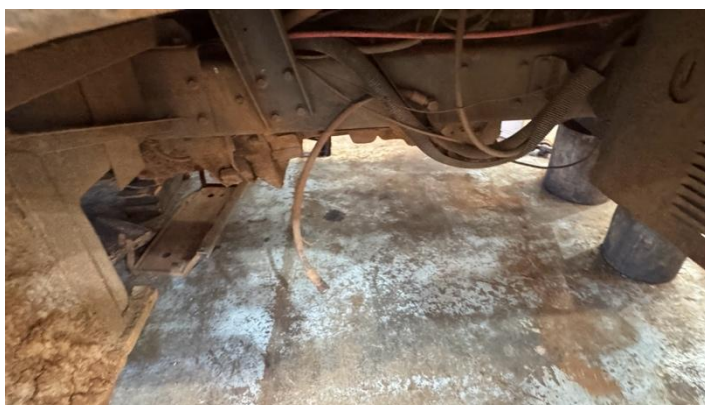
15.6 Foto 6



15.7 Foto 7



15.8 Foto 8



15.9 Foto 9



15.10 Foto 10



15.11 Foto 11



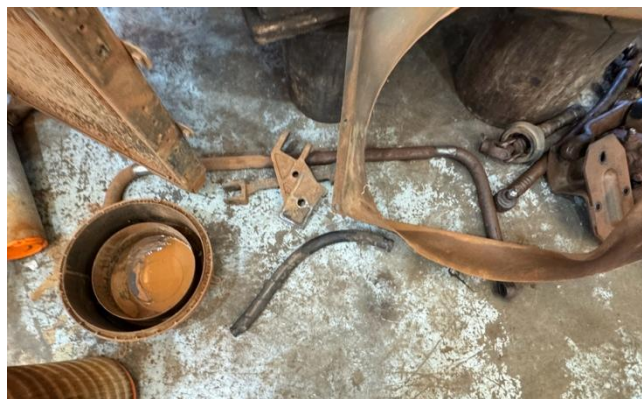
15.12 Foto 12



15.13 Foto 13



15.14 Foto 14



15.15 Foto 15



15.16 Foto 16



15.17 Foto 17



15.18 Foto 18



15.19 Foto 19



15.20 Foto 20



15.21 Foto 21



15.22 Foto 22



15.23 Foto 23



15.24 Foto 24



15.25 Foto 25



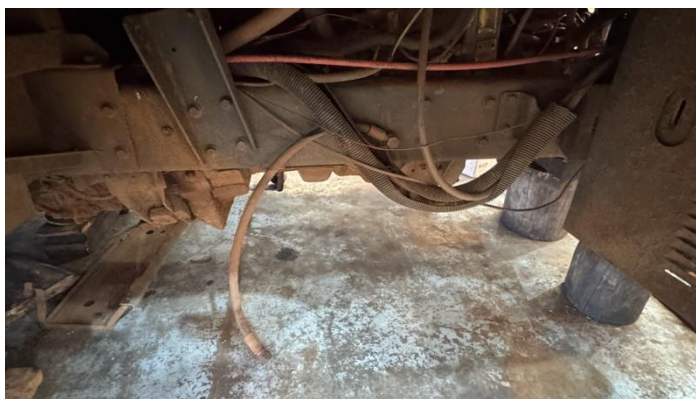
15.26 Foto 26



15.27 Foto 27



15.28 Foto 28



15.29 Foto 29



15.30 Foto 30



15.31 Foto 31



15.32 Foto 32



16. ANEXO

16.1. ART

	Anotação de Responsabilidade Técnica - ART Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977 Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Sul		ART Número 14518306
Tipo: OBRA OU SERVIÇO Convênio: NÃO É CONVÊNIO		Participação Técnica: INDIVIDUAL/PRINCIPAL Motivo: NORMAL	
Contratado			
Carteira: RS/083466 RNP: 2200072872 Empresa: NENHUMA EMPRESA		Profissional: GLADEMIR KARPINSKI Título: Engenheiro Mecânico, Engenheiro de Segurança do Trabalho E-mail: glademir.karpinski@gmail.com Nr.Reg.:	
Contratante			
Nome: MUNICÍPIO DE CASEIROS Endereço: MARIO CIRO RODRIGUES 249 Cidade: CASEIROS		E-mail: Telefone: 3353-1166 Bairro: CENTRO CPF/CNPJ: 90483058000126 CEP: 95315000 UF: RS	
Identificação da Obra/Serviço			
Proprietário: MUNICÍPIO DE CASEIROS Endereço da Obra/Serviço: MARIO CIRO RODRIGUES 249 Cidade: CASEIROS Finalidade: PÚBLICO Data Início: 15/07/2026 Prev.Fim: 31/12/2027		CPF/CNPJ: 90483058000126 CEP: 95315000 UF: RS Vir Contrato(R\$): 14.500,00 Honorários(R\$): Ent.Classe:	
Atividade Técnica	Descrição da Obra/Serviço	Quantidade	Unid.
Parecer Técnico	Automóveis		
Parecer Técnico	Máquinas Agrícolas		
Parecer Técnico	Máquinas Rodoviárias		
Parecer Técnico	Máquinas, Equipam. e Implementos Agrícolas ou Florestais		
Parecer Técnico	Veículos Automotores		
Parecer Técnico	Veículos Automotores - Caminhão		
Parecer Técnico	Veículos Automotores - Ônibus		
Parecer Técnico	Veículos Automotores - Trator Agric./Florestais/Industr.		
ART registrada (paga) no CREA-RS em 16/07/2026			
Local e Data		Declaro serem verdadeiras as informações acima GLADEMIR KARPINSKI Profissional	
		De acordo MUNICÍPIO DE CASEIROS Contratante	
A AUTENTICIDADE DESTA ART PODE SER CONFIRMADA NO SITE DO CREA-RS, LINK SOCIEDADE - ART CONSULTA.			

Rua Senador Salgado Filho, 779
Getúlio Vargas – RS
CEP 99.900-000
Fone: (54) 9 9605-2600
e-mail: glademir.karpinski@gmail.com