



Prêmio  
Tecnologia &  
Desenvolvimento  
Metroferroviários



**32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**  
**CATEGORIA 2**

**OUVIA: INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA A VOZ DO PASSAGEIRO**

**Transformando a Voz do Passageiro em Inteligência para a Gestão Metroferroviária**

**1. INTRODUÇÃO**

As operadoras metroferroviárias recebem diariamente milhares de manifestações de passageiros por diferentes canais de atendimento, como telefone, Ouvidoria e aplicativos de mensagens. Esses registros representam uma das principais fontes de informação sobre a percepção dos usuários, reunindo reclamações, sugestões, elogios, solicitações e relatos de ocorrências que refletem diretamente a qualidade dos serviços prestados. Em grandes operadores metroferroviários, esse volume torna inviável a análise manual e contínua das gravações.

Embora possuam elevado valor estratégico, essas informações permanecem, na maioria das organizações, armazenadas exclusivamente em arquivos de áudio. Essa característica dificulta sua consulta, reduz a capacidade de análise das equipes e limita



Prêmio  
Tecnologia &  
Desenvolvimento  
Metroferroviários



## **32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA** **13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

a utilização desse conhecimento na geração de indicadores, identificação de tendências e apoio à tomada de decisão.

Nesse contexto foi desenvolvido o **OuvIA**, uma plataforma de Inteligência Artificial concebida para **ouvir** o passageiro e transformar sua voz em inteligência para a gestão.

A solução realiza automaticamente a transcrição das conversas, identifica os interlocutores, organiza os diálogos, associa o conteúdo aos respectivos protocolos e constitui um ambiente preparado para consultas, auditorias e futuras aplicações de Inteligência Artificial.

A arquitetura foi desenvolvida integralmente em infraestrutura própria da TIC Trens, utilizando modelos abertos de reconhecimento de fala e processamento de linguagem executados localmente. Essa abordagem elimina custos recorrentes por minuto processado, reduz a dependência de serviços externos e preserva integralmente os dados dos passageiros, mantendo conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD).

Mais do que automatizar transcrições, o OuvIA estabelece uma nova abordagem para a gestão da experiência do passageiro, convertendo um grande volume de informações anteriormente disperso em conhecimento estruturado capaz de apoiar decisões operacionais, táticas e estratégicas.

**O OuvIA transforma o maior ativo invisível das operadoras metroferroviárias, a voz do passageiro, em inteligência estruturada para apoiar a tomada de decisão.**



Prêmio  
Tecnologia &  
Desenvolvimento  
Metroferroviários



## **32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**

### **13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

A adoção de uma solução desenvolvida em infraestrutura própria fortalece a proteção dos dados pessoais mencionados nas ligações, como nome, CPF, RG, telefone e e-mail, mantendo seu tratamento alinhado à Lei Geral de Proteção de Dados (Lei nº 13.709/2018).

## **2. OBJETIVOS DA SOLUÇÃO**

O desenvolvimento do OuvIA teve como objetivos:

- Reduzir o esforço operacional com transcrições manuais;
- Garantir registros completos, padronizados e confiáveis;
- Constituir uma base corporativa pesquisável sobre as manifestações dos passageiros;
- Viabilizar a geração de indicadores, identificação de tendências e futuras evoluções de Inteligência Artificial.

## **3. DIAGNÓSTICO**

O projeto surgiu a partir da necessidade de transformar um processo predominantemente manual, demorado e pouco escalável em uma atividade automatizada e orientada por dados.

Até então, a análise de uma manifestação exigia que o atendente localizasse a gravação, ouvisse integralmente o áudio, frequentemente repetindo diversos trechos, realizasse a transcrição manual, revisasse o texto e efetuasse o registro no sistema corporativo. Uma



Prêmio  
Tecnologia &  
Desenvolvimento  
Metroferroviários



## **32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**

### **13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

ligação de aproximadamente 10 minutos demandava, em média, mais de 30 minutos para ser completamente transcrita e documentada.

Além do elevado tempo de processamento, a atividade consumia esforço equivalente à dedicação de aproximadamente dois profissionais por mês, exclusivamente para execução das transcrições. Mesmo com essa alocação, ainda eram observadas diferenças de qualidade entre os registros, perda de detalhes relevantes e inconsistências decorrentes da interpretação individual de cada atendente.

Também foram identificadas limitações adicionais:

- **Baixa acessibilidade às informações**, devido à ausência de indexação do conteúdo dos áudios;
- **Inconsistência nos registros**, em razão de diferentes padrões de transcrição adotados pelos atendentes;
- **Baixa aderência de soluções genéricas ao vocabulário metroferroviário**, comprometendo a precisão das transcrições;
- **Custos recorrentes elevados** associados a serviços comerciais de transcrição;
- **Ausência de um histórico centralizado, pesquisável e rastreável** das manifestações e protocolos.

A avaliação técnica demonstrou a viabilidade da utilização de modelos modernos de reconhecimento automático de fala, executados em infraestrutura própria e enriquecidos com vocabulário especializado do setor, capazes de atender



Prêmio  
Tecnologia &  
Desenvolvimento  
Metroferroviários



## 32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

simultaneamente aos requisitos de precisão, segurança da informação, conformidade e controle de custos. Essa constatação fundamentou o desenvolvimento de uma plataforma própria, concebida especificamente para a realidade operacional do transporte sobre trilhos.

**Figura 1 – Comparação entre o processo tradicional de transcrição manual e o fluxo automatizado implementado pelo Ouvia**

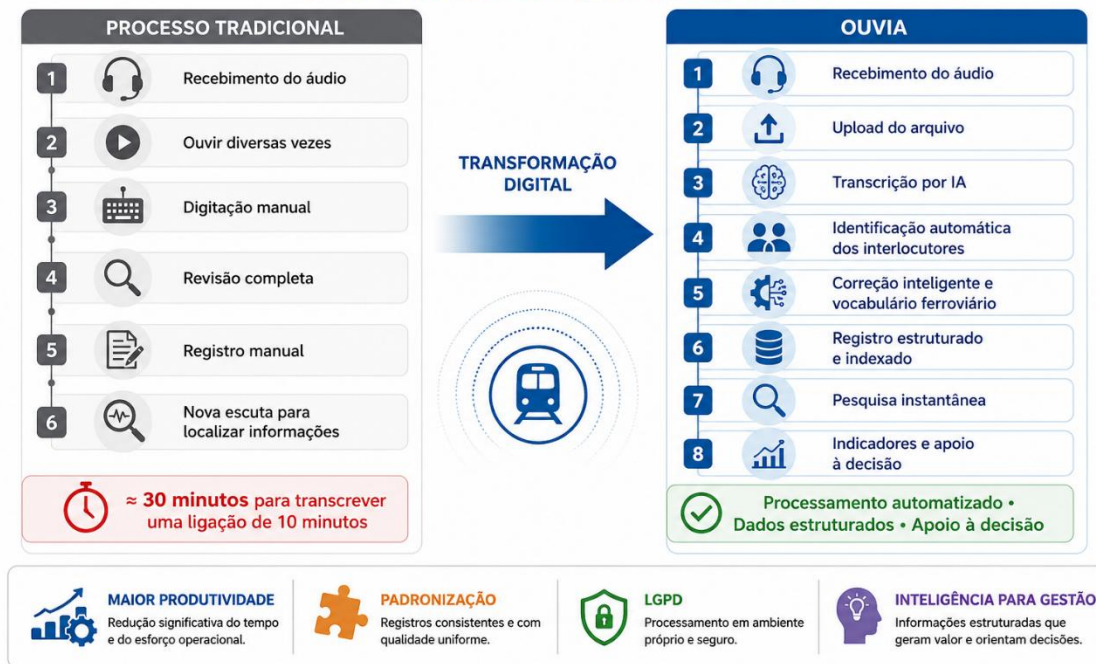


**Figura 1 – Comparação entre o processo tradicional de transcrição manual e o fluxo automatizado implementado pelo Ouvia. Fonte: Gerado por IA**

## 4. ARQUITETURA DA SOLUÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO

O desenvolvimento do Ouvia foi orientado por quatro premissas técnicas consideradas essenciais para aplicações de Inteligência Artificial no atendimento ao passageiro em operadores metroferroviários:



Prêmio  
Tecnologia &  
Desenvolvimento  
Metroferroviários

ANP  
TRILHOS  
TIC TRENS

## 32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

- elevada precisão no reconhecimento da fala em português brasileiro;
- preservação integral dos dados pessoais;
- baixo custo operacional recorrente;
- arquitetura escalável e independente de serviços comerciais de transcrição.

A partir dessas premissas foi concebida uma arquitetura modular composta por serviços especializados de processamento de áudio, reconhecimento automático da fala, identificação dos interlocutores, enriquecimento semântico e armazenamento estruturado das informações.

A arquitetura modular permite evolução independente dos componentes e incorporação de novos modelos de Inteligência Artificial sem alterações estruturais na plataforma.

| DATA                | IDENTIFICAÇÃO | ARQUIVO            | RESUMO                                            |
|---------------------|---------------|--------------------|---------------------------------------------------|
| 14/07/2026 16:15:47 |               | 386478664_audio... | Atendente: At07 Oia, boa tarde. Com quem... Ver   |
| 13/07/2026 18:16:39 |               | 386378026_audio... | Atendente: TIC Trens, Calia Boa tarde. TIC... Ver |

Figura 2. Tela principal do Ouvia, com área de envio de áudio e histórico recente de atendimentos. Fonte: os autores.



Prêmio  
Tecnologia &  
Desenvolvimento  
Metroferroviários



## **32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**

### **13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

#### **4.1 Fluxo de processamento**

Cada gravação percorre automaticamente cinco etapas sucessivas:

##### **4.1.1 Tratamento do áudio**

O áudio é normalizado, recebe redução de ruídos e é convertido para o formato mais adequado ao processamento pelo modelo de reconhecimento de fala.

##### **4.1.2 Reconhecimento automático da fala**

O modelo Whisper Large-v3 Turbo realiza a transcrição em português brasileiro utilizando um contexto especializado composto por terminologias ferroviárias, nomes de estações, linhas, equipamentos operacionais e expressões frequentemente utilizadas durante os atendimentos.

##### **4.1.3 Pós-processamento inteligente**

Algoritmos desenvolvidos pela equipe realizam a correção automática de erros recorrentes, padronizam terminologias, eliminam repetições e enriquecem semanticamente a transcrição.



Prêmio  
Tecnologia &  
Desenvolvimento  
Metroferroviários



## 32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



Figura 3. Arquitetura Funcional da OuvIA. Fonte: Gerado por IA

### 4.2 Identificação dos interlocutores

O modelo Pyannote identifica automaticamente os participantes da conversa e organiza os turnos de fala entre passageiro e atendente.

### 4.3 Estruturação da informação

A transcrição é armazenada juntamente com seus metadados operacionais, tornando-se imediatamente pesquisável e preparada para futuras aplicações analíticas.



Prêmio  
Tecnologia &  
Desenvolvimento  
Metroferroviários



## **32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**

### **13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

Destacam-se 2 pontos na implementação. O primeiro é a transcrição ao vivo: o áudio é processado em segundo plano e a interface consulta o andamento a cada dois segundos em tempo real.

Assim, o atendente acompanha o texto parcial sem esperar o fim do processamento. O segundo é a adaptação do vocabulário por configuração, termos do setor, nomes de linhas e estações, frases padrão de atendimento e hotwords.

## **5. DIFERENCIAIS TECNOLÓGICOS**

Diferentemente das soluções convencionais de transcrição, o OuvIA foi concebido para atender às necessidades específicas do setor metroferroviário, integrando modelos de Inteligência Artificial, processamento local e regras especializadas para geração automática de transcrições estruturadas e pesquisáveis.

Entre os principais diferenciais destacam-se:

- **Processamento integral em infraestrutura própria**, eliminando custos por minuto processado e reduzindo riscos relacionados ao tratamento de dados pessoais;
- **Utilização de modelos abertos de Inteligência Artificial**, garantindo independência tecnológica e evolução contínua da solução;
- **Vocabulário especializado do domínio metroferroviário**, configurável e adaptável às necessidades operacionais da companhia;



Prêmio  
Tecnologia &  
Desenvolvimento  
Metroferroviários



## 32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

- **Identificação automática dos interlocutores**, preservando a estrutura natural dos diálogos entre atendentes e passageiros;
- **Tratamento e enriquecimento das transcrições por regras específicas do negócio**, aumentando a qualidade e a confiabilidade das informações;
- **Geração automática de banco de dados estruturado**, preparada para consultas,

| Camada          | Tecnologia                | Finalidade                   |
|-----------------|---------------------------|------------------------------|
| Interface       | React / Next.js           | Aplicação Web                |
| Serviços        | Python / Flask            | Orquestração                 |
| IA (ASR)        | Whisper Large-v3<br>Turbo | Reconhecimento de fala       |
| IA (Diarização) | Pyannote                  | Separação dos interlocutores |
| Áudio           | FFmpeg                    | Normalização e limpeza       |
| Banco           | SQL Server                | Persistência                 |
| Infraestrutura  | Windows Server / IIS      | Hospedagem                   |

Tabela 1– Componentes tecnológicos da arquitetura do OuvIA. Fonte: os autores.

### 5.1 Aprendizado contínuo do domínio ferroviário

Um dos principais diferenciais do OuvIA é a capacidade de evolução contínua.

Novos nomes de estações, equipamentos, serviços, expressões utilizadas pelos passageiros e terminologias internas podem ser incorporados ao contexto do modelo por configuração, sem necessidade de alterações no código-fonte da aplicação.



Prêmio  
Tecnologia &  
Desenvolvimento  
Metroferroviários



## 32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Essa estratégia permite que a plataforma acompanhe naturalmente a evolução operacional da companhia, preservando elevados níveis de precisão ao longo do tempo.

### 6. RESULTADOS E IMPACTOS OPERACIONAIS

O OuvIA passou a integrar a rotina operacional da Ouvidoria da TIC Trens, automatizando o processamento das manifestações registradas pelos passageiros. Desde sua entrada em operação, a plataforma processou aproximadamente **5.500 gravações**, correspondentes a cerca de **44 mil minutos (733 horas)** de atendimento, consolidando uma base estruturada de informações para consultas, auditorias e apoio à gestão.

Os resultados observados evidenciam ganhos simultâneos de produtividade, padronização dos registros e disponibilidade da informação, demonstrando a viabilidade da utilização de Inteligência Artificial em ambiente operacional metroferroviário.

| Indicador                                | Resultado                                |
|------------------------------------------|------------------------------------------|
| <i>Início da operação</i>                | Janeiro/2026                             |
| <i>Manifestações processadas</i>         | 5.500                                    |
| <i>Duração média por gravação</i>        | 8 minutos                                |
| <i>Tempo típico observado</i>            | 3 minutos                                |
| <i>Tempo médio de transcrição manual</i> | >30 minutos                              |
| <i>Horas de gravação processadas</i>     | 733 horas                                |
| <i>Esforço operacional anterior</i>      | ≈2 colaboradores/mês                     |
| <i>Infraestrutura Própria</i>            | <b>100%</b> das transcrições processadas |

Tabela 2 – Indicadores consolidados da implantação



Prêmio  
Tecnologia &  
Desenvolvimento  
Metroferroviários



## **32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**

### **13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

O tempo típico observado necessário para disponibilização da transcrição foi reduzido de mais de 30 minutos para aproximadamente 3 minutos por manifestação, correspondendo a uma redução aproximada de 90% no tempo de processamento.

#### **6.1 Produtividade Operacional**

Antes da implantação do OuvIA, o processo de transcrição era executado integralmente de forma manual. Cada manifestação exigia que o atendente ouvisse a gravação, repetisse diversos trechos da conversa, realizasse a digitação, revisasse o conteúdo e efetuasse o registro no sistema corporativo.

Com a implantação do OuvIA, a Inteligência Artificial passou a executar a identificação automática dos interlocutores e a transcrição, restando ao atendente apenas a validação final das informações quando necessária.

Essa mudança reduziu significativamente o tempo dedicado às atividades repetitivas e permitiu direcionar a equipe para atividades de maior valor agregado, como análise das manifestações, identificação de tendências e melhoria contínua do atendimento.

#### **6.2 Otimização dos Recursos**

A transcrição manual consumia esforço equivalente à dedicação aproximada de mais de **dois profissionais por mês**, exclusivamente para execução dessa atividade.



Prêmio  
Tecnologia &  
Desenvolvimento  
Metroferroviários



## 32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Mesmo com esse investimento operacional, ainda eram observadas inconsistências decorrentes da interpretação individual dos atendentes, diferenças na qualidade dos registros e dificuldade para localizar informações posteriormente.

Com a automação do processo, o esforço operacional foi praticamente eliminado, permitindo realocação da equipe para atividades analíticas e reduzindo significativamente o custo operacional associado ao tratamento das manifestações.

O principal ganho decorreu não apenas da redução do tempo de processamento, mas da substituição de uma atividade repetitiva por atividades analíticas de maior valor agregado.

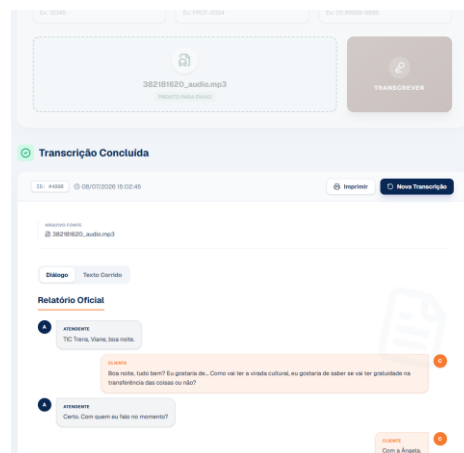


Figura 4. Transcrição concluída com relatório em formato de diálogo e opção de impressão. Fonte: os autores.

### 6.3. Qualidade da Informação

Além da produtividade, o OuvIA promoveu ganhos significativos na qualidade dos registros produzidos.



Prêmio  
Tecnologia &  
Desenvolvimento  
Metroferroviários



## **32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**

### **13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

Todas as manifestações passaram a seguir um padrão único de estruturação, reduzindo diferenças decorrentes da interpretação individual dos atendentes e aumentando a consistência das informações armazenadas.

A identificação automática dos interlocutores, associada à correção inteligente do vocabulário, ampliou a qualidade da documentação das manifestações e facilitou processos de auditoria, rastreabilidade e consulta histórica.

#### **6.4 Inteligência para Gestão**

O principal benefício observado não foi apenas a automação da transcrição.

O OuvIA transformou milhares de minutos de gravações anteriormente armazenadas como arquivos de áudio em uma base estruturada de conhecimento corporativo.

Essa transformação possibilita que as manifestações dos passageiros deixem de ser apenas registros históricos e passem a constituir uma fonte permanente de inteligência organizacional, permitindo:

- pesquisa por palavras-chave;
- identificação de padrões recorrentes;
- geração de indicadores;
- apoio à auditoria;
- futuras aplicações de Inteligência Artificial.



Prêmio  
Tecnologia &  
Desenvolvimento  
Metroferroviários



## **32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**

### **13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

Esse novo paradigma amplia significativamente o potencial estratégico das informações produzidas pelos canais de atendimento.

#### **6.5 Escalabilidade e evolução**

A arquitetura modular desenvolvida permite incorporar novos modelos de Inteligência Artificial sem necessidade de alterações estruturais na plataforma.

Essa característica possibilita futuras evoluções, incluindo classificação automática das manifestações, identificação de sentimentos, sumarização de atendimentos, geração automática de respostas e apoio à tomada de decisão baseada em Inteligência Artificial.

Além disso, por utilizar modelos abertos executados em infraestrutura própria, a solução reduz dependência tecnológica e preserva autonomia para evolução contínua conforme as necessidades operacionais da companhia.

## **7. CONCLUSÃO**

A solução encontra-se em operação desde janeiro de 2026, apoiando continuamente o processo de atendimento da Ouvidoria da TIC Trens. O Ouvia demonstrou que a Inteligência Artificial pode ser aplicada de forma prática, tecnicamente viável, operacionalmente escalável e economicamente sustentável ao atendimento metroferroviário. Desde sua entrada em operação, a solução processou aproximadamente 5.500 manifestações (733 horas de gravações), reduzindo



Prêmio  
Tecnologia &  
Desenvolvimento  
Metroferroviários



## **32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

drasticamente o esforço operacional, padronizando registros e transformando a voz do passageiro em conhecimento corporativo para apoiar a tomada de decisão.

Ao utilizar modelos abertos executados em infraestrutura própria, a plataforma elimina custos recorrentes por processamento e mantém autonomia tecnológica para evolução contínua.

Mais do que automatizar transcrições, o OuvIA demonstra que a voz do passageiro pode deixar de ser um registro operacional e tornar-se um ativo estratégico para apoiar decisões, orientar melhorias e impulsionar a inovação no transporte metroferroviário.

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. RADFORD, A. et al. Robust Speech Recognition via Large-Scale Weak Supervision. Proceedings of the 40th International Conference on Machine Learning (ICML), 2023. Artigo que apresenta o Whisper, modelo de reconhecimento de fala utilizado como núcleo da plataforma.
2. SYSTRAN. faster-whisper: reimplementação otimizada do Whisper com CTranslate2. Repositório de software livre, 2023. Biblioteca que permite executar o modelo com alto desempenho em hardware próprio.



Prêmio  
Tecnologia &  
Desenvolvimento  
Metroferroviários



## **32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**

### **13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

3. BREDIN, H. pyannote.audio 2.1 speaker diarization pipeline: principle, benchmark, and recipe. Proceedings of INTERSPEECH, 2023. Tecnologia de diarização de voz empregada para separar os diálogos entre atendente e passageiro.
4. BRASIL. Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018: Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD). Fundamento legal para a opção pelo processamento local dos áudios de atendimento.
5. FFMPEG. FFmpeg: solução multiplataforma para gravação, conversão e processamento de áudio e vídeo. Projeto de software livre. Utilizado no tratamento de ruídos e normalização dos áudios.
6. PALLETS PROJECTS. Flask: framework web em Python. Documentação oficial. Base do serviço de processamento (back-end) da plataforma.
7. VERCEL. Next.js: framework React para aplicações web. Documentação oficial. Base da interface (front-end) da plataforma.