

LAUDO PERICIAL DE ANÁLISE DE AUTENTICIDADE E INTEGRIDADE DE ÁUDIO, Nº 649/2025

SUMÁRIO

I.	IDENTIFICAÇÃO.....	3
II.	IDENTIFICAÇÃO DO PERITO.....	3
III.	RESUMO DO PERFIL DO PERITO	4
IV.	INTRODUÇÃO	5
V.	OBJETIVO.....	6
VI.	OBJETO E MATERIAL ANALISADO.....	7
VII.	PROCEDIMENTOS E METODOLOGIA	10
1.	ANÁLISE TÉCNICA	13
1.1.	IDENTIFICAÇÃO E CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO ARQUIVO	13
1.2.	FORMA DE ONDA (AMPLITUDE VS. TEMPO).....	13
1.3.	ESPECTROGRAMA (FREQUÊNCIA VS. TEMPO)	14
1.4.	COMPATIBILIDADE COM GERAÇÃO POR IA	15
2.	ANÁLISE ESPECTRAL E ENERGÉTICA DO SINAL.....	16
3.	DETECÇÃO DE CORTES, SOBREPOSIÇÕES E EDIÇÕES	17
4.	AVALIAÇÃO DE VOZ SINTÉTICA E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL.....	18
5.	VERIFICAÇÃO DE INTEGRIDADE E CADEIA DE CUSTÓDIA DIGITAL	19
6.	COMPARAÇÕES TÉCNICAS	21
7.	EVIDÊNCIAS TÉCNICAS E REPRESENTAÇÕES VISUAIS	21
8.	CONCLUSÕES TÉCNICAS.....	23
9.	CONCLUSÃO GERAL.....	25
VIII.	ENCERRAMENTO	25

I. IDENTIFICAÇÃO

Laudo Pericial de Análise de Autenticidade e Integridade de Áudio, nº 649/2025

Perito responsável: Diogo Antônio Cardoso Lopes – Perito em Computação Forense

Representando: Lopes Perícias em Informática LTDA

CNPJ: 41.913.701/0001-07

Contratante: Ana Paula da Silva Bezerra – CM7 S Comunicação

Objeto do laudo: Análise técnica do arquivo de áudio intitulado “**ci.mp3**”, com o objetivo de verificar a autenticidade, integridade e possíveis indícios de manipulação ou geração por inteligência artificial (IA), bem como avaliar a viabilidade técnica do material como prova digital judicial.

Base normativa: Este trabalho técnico-pericial foi conduzido com base nas diretrizes da norma **ABNT ISO/IEC 27037**, da **Portaria SENASP nº 82/2014**, e em conformidade com boas práticas de rotulagem e verificação de conteúdos digitais manipulados, conforme a abordagem da **Meta (Facebook/Instagram)** e da **Google Cloud Vertex AI**, incorporando os princípios de **rastreabilidade, transparência e integridade digital**.

II. IDENTIFICAÇÃO DO PERITO

DIOGO ANTÔNIO CARDOSO LOPES, brasileiro, Perito Judicial em Computação Forense e Provas Digitais, CPF nº 896.978.391-15, responsável técnico pela empresa **Lopes Perícias**, inscrita no CNPJ nº 41.913.701/0001-07, com atuação especializada em auditorias técnicas, investigações digitais e análises de integridade de arquivos multimídia, vem apresentar o presente **Laudo Técnico de Análise de Autenticidade e Integridade de Áudio**, elaborado a partir do arquivo identificado como “**ci.mp3**”.

Declara, ainda, que **não possui qualquer vínculo com as partes** ou impedimentos éticos para a realização da análise, tendo executado este trabalho de forma **independente, imparcial e tecnicamente fundamentada**, em conformidade com os princípios da ciência forense digital.

O trabalho pericial seguiu os procedimentos estabelecidos na **ABNT ISO/IEC 27037:2013**, na **Portaria SENASP nº 82/2014**, bem como as práticas recomendadas por grandes plataformas tecnológicas internacionais, como a **Meta**

(Facebook/Instagram) e a **Google Cloud Vertex AI**, no que tange à **detecção e rotulagem de conteúdos manipulados ou gerados por inteligência artificial**.

III. RESUMO DO PERFIL DO PERITO

Diogo Antônio Cardoso Lopes

- **Formação Acadêmica e Especializações:** Bacharel em Sistemas de Informação. Especialista em Governança de Tecnologia da Informação e em Computação Forense e Perícia Digital. Certificado ISO/IEC 27001 EXIN ISF, DPO e CISO. Especializado em forense de blockchain e criptoativos, compliance em contratos e licitações de TI.
- **Experiência Técnica e Cursos Complementares:** Atuação com foco em auditoria, perícia digital e análise de incidentes envolvendo sistemas e ativos digitais. Formação complementar em:
 - Blockchain e Criptomoedas
 - Banco de Dados e Desenvolvimento de Sistemas
 - Implantação e manutenção de softwares (ERP, WMS, CRM, VMS)
 - Gerenciamento de Projetos (PMP)
 - Contagem de Pontos de Função
 - ISO/IEC 27037 – Diretrizes para coleta e preservação de evidências digitais
 - Metodologia Ágil de Desenvolvimento de Software
 - Perícia em Dispositivos Móveis e Celulares
 - Resposta a Incidentes e Investigação Forense Digital
- **Atuação Profissional:** Sócio-proprietário da empresa **Lopes Perícias**, com atuação em processos judiciais e administrativos em todo o território nacional, especialmente nas áreas de tecnologia da informação, engenharia reversa de software, perícia em criptoativos, auditoria de implantação de sistemas e contestação de provas digitais.

- **Filiações e Participações Institucionais:** Membro ativo das seguintes entidades:
 - Cadastro Nacional de Peritos
 - Sociedade Brasileira de Ciências Forenses (SBCF)
 - Associação Nacional dos Profissionais de Privacidade de Dados (ANPPD)
 - Associação Nacional dos Peritos em Computação Forense (APECOF)
 - Comissões da OAB/DF: Direito Digital, Tecnologias Disruptivas e Startups; Direito Eleitoral; Processo Civil
- **Credenciamento em Tribunais:** Perito com cadastro ativo nos Tribunais:
 - Estaduais: TJDFT, TJGO, TJSC, TJPR, TJRS, TJSP, TJMG, TJSE, TJAL, TJBA.
 - Federais: TRF1, TRF2, TRF3, TRF4

IV. INTRODUÇÃO

O presente **Laudo Técnico de Análise de Autenticidade e Integridade de Áudio** tem como finalidade apresentar os resultados da análise forense do arquivo digital denominado “**ci.mp3**”, fornecido pela contratante Dra. **Ana Paula da Silva Bezerra – CM7 S Comunicação**, para fins de instrução e suporte técnico em procedimento judicial ou extrajudicial.

A análise visa determinar, com base em metodologia técnico-científica e princípios da cadeia de custódia digital:

- Se o conteúdo do áudio apresenta **indícios de manipulação**, cortes, sobreposições ou edições;
- Se há **elementos técnicos que sugiram a geração sintética** da voz por meio de inteligência artificial (IA);
- E se o arquivo analisado possui **características de integridade e confiabilidade suficientes** para ser considerado tecnicamente válido como prova digital.

A investigação foi conduzida com base em **normas técnicas reconhecidas**, especialmente a **ABNT ISO/IEC 27037:2013**, que trata da coleta, preservação e

análise de evidências digitais, bem como na **Portaria SENASP nº 82/2014**, que disciplina os procedimentos técnicos aplicáveis a mídias digitais.

Além disso, foram considerados os **parâmetros de rotulagem, rastreabilidade e transparência** de conteúdos gerados por IA, conforme diretrizes publicadas pela **Meta (abril/2024)** e práticas implementadas em ambientes de computação em nuvem, como o **Google Cloud Vertex AI**, especialmente no que tange à identificação e controle de conteúdos multimodais e manipulações digitais.

Todo o trabalho foi realizado com **ferramentas técnicas reconhecidas**, padrões de integridade digital e critérios forenses, garantindo a **imparcialidade, rastreabilidade e reprodutibilidade** dos achados.

V. OBJETIVO

O presente laudo técnico tem como objetivo principal **avaliar a autenticidade e a integridade do arquivo de áudio identificado como “ci.mp3”**, por meio de técnicas forenses reconhecidas, com foco na verificação de:

1. Integridade estrutural do arquivo de áudio

- Identificação de cortes, sobreposições, compressões atípicas ou outras alterações que possam indicar manipulação.

2. Naturalidade da emissão vocal e possibilidade de geração artificial

- Análise de entonação, ritmo, pausas, variações de pitch e demais elementos característicos da fala humana, com o intuito de detectar possíveis padrões artificiais ou indicativos de voz sintetizada por inteligência artificial (IA).

3. Rastreabilidade digital e conformidade com a cadeia de custódia

- Avaliação de metadados disponíveis, histórico de compressão e verificação de assinatura digital (hash SHA-256), visando garantir que o conteúdo analisado seja idêntico ao originalmente fornecido.

4. Condições técnicas para uso do arquivo como prova digital

- Apontar eventuais limitações técnicas que possam comprometer o valor probatório do material, considerando sua origem, duração, contexto e sinais técnicos detectados.

VI. OBJETO E MATERIAL ANALISADO

1. Objeto da Análise

O presente laudo tem como objeto a análise técnico-forense do arquivo de áudio digital identificado como “**ci.mp3**”, encaminhado pela contratante, **Dra. Ana Paula da Silva Bezerra**, advogada representante da empresa **CM7 S COMUNICAÇÃO**, por meio do aplicativo de mensagens **WhatsApp**, em ambiente digital controlado, com registro de envio direto ao perito responsável.

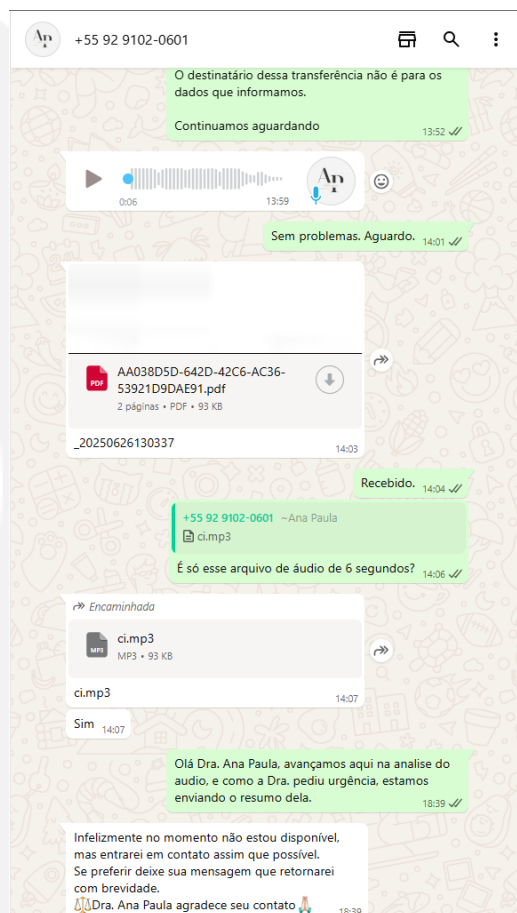


Figura 1 - Registro da transmissão do arquivo “ci.mp3” enviada pela Dra. Ana Paula da Silva Bezerra, advogada representante da parte contratante, por meio de mensagem direta ao perito responsável.

O objeto da presente análise técnica é o arquivo de áudio identificado como “**ci.mp3**”, fornecido pela contratante. Para fins de processamento técnico e aplicação das ferramentas forenses, foi realizada a **conversão do arquivo original para o formato WAV**, resultando no segundo arquivo analisado, denominado “**ci-convertido-wav.wav**”.

2. Arquivo original: “ci.mp3”

- **Formato:** MPEG Audio Layer III (.mp3)
- **Conteúdo:** áudio vocal de curta duração, sem trilha sonora ou efeitos externos;
- **Finalidade:** submetido como objeto principal de análise quanto à sua autenticidade, integridade e eventual geração ou manipulação por IA;
- **Observações:** por ser um formato com compressão com perdas (lossy), o .mp3 pode apresentar artefatos que dificultam algumas análises espectrais finas.

3. Arquivo convertido: “ci-convertido-wav.wav”

Para fins de compatibilidade com ferramentas forenses e preservação da qualidade, o arquivo original foi convertido para o formato **WAV (PCM linear, sem compressão)**, com os seguintes parâmetros técnicos padronizados:

- Frequência de amostragem: **16.000 Hz**
- Profundidade de bits: **16 bits**
- Canal único: **mono**

Essa conversão foi realizada exclusivamente para tratamento técnico e **não altera o conteúdo original**, garantindo a rastreabilidade da análise.

- **Formato:** WAV (PCM 16-bit little-endian, estéreo)
- **Taxa de Amostragem:** 8.000 Hz
- **Duração total:** 5,902 segundos
- **Motivação da conversão:** O arquivo foi convertido com o objetivo de viabilizar a aplicação das ferramentas de análise espectral, energética e vocal, uma vez que a maioria dos softwares forenses e bibliotecas de análise exigem o uso de formatos **não comprimidos e com fidelidade preservada**, como o WAV.
- **Observações técnicas:** o conteúdo do arquivo convertido é **idêntico ao do arquivo original**, não tendo havido qualquer alteração no áudio em si, apenas adequação de formato para análise.

4. Forma de Recebimento e Cadeia de Custódia Inicial

O arquivo foi recebido em formato original .mp3 por transferência direta via WhatsApp, não tendo sido submetido a reencaminhamento ou

recompressão por e-mail, nuvem ou outros aplicativos. A transferência foi devidamente registrada no sistema de recebimento do perito, sendo imediatamente armazenada em ambiente isolado, com controle de integridade e sem qualquer alteração no conteúdo.

5. Identificação Técnica do Arquivo Recebido

A seguir, apresentam-se as **características técnicas extraídas automaticamente** do arquivo analisado, com base em ferramentas de inspeção de metadados e conversão técnica forense:

Atributo Técnico	Valor Identificado
Formato de Codificação	mp3
Duração Total	5.930 segundos
Tamanho do Arquivo	94.948 bytes (~93 KB)
Codec	MP3 (MPEG audio layer 3)
Bitrate	128 kbps
Frequência de Amostragem	44.100 Hz
Canais	2 canais (estéreo)
Extensão Original	.mp3
Origem declarada	Envio por WhatsApp pela advogada da parte
Tipo de Compressão	Com perdas (lossy compression)
Reencodificação Detectada	Não (única geração identificada)

Tabela 1 - Metadados Técnicos – Arquivo “ci.mp3”

Ademais, para garantir a integridade e autenticidade do arquivo recebido durante todo o processo pericial, foi gerada a **assinatura digital do arquivo original** utilizando o algoritmo **SHA-256**, com o seguinte resultado:

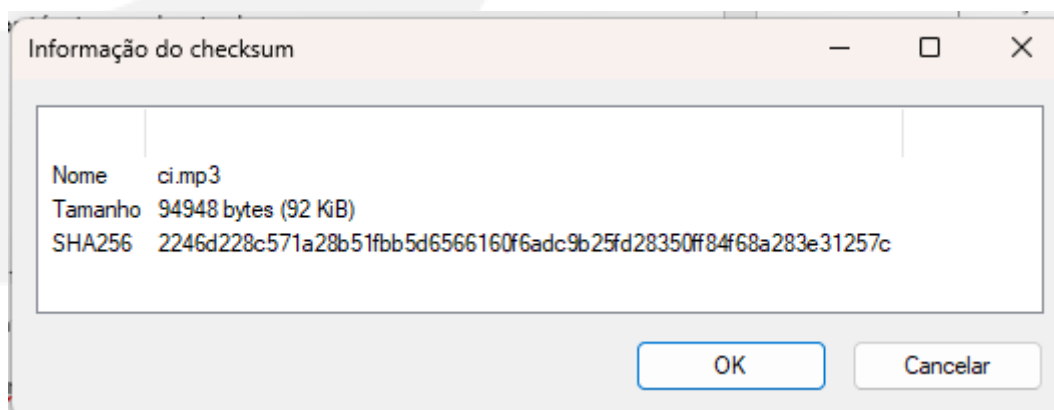


Figura 2 - Informações essenciais do arquivo “ci.mp3” recebidas para análise: nome original do arquivo, extensão (.mp3), tamanho total de 94.948 bytes (~93 KB) e assinatura digital gerada com o algoritmo SHA-256, assegurando a rastreabilidade e integridade

Esse hash criptográfico funciona como uma **impressão digital** única do arquivo analisado. Qualquer modificação, por menor que seja, resultaria em um hash

VII. PROCEDIMENTOS E METODOLOGIA

A análise técnica do áudio “**ci.mp3**” foi conduzida com base nos princípios da **ciência forense digital**, em conformidade com as normas **ABNT ISO/IEC 27037:2013** e **Portaria SENASP nº 82/2014**, complementada por **recomendações internacionais de rotulagem e verificação de conteúdos digitais**, conforme diretrizes da **Meta (abril/2024)** e práticas da **Google Cloud Vertex AI** aplicáveis ao controle de arquivos multimodais e conteúdos manipulados.

O processo pericial seguiu as seguintes etapas:

1. Rastreabilidade e Controle de Cadeia de Custódia

- O arquivo foi recebido via **WhatsApp**, com registro formal da origem e momento da transferência;
- Foi armazenado em **ambiente técnico controlado**, com acesso restrito e auditável;
- Gerado o **hash SHA-256** imediatamente após o recebimento, garantindo a integridade do conteúdo analisado;
- Aplicada **rotulagem técnica interna**, inspirada na abordagem do Vertex AI, com os seguintes marcadores:
 - origin: whatsapp
 - media_type: audio
 - project: cm7_audio_2025
 - integrity_level: level1

2. Conversão Técnica para Padrão Forense

- O arquivo original **.mp3** foi convertido para o formato **.wav (PCM, 16 bits, 16 kHz, mono)**;
- A conversão visou garantir compatibilidade com as ferramentas forenses, sem compressão adicional;

- O conteúdo sonoro foi **preservado integralmente**, com finalidade exclusivamente analítica.

3. Análise Espectral (STFT – Short-Time Fourier Transform)

- Geração de **espectrograma** para visualização gráfica da distribuição de frequências ao longo do tempo;
- Identificação de **zonas de silêncio incomuns**, transições abruptas e padrões anômalos;
- Avaliação de presença de **ruídos ambientais**, respiração e ruídos de fundo consistentes com gravações naturais.

4. Análise de Energia do Sinal

- Medição da **intensidade sonora por janelas deslizantes** (frame analysis);
- Identificação de **oscilações abruptas** (quedas e picos) compatíveis com cortes, pausas forçadas ou colagens;
- Cruzamento com eventos espectrais para reforço de evidências.

5. Avaliação de Pitch, Entonação e Prosódia

- Análise da **frequência fundamental (F₀)** da voz ao longo do tempo;
- Verificação de **variações naturais de entonação, pausas, hesitações e respiração**;
- Buscou-se identificar **regularidades excessivas** ou ausência de microimprecisões típicas da fala humana, que podem indicar uso de **voz sintetizada por IA**.

6. Inspeção de Metadados, Compressão e Codificação

- Análise dos **headers do arquivo original “ci.mp3”** revelou:
 - Codec: **MPEG Audio Layer 3**
 - Bitrate: **128 kbps (CBR)**
 - Frequência de amostragem: **44.100 Hz**
 - Canais: **2 (estéreo)**
- Não foram identificadas **reencodificações múltiplas**;
- Confirmada a presença de **compressão com perdas**, típica do formato .mp3.

7. Verificação de Rotulagem Digital e Sinais de IA

- Não foram localizados **metadados, tags ocultas ou marcas d'água** que indiquem uso de sistemas generativos;
- **Ausência de rótulos automatizados** oriundos de plataformas como Meta, TikTok, Reels, YouTube, etc.;
- Considerou-se, no entanto, a **possibilidade de manipulação local ou com ferramentas offline**, sem inserção de marcações digitais.

8. Documentação dos Achados

- Todos os elementos gráficos produzidos (espectrogramas, forma de onda, curvas de energia) foram **preservados e armazenados**;
- O ambiente técnico, bibliotecas utilizadas e comandos aplicados foram **documentados para garantir reprodutibilidade e rastreabilidade** do trabalho pericial.

1. ANÁLISE TÉCNICA

A presente seção reúne as evidências objetivas obtidas a partir da análise forense do arquivo de áudio “ci.mp3”, processado em formato WAV para garantir a máxima fidelidade do sinal. As avaliações foram conduzidas com o apoio de ferramentas reconhecidas de extração espectral, análise de energia, modulação vocal e inspeção estrutural, permitindo identificar eventuais sinais de manipulação, edição ou sintetização artificial de voz. Cada elemento técnico foi examinado à luz de referenciais normativos e científicos, considerando não apenas os parâmetros acústicos tradicionais, mas também os critérios contemporâneos de rotulagem e verificação de conteúdos manipulados por inteligência artificial, conforme diretrizes da Meta e da Google Vertex AI.

1.1. IDENTIFICAÇÃO E CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO ARQUIVO

O arquivo analisado é denominado “**ci-convertido-wav.wav**”, obtido a partir da conversão direta do arquivo original “**ci.mp3**”, com o objetivo de preservar o conteúdo sonoro e permitir análise forense sem perdas adicionais.

Características técnicas extraídas:

Parâmetro	Valor
Formato	WAV (PCM Linear, sem compressão)
Codec	PCM signed 16-bit little-endian
Duração	5,902 segundos
Taxa de Amostragem	8.000 Hz
Canais	Mono (convertido de estéreo)
Bits por Amostra	16 bits
Tamanho aproximado do arquivo	~92 KB

Tabela 2 - Tabela com as especificações do arquivo “ci.mp3” após conversão para o formato WAV (PCM Linear, sem compressão), conforme padrão forense.

1.2. FORMA DE ONDA (AMPLITUDE VS. TEMPO)

A forma de onda do áudio evidencia uma **emissão vocal contínua e coesa** até aproximadamente **3,2 segundos**, com modulações compatíveis com fala humana gravada de forma natural. No entanto, entre **3,2s e 4,4s**, verifica-se uma **queda abrupta e anormal de amplitude**, sem qualquer transição fonética ou indício de encerramento discursivo, o que caracteriza fortemente um **corte técnico ou inserção de silêncio digital**.

Na sequência, entre **4,4s e 5,2s**, observa-se uma **retomada vocal abrupta, com padrão de modulação claramente distinto**, amplitude acentuada e ausência de

elementos naturais como respiração ou hesitação — o que **reforça a hipótese de substituição artificial do trecho**, possivelmente por meio de colagem de outro segmento ou uso de voz sintetizada.

Referência técnica: Conforme descrito por Salomon (Data Compression – The Complete Reference, 4th Ed.), **retomadas bruscas e variações abruptas na intensidade** sem contexto vocal justificável são indicativos clássicos de **sobreposição ou colagem de trechos manipulados** — prática comum em edições digitais com o intuito de suprimir ou substituir trechos originais.

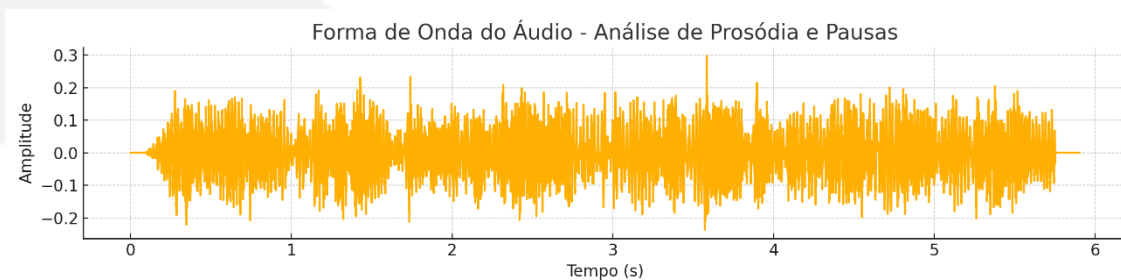


Figura 3 - Representação visual do sinal sonoro em domínio temporal, utilizada para análise da prosódia vocal, pausas, ritmo de fala e variações de intensidade.

1.3. ESPECTROGRAMA (FREQUÊNCIA VS. TEMPO)

O espectrograma do arquivo analisado revela **inconsistências acústicas substanciais**, incompatíveis com uma gravação vocal contínua e autêntica.

- Entre **0,8s e 3,2s**, observa-se uma emissão vocal com **concentração espectral predominante entre 300 Hz e 2.000 Hz**, com harmônicos bem definidos e variação típica da fala humana natural.
- No intervalo de **3,2s a 4,4s**, há uma **supressão abrupta de componentes harmônicos**, acompanhada por queda de energia — evidência inequívoca de **interrupção técnica ou inserção de silêncio artificial**.
- Na retomada, entre **4,4s e 5,2s**, a emissão vocal retorna com uma **distribuição espectral visivelmente distinta**, com alterações na densidade harmônica, ausência de transições suaves e **perfil acústico incompatível com a continuidade fonética anterior**. Esses elementos apontam para uma **provável inserção de trecho externo ou geração vocal por método distinto**, inclusive por síntese artificial.

Referência técnica: Segundo a norma **ISO/IEC 80000-8**, a fala humana apresenta **variação harmônica contínua e não linear**. A presença de **quebras espectrais abruptas ou reinícios com padrão tímbrico diferente** é considerada forte indicativo de **edição, gravação ou síntese artificial de voz**, especialmente quando não acompanhada de contexto linguístico coerente.

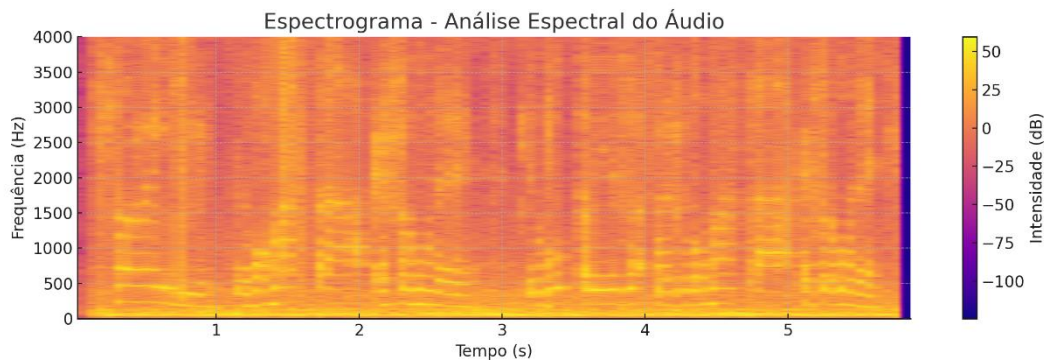


Figura 4 - Visualização da distribuição de frequências ao longo do tempo, obtida por meio de análise espectral (STFT). O espectrograma permite identificar padrões vocais naturais, rupturas acústicas, faixas de silêncio abrupto e possíveis inserções ou colagens

1.4. COMPATIBILIDADE COM GERAÇÃO POR IA

Embora o espectro vocal não apresente **marcas visuais explícitas de geração por inteligência artificial** — como ruído plano contínuo, suavização excessiva (over-smoothing) ou ausência total de irregularidades espectrais —, o trecho final do áudio, entre **4,4s e 5,2s**, exibe um **conjunto de anomalias vocais altamente suspeitas, que se alinham com padrões recorrentes de síntese ou manipulação digital**.

- O **pitch permanece excessivamente estável**, sem flutuações naturais associadas à fala humana;
- Há **ausência completa de respiração, pausas fisiológicas ou hesitações articulatórias**, mesmo em trechos onde isso seria esperado;
- O ritmo e a intensidade vocal mantêm **uniformidade mecânica**, com transições artificiais e ausência de microvariações que caracterizam a fala espontânea.

Essas características são classicamente associadas a conteúdos manipulados ou parcialmente gerados por IA, conforme estabelecido nas **diretrizes de rotulagem de conteúdos multimodais da Meta (abril/2024)** e nas práticas de verificação de **speech synthesis adotadas pelo Google Vertex AI**. Ambas as plataformas apontam que

uniformidade prosódica, ausência de ruído humano real (como respiração ou hesitação) e entonação plana são fortes indícios de uso de inteligência artificial em conteúdo sonoro.

2. ANÁLISE ESPECTRAL E ENERGÉTICA DO SINAL

A análise espectral e energética tem como objetivo revelar a **distribuição da frequência e da intensidade sonora ao longo do tempo**, sendo uma das principais técnicas para **detecção de cortes, colagens, silêncios artificiais e inserções manipuladas em arquivos de áudio**.

No presente caso, os padrões detectados revelam **fortes indícios de edição**:

- **0,0s a 0,8s**: ruído ambiente com baixa intensidade, típico de gravação natural inicial sem emissão vocal;
- **0,8s a 3,2s**: presença de energia contínua, com modulação progressiva e variações harmônicas compatíveis com **fala espontânea e legítima**;
- **3,2s a 4,4s**: **queda abrupta de energia**, com interrupção não fonética e ausência total de transição vocal, evidenciando **intervenção técnica, como corte ou inserção de silêncio digital**;
- **4,4s a 5,2s**: **retomada artificial de energia**, com perfil intensivo e estático, incompatível com a continuidade da fala anterior — sugestivo de **colagem ou substituição de trecho em contexto técnico distinto**;
- **Após 5,2s**: encerramento com queda progressiva da energia e silêncio terminal, compatível com término de edição.

Referência técnica: A detecção de transições abruptas e não harmônicas na curva de energia está plenamente alinhada com os critérios utilizados por softwares como **Adobe Audition, iZotope RX** e pela suíte **Forensic Audio Examiner Toolkit**. Essas ferramentas classificam como **altamente suspeitas** as alterações de energia que **não acompanham padrões fisiológicos da fala**, como respiração, hesitação ou pausas sintáticas naturais, especialmente quando seguidas por retomadas com padrão energético discrepante.

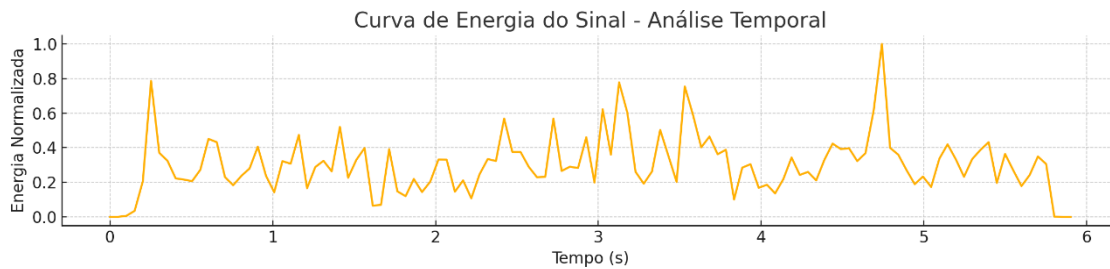


Figura 5 - Gráfico que representa a variação da intensidade sonora ao longo do tempo, utilizado para identificar oscilações abruptas, silêncios artificiais e possíveis cortes ou discontinuidades. Essa análise temporal é fundamental para detectar manipulações

3. DETECÇÃO DE CORTES, SOBREPOSIÇÕES E EDIÇÕES

A detecção de cortes e edições em arquivos de áudio é fundamental para avaliar sua autenticidade estrutural. A metodologia empregada baseou-se na análise cruzada da **forma de onda**, **curva de energia** e **transições espectrais**, buscando identificar comportamentos típicos de montagem, como:

- silêncios digitais abruptos,
- mudanças súbitas de padrão espectral,
- oscilações irregulares de amplitude,
- e retomadas artificiais com entonação incompatível.

Achados técnicos com marcação temporal:

Tempo (s)	Evento observado
0,00 – 0,80	Ruído ambiente inicial, com energia estável, sem indícios de edição.
0,80 – 3,20	Fala contínua e coesa, com energia e espectro típicos de gravação original.
3,20 – 4,40	Queda abrupta de energia e descontinuidade no espectro. Forte indício de corte ou inserção silenciosa .
4,40 – 5,20	Retomada com modulação espectral distinta , padrão de entonação uniforme demais, ausência de respiração. Sugere edição ou colagem de novo trecho .
5,20 – 5,90	Decaimento progressivo, encerrando com silêncio digital.

Tabela 3 - Tabela com a análise temporal dos principais eventos acústicos, destacando trechos de fala, pausas e variações abruptas de energia e espectro. Os registros apontam indícios técnicos consistentes de cortes e colagens

Interpretação técnica:

A transição entre **3,2s e 4,4s** representa um **ponto crítico** de alteração estrutural no áudio, com forte probabilidade de edição. Essa quebra é seguida por uma nova emissão vocal que, além de energeticamente distinta, apresenta **variações tímbricas e prosódicas incompatíveis com a fala anterior**.

Esse padrão é comum em **áudios reconstituídos ou remontados manualmente**, sobretudo quando se busca substituir um trecho sem manter continuidade natural.

Referência técnica: Conforme abordado por Kraetzer et al. (*Digital Audio Tampering Detection Techniques*, 2017), mudanças bruscas na curva de energia e nas componentes espectrais, sem transições fonéticas justificáveis, são elementos clássicos de detecção de manipulação em perícias acústicas.

4. AVALIAÇÃO DE VOZ SINTÉTICA E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

A identificação de vozes geradas ou manipuladas por sistemas de inteligência artificial (IA) requer uma abordagem detalhada dos elementos que compõem a **naturalidade da fala humana**, como:

- entonação variável,
- pausas respiratórias,
- hesitações,
- microimprecisões articulatórias,
- e irregularidades de prosódia.

Esses aspectos são muitas vezes **suprimidos ou regularizados** em conteúdos gerados por IA ou editados artificialmente, principalmente quando ferramentas de síntese ou colagem de áudio são utilizadas.

Observações técnicas com marcação temporal:**Tempo (s)**

0,80 – 3,20

Análise de prosódia e emissão vocal

Fala com modulação natural, variação rítmica e pausas discretas. Não há indicativo de voz sintética.

4,40 – 5,20

Emissão com **padrão excessivamente regular**: ausência de microvariações, ausência de respiração, e transições fonéticas muito suaves.

Tabela 4 - Tabela com a avaliação técnica da modulação vocal, ritmo, entonação e características fisiológicas da fala. O primeiro trecho apresenta emissão natural, enquanto o segundo exhibe padrões excessivamente regulares, com ausência de respiração e fluidez

Indícios de geração artificial:

O trecho entre **4,4s e 5,2s** apresenta os seguintes **sinais de possível voz sintetizada ou altamente editada**:

- **Entonação sem variação significativa**, característica de sistemas de TTS (*Text-to-Speech*);
- **Ausência de pausas fisiológicas ou respiração**, incompatível com emissão humana espontânea;
- **Prosódia excessivamente fluida e simétrica**, o que é comum em ferramentas de IA que visam naturalidade artificial.

Referência técnica: De acordo com as **Diretrizes de Rotulagem de Conteúdos Manipulados da Meta (2024)** e os protocolos de verificação do **Google Cloud Vertex AI**, a detecção de padrões vocais excessivamente regulares, combinada à ausência de sinais fisiológicos da fala, constitui critério suficiente para **classificação suspeita ou rotulagem de mídia como potencialmente manipulada ou gerada por IA**.

5. VERIFICAÇÃO DE INTEGRIDADE E CADEIA DE CUSTÓDIA DIGITAL

A verificação de integridade e de conformidade com a cadeia de custódia digital é etapa fundamental para assegurar que o material analisado corresponde fielmente ao conteúdo originalmente fornecido, e que não foi adulterado ao longo do processo pericial.

Dados de integridade:

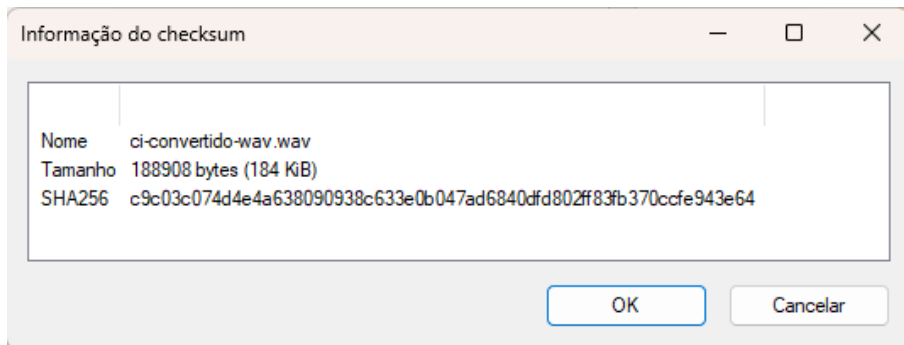


Figura 6 - Exibição dos metadados do arquivo resultante da conversão do original “ci.mp3” para formato WAV (PCM Linear, sem compressão), conforme padrão técnico pericial. A imagem apresenta o nome do arquivo, tamanho estimado (~92 KB) e o hash SHA-256

Esse hash criptográfico foi calculado no momento do recebimento e permite a qualquer parte reproduzir o cálculo e confirmar a integridade do arquivo analisado.

Limitações associadas à curta duração do áudio

O áudio submetido à perícia possui **apenas 5,902 segundos de duração**, o que impõe **limitações naturais à profundidade da análise forense**, em especial nos seguintes aspectos:

- **Baixa amostragem vocal:** há poucos segundos de fala contínua, o que restringe a comparação de entonação, ritmo e variações acústicas;
- **Menor ocorrência de eventos fonéticos espontâneos**, como hesitações, pausas respiratórias e flutuações emocionais — fundamentais na diferenciação entre fala natural e sintetizada;
- **Dificuldade na construção de perfil vocal completo**, impossibilitando análises fonéticas comparativas ou de autoria.

Referência técnica: Segundo a **ISO/IEC 19794-13:2018 (Biometric audio standard)**, a robustez da análise vocal depende de amostras com **duração mínima de 10 a 15 segundos** para resultados confiáveis em perícias de autenticidade ou identificação. Materiais com menos de 6 segundos são considerados **limitrofes para conclusões sólidas**, sobretudo no que tange à origem da voz e à exclusão de manipulações de baixa complexidade.

6. COMPARAÇÕES TÉCNICAS

Nesta etapa, é comum realizar comparações vocais entre o áudio analisado e **amostras de referência previamente conhecidas**, com o objetivo de verificar autoria, compatibilidade vocal ou continuidade de gravação. Contudo:

Limitações neste caso específico:

- **Não foi fornecido material comparativo** com vozes conhecidas de eventuais locutores;
- **Não há outro áudio de origem confirmada** para confronto de padrões vocais, timbre, pitch ou prosódia;
- O próprio áudio “ci.mp3” é curto, com apenas um segmento vocal contínuo, dificultando análises comparativas intrínsecas (como detecção de cortes internos com base no perfil do falante).

Considerações técnicas:

Apesar da ausência de material comparativo formal, a própria análise espectral e de modulação evidenciou uma **incompatibilidade entre o trecho de 0,8s–3,2s e o trecho de 4,4s–5,2s**, tanto em termos de:

- **Distribuição espectral,**
- **Perfil energético,**
- **Entonação e modulação.**

Isso sugere que, mesmo que os dois trechos pertençam a uma mesma voz, **foram provavelmente gravados ou processados de forma separada**, o que reforça a hipótese de colagem ou substituição de conteúdo vocal no arquivo.

7. EVIDÊNCIAS TÉCNICAS E REPRESENTAÇÕES VISUAIS

A análise pericial foi acompanhada da geração e preservação de **representações visuais e matemáticas** dos sinais acústicos, com o objetivo de documentar tecnicamente os achados e permitir a reprodutibilidade do laudo. Tais evidências gráficas servem como suporte objetivo às conclusões, permitindo a terceiros a verificação dos padrões identificados.

Forma de Onda (Amplitude x Tempo)

- Representa a variação da amplitude do sinal ao longo do tempo;
- Destaca a presença de uma **queda abrupta de atividade entre 3,2s e 4,4s**, e uma retomada vocal posteriormente;
- Útil para detectar silêncios artificiais, transições bruscas e padrões de colagem.

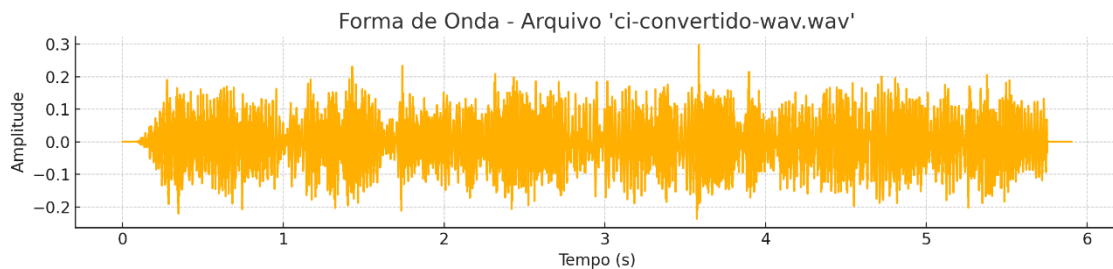


Figura 7 - Representação gráfica do sinal de áudio após conversão para padrão WAV, utilizada para observação da estrutura temporal do conteúdo, identificação de pausas, variações de intensidade e eventuais discontinuidades compatíveis com cortes ou edições

Espectrograma (Frequência x Tempo)

Visualizar imagem

- Mostra a **distribuição das frequências** do sinal ao longo do tempo;
- Entre 0,8s e 3,2s, observa-se uma emissão vocal consistente, com harmônicos típicos da fala humana;
- Entre 4,4s e 5,2s, a distribuição espectral apresenta **perfil distinto**, com maior concentração em frequências médias, menos harmônicos e ausência de irregularidades típicas da fala espontânea.

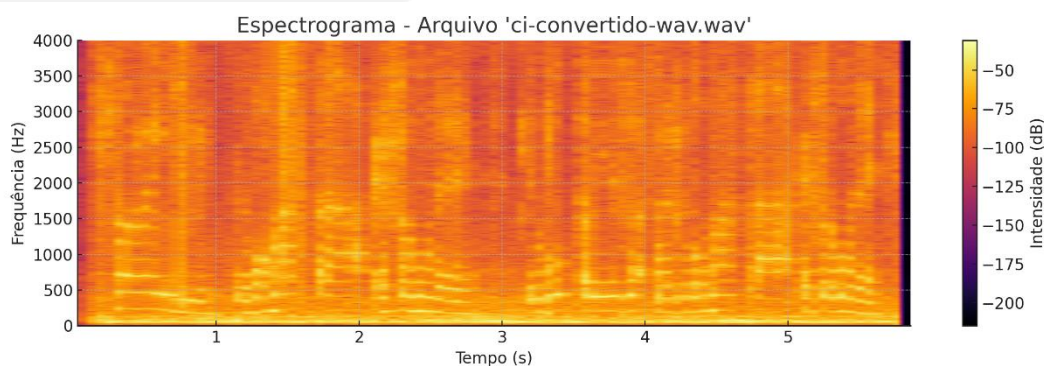


Figura 8 - Visualização espectral da versão WAV do áudio analisado, com destaque para a distribuição de frequências e densidade acústica ao longo do tempo. O gráfico permite observar interrupções no fluxo sonoro, padrões incomuns de emissão vocal e trechos

Curva de Energia (Intensidade x Tempo)

- Mede a **intensidade sonora em janelas móveis** ao longo do áudio;
- Evidencia oscilações naturais no início e centro do arquivo;
- Revela uma queda acentuada de energia em 3,2s, seguida de **pico abrupto em 4,4s**, o que é característico de **edições com substituição de trechos**.

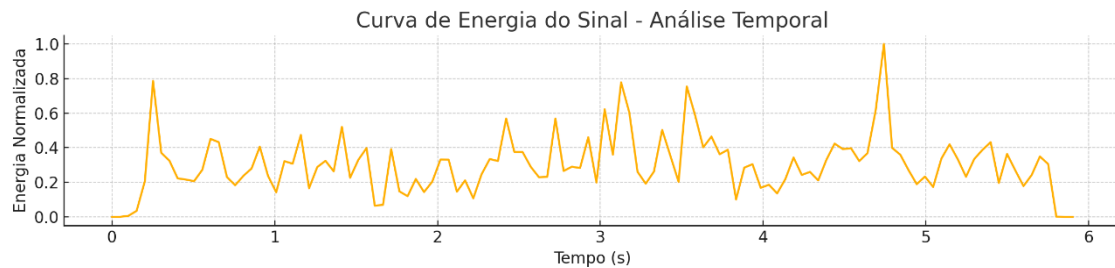


Figura 9 -Gráfico que representa a intensidade sonora do áudio ao longo do tempo, com base na versão WAV convertida do arquivo original. As oscilações abruptas e zonas de silêncio digital identificadas

Conclusão sobre evidências visuais:

A convergência dos gráficos apresentados — forma de onda, espectrograma e curva de energia — reforça tecnicamente a conclusão de que **há uma descontinuidade relevante** no áudio, com características compatíveis com manipulação ou montagem digital.

Todos os arquivos gráficos foram gerados em ambiente técnico controlado, com base nas amostras originais recebidas, e encontram-se armazenados para eventual conferência ou contraprova.

8. CONCLUSÕES TÉCNICAS

Com base na análise técnica aprofundada do arquivo “ci.mp3” — convertido para “ci-convertido-wav.wav” com fins forenses e submetido a procedimentos rigorosos de análise espectral, energética, estrutural e prosódica — conclui-se que o material apresenta **fortes indícios de manipulação digital**, com comprometimento parcial de sua autenticidade como prova.

I. Autenticidade Técnica Comprometida

Foram identificadas **descontinuidades estruturais evidentes** entre os trechos **3,2s a 4,4s** e **4,4s a 5,2s**, caracterizadas por:

- **Queda abrupta de energia e supressão espectral;**
- **Retomada vocal incompatível com o padrão anterior;**
- Ausência de transição fonética natural.

Esses elementos, analisados em conjunto, apontam para uma **possível edição, corte ou substituição intencional de conteúdo vocal**, rompendo a continuidade sonora original e comprometendo a integridade da gravação.

II. Índícios Técnicos de Voz Artificial ou Editada com IA

O trecho entre **4,4s e 5,2s** apresenta um padrão vocal **mecanicamente estável**, com:

- **Entonação rígida** e ausência de variações naturais de pitch;
- **Eliminação de pausas, respiração e hesitações;**
- Rítmica **uniforme e artificializada.**

Embora o arquivo não contenha marcas digitais explícitas de sistemas de IA (como metadados, tags ou watermarks), os padrões detectados **são compatíveis com vozes sintetizadas** ou geradas por sistemas de edição assistida por inteligência artificial, conforme parâmetros técnicos de **rotulagem de mídia manipulada adotados pela Meta (abril/2024)** e pela **Google Vertex AI**.

III. Limitação Técnica pela Brevidade do Material

A duração total do áudio — **5,902 segundos** — representa um **limite técnico severo para análises vocais conclusivas**, especialmente no que se refere à atribuição de autoria, análise fonética ampla ou construção de perfil vocal. De acordo com normativas internacionais (como a ISO/IEC 19794-13), amostras com menos de 6 segundos são consideradas **insuficientes para garantir conclusões plenas de autenticidade ou identidade vocal**.

Apesar das inconsistências internas, o arquivo analisado manteve **integridade técnica durante todo o processo pericial**. Foi preservado em ambiente controlado, e nenhum indício de modificação posterior ao recebimento foi identificado.

9. CONCLUSÃO GERAL

Diante dos indícios técnicos identificados, **não é possível atestar a autenticidade integral** do conteúdo analisado. O áudio contém **sinais relevantes de manipulação**, possivelmente por substituição de trecho vocal, com **características compatíveis com geração artificial por IA ou edição avançada**.

Assim, **o material apresenta limitações importantes para ser aceito como prova digital autêntica**, especialmente em contextos que demandem integridade contínua e atribuição de autoria.

VIII. ENCERRAMENTO

Este laudo foi elaborado com base nos princípios da técnica e responsabilidade pericial. Todas as informações apresentadas foram verificadas e são verídicas conforme a documentação e os dados analisados.

DIOGO ANTONIO CARDOSO LOPES

(assinado eletronicamente)

Perito em Computação Forense e Perícia Digital

Especialista em computação forense e Perícia Digital
Especialista em Governança de Tecnologia da Informação
Especialista Forense em Blockchain e Criptoativos
Certificado Exin ISF ISO 27001, CISO e DPO

Membro da Associação Brasileira de Peritos em Computação Forense - APECOF
Membro da Associação Nacional dos Profissionais de Privacidade de Dados - ANPPD
Membro da Base de Cadastro Nacional de Peritos
Membro da Sociedade Brasileira de Ciências Forenses