



INSTITUTO FEDERAL

Sertão Pernambucano

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SERTÃO
PERNAMBUCANO
PRÓ-REITORIA DE ENSINO (PROEN)
CAMPUS SALGUEIRO
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM SISTEMAS PARA INTERNET**

IARA ALICIA DE OLIVEIRA SILVA

**INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA MIXAGEM E MASTERIZAÇÃO MUSICAL: UMA
ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE PROCESSAMENTO AUTOMATIZADO E
ATUAÇÃO HUMANA**

SALGUEIRO

2026

IARA ALICIA DE OLIVEIRA SILVA

**INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA MIXAGEM E MASTERIZAÇÃO MUSICAL: UMA
ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE PROCESSAMENTO AUTOMATIZADO E
ATUAÇÃO HUMANA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do curso de Tecnologia em Sistemas para Internet, ofertado pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, como parte dos requisitos para obtenção do título de Tecnólogo em Sistemas para Internet.

Orientador: Prof. Me. Ulisses Azevedo
Sousa

SALGUEIRO

2026

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S586 Silva, Iara Alicia de Oliveira Silva.

Inteligência artificial na mixagem e masterização musical : Uma análise comparativa entre processamento automatizado e atuação humana / Iara Alicia de Oliveira Silva. - Salgueiro, 2026.
53 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Sistemas para Internet) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Salgueiro, 2026.
Orientação: Prof. Ulisses Azevedo Sousa.

1. Inteligência artificial. 2. Mixagem. 3. Masterização. 4. Produção Musical. 5. iZotope. I. Título.

CDD 006.3

Dedicatória.

À minha família, aos meus amigos e a mim mesma.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, à instituição e aos professores que fizeram parte da minha formação. Cada aula, orientação e conversa ao longo do curso contribuíram diretamente para o meu desenvolvimento acadêmico e profissional. Cada ensinamento, orientação e troca de conhecimento foram fundamentais para que eu chegasse até aqui.

Ao professor Ulisses, meu orientador, expresso minha profunda gratidão pela orientação cuidadosa e comprometida ao longo desta pesquisa. Professor e músico, sua sensibilidade artística aliada ao rigor técnico contribuíram de forma decisiva para o amadurecimento deste estudo. Sou grata pela escuta atenta, pelas correções precisas e pelo incentivo constante durante todo o processo.

À Carol, pela generosidade nos conselhos, pela confiança e pelas oportunidades compartilhadas ao longo da caminhada. Sua trajetória como artista e profissional inspira e fortalece minha formação para além dos espaços acadêmicos.

À minha mãe, Maria Marcelina, minha maior inspiração de força, dignidade e perseverança. Seu exemplo de caráter e coragem é referência constante na pessoa que busco me tornar.

Agradeço também a Ralmon Sousa Pereira, profissional da área musical, pela contribuição técnica na realização da mixagem e masterização da versão profissional analisada neste trabalho. Sua participação foi essencial para a concretização da proposta comparativa desenvolvida nesta pesquisa.

Por fim, agradeço aos amigos que estiveram ao meu lado ao longo dessa jornada, oferecendo apoio, incentivo e companhia nos momentos de desafio e superação.

RESUMO

Música e tecnologia sempre andaram juntas e, nos últimos anos, a Inteligência Artificial (IA) tem avançado significativamente em várias áreas do conhecimento. Na música, não é diferente. A IA tem se tornado parte do processo de produção musical, principalmente no que diz respeito à mixagem e à masterização. A presente pesquisa tem como objetivo analisar o uso de ferramentas de IA nas etapas de mixagem e masterização de uma música, comparando seus resultados técnicos e perceptivos com uma mixagem e uma masterização realizadas por um profissional humano. Trata-se de uma pesquisa aplicada, comparativa de caráter exploratório e descritivo. Para o desenvolvimento do estudo, uma mesma obra musical foi submetida a dois processos distintos: uma versão foi mixada e masterizada por um profissional da área musical; em contrapartida, a outra versão foi conduzida com o auxílio de plugins da empresa iZotope, utilizando seu assistente automático de análise em tempo real. Como resultado, observou-se que a inteligência artificial aplicada à mixagem e à masterização mostra-se eficiente na padronização técnica e na otimização do volume; contudo, ainda apresenta limitações quanto à sensibilidade estética e ao refinamento contextual ao longo da estrutura musical, reforçando, portanto, a importância da atuação humana no processo de produção musical.

Palavras-chave: Inteligência artificial; Mixagem; Masterização; Produção musical; iZotope.

ABSTRACT

Music and technology have always been closely linked, and in recent years, Artificial Intelligence (AI) has made significant advances across various fields. In music, AI has increasingly become part of the production process, particularly in mixing and mastering. This study aims to analyze the use of AI tools in the mixing and mastering stages of a musical work, comparing their technical and perceptual outcomes with those achieved by a human professional. An applied, comparative, exploratory, and descriptive research approach was adopted. For the study, the same musical piece underwent two distinct processes: one version was mixed and mastered by a professional musician, while the other was processed using iZotope plugins with real-time automatic analysis assistance. The results indicate that AI in mixing and mastering is effective for technical standardization and volume optimization; however, it still shows limitations in aesthetic sensitivity and contextual refinement throughout the musical structure, reinforcing the continued importance of human intervention in music production.

Keywords: Artificial intelligence; Mixing; Mastering; Music production; iZotope.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Metodologia de Pesquisa em Processamento de Áudio.....	25
Figura 2	– Faixas de áudio inseridas no Reaper.....	30
Figura 3	– Ajuste de volume com o plugin iZotope Visual Mixer.....	31
Figura 4	– Módulos de processamento vocal no Nectar 4.....	36
Figura 5	– Masterização realizada com plugin iZotope Ozone 12.....	37
Figura 6	– Renderização da obra, após mixagem e masterização.....	38
Figura 7	– Análise da versão masterizada pela IA (PAZ Analyzer).....	40
Figura 8	– Análise da versão masterizada por profissional humano (PAZ Analyzer)	41

LISTA DE QUADRO

QUADRO 1 – Avaliação da precisão do Neutron 5 na identificação dos elementos da

bateria.....3
2

QUADRO 2 – Avaliação da precisão do Neutron 5 na identificação dos demais instrumentos

musicais.....34

QUADRO 3 – Comparação entre produção com IA e produção humana.....41

LISTA DE TABELA

TABELA 1 – Parâmetros técnicos obtidos após a renderização da obra	38
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IA	inteligência artificial
IA Generativa	inteligência artificial Generativa
LUFS	Loudness Units relative to Full Scale
LUFS-I	Loudness Units relative to Full Scale Integrado
LUFS-M	Loudness Units relative to Full Scale Momentary
LUFS-S	Loudness Units relative to Full Scale Short-term
RMS	Root Mean Square
dB	Decibel
dBFS	Decibéis Full Scale
DAW	Digital Audio Workstation
EQ – Equalizer	Equalizador
Hz	Hertz
kHz	Quilohertz

FFN	Feedforward Neural Network (Rede Neural de Propagação Direta)
MIDI	Musical Instrument Digital Interface
RNN	Recurrent Neural Network (Rede Neural Recorrente)
UMG	Universal Music Group
VS	Versus (comparação entre dois elementos)
VSTi	Virtual Studio Technology Instrument
WAV	Waveform Audio File Format

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
2.1. INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL GENERATIVA.....	14
2.1.1. INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL GENERATIVA NA CRIAÇÃO MUSICAL.	16
2.2. MIXAGEM E MASTERIZAÇÃO.....	19
3. METODOLOGIA.....	23
4. ANÁLISE DOS DADOS (RESULTADOS E DISCUSSÕES).....	27
5. CONCLUSÕES (CONSIDERAÇÕES FINAIS).....	42
REFERÊNCIAS.....	44
APÊNDICE A - GLOSSÁRIO.....	46
ANEXO A - CARTA DE CONCESSÃO DE DIREITOS AUTORAIS PARA USO ACADÊMICO.....	48

1. INTRODUÇÃO

Na história da música, as interações entre tecnologia e criação artística sempre atuaram juntas, seja na construção de instrumentos ou no uso das ferramentas que estiveram disponíveis em cada período em benefício da música. Rossetti (2021, p. 2) afirma ser possível observar a relação entre música e tecnologia já que “a música é uma arte em que a tecnologia, ao longo da história, normalmente caminhou junto com as suas realizações”. Neste contexto houve uma significativa evolução, desde meados do século XX até os dias atuais, culminando em transformações que impactam na maneira como a criação musical vem sendo desenvolvida.

Rossetti (2021) explica que desde os anos 1950 os computadores passaram a ser utilizados como apoio a produção musical, desempenhando funções na criação, performance e análise musical, como nos primeiros experimentos de música algorítmica e síntese sonora. Essa trajetória histórica mostra como a tecnologia tem sido um componente fundamental nos processos criativos e técnicos da música.

Observa-se ainda que a popularização dos Virtual Songs (VS), Loops, bibliotecas de samples, dentre outras possibilitou acesso a ferramentas que permitem a inovação dos processos criativos e performances ao vivo, tanto para músicos profissionais quanto para amadores.

Outra forma de interação entre a música e as tecnologias digitais manifesta-se no uso de instrumentos virtuais (VSTi), que ampliam as possibilidades criativas na produção musical contemporânea. Um instrumento virtual é uma ferramenta de software que simula sons de instrumentos musicais reais ou imaginários. Pode ser executado em computadores, dispositivos eletrônicos e pode ser controlado por interfaces como teclados, controladores ou até o próprio mouse e teclado do computador.

Por sua vez, o MIDI, que é a sigla para o termo Musical Instrument Digital Interface, se trata da linguagem que faz a conexão entre instrumentos musicais e computadores. O protocolo MIDI armazena os dados que tornam possível essa comunicação.

Segundo Mancini (2001) O padrão MIDI veio como uma forma de padronização, proposta no início dos anos 1980 por um grupo de desenvolvedores de sintetizadores, que possibilitasse a comunicação entre diferentes instrumentos

musicais eletrônicos. A utilização de instrumentos virtuais está diretamente associada à tecnologia MIDI, onde estes podem se basear em síntese sonora (como nos sintetizadores), sampleamento (gravando sons reais em alta qualidade) ou uma combinação de ambos.

Neste ambiente, o modo de atuação do profissional de produção musical tem se transformado drasticamente, principalmente nos últimos anos. É possível observar que nas diferentes etapas da criação fonográfica, empresas desenvolvedoras que atuam no setor têm intensificado investimentos em ferramentas baseadas em inteligência artificial (IA). Apesar desse avanço, ainda são escassos os estudos acadêmicos dedicados a analisar o uso dessas tecnologias no campo musical e a compreender seus impactos na pré-produção, na produção e na pós-produção, etapas centrais do cotidiano do fazer musical.

A realização de uma pesquisa sobre o uso de ferramentas digitais com IA na produção musical é importante porque responde a uma mudança profunda no próprio ofício do profissional da área, que está diante de uma virada de época: tecnologias que antes eram apenas “ferramentas de apoio” passam a interferir diretamente em escolhas estéticas, técnicas e decisórias do processo de produção, incluindo o acabamento final da mixagem e masterização. Investigar esse cenário é, portanto, compreender o cenário musical no tempo presente, sem romper com o saber acumulado por gerações de profissionais.

Esta investigação tem como foco principal o uso da inteligência artificial (IA) na produção musical. Parte da seguinte pergunta de pesquisa: É possível utilizar a IA nas fases de mixagem e masterização para produzir uma música que atenda aos requisitos das plataformas digitais de streamings especialmente no que diz respeito a parâmetros como loudness, equilíbrio espectral e controle de picos, permitindo que músicos com pouca experiência em produção musical consigam alcançar resultados adequados para publicação nesses ambientes?

A pesquisa se justifica diante da crescente inserção da Inteligência Artificial em diferentes etapas da produção musical contemporânea, especialmente em processos como mixagem e masterização, que tradicionalmente eram realizados exclusivamente por profissionais humanos. No entanto, com o avanço das tecnologias digitais e o desenvolvimento de novos sistemas computacionais, diversas ferramentas passaram a incorporar algoritmos capazes de automatizar parte dessas atividades, modificando o fluxo de trabalho dentro também da

produção musical. Nesse contexto, observa-se também uma relação direta com a área de Sistemas para Internet, uma vez que muitas dessas tecnologias estão inseridas em plataformas digitais, softwares especializados e serviços online voltados à criação, edição e distribuição de conteúdos multimídia. Assim, entender como essas ferramentas operam, e analisar seus resultados em comparação com a atuação humana, torna-se relevante não apenas para o campo da música, mas também para a área de tecnologia da informação e para o desenvolvimento de sistemas digitais aplicados à produção musical.

O objetivo da pesquisa é analisar o uso de ferramentas de IA nas etapas de mixagem e masterização de uma música, comparando seus resultados técnicos e perceptivos com uma mixagem e masterização realizadas por um profissional humano. Os objetivos específicos são: (1) Mapear quais decisões e ajustes a IA automatiza (equalização, compressão, loudness) e quais ainda exigem intervenção humana. (2) Avaliar o impacto da IA no fluxo de trabalho, comparando tempo de execução, número de revisões e complexidade do processo entre as duas abordagens. (3) Comparar os resultados da versão produzida com IA com uma versão mixada e masterizada por um profissional humano, a partir do mesmo material sonoro.

Esta pesquisa é de natureza aplicada, uma vez que busca gerar conhecimento que possa ser utilizado de forma prática no campo da produção musical, especialmente no que se refere ao uso de ferramentas de Inteligência Artificial nas etapas de mixagem e masterização. O estudo apresenta caráter exploratório e descritivo, pois investiga um tema relativamente recente dentro da área da tecnologia aplicada à música e, ao mesmo tempo, descreve de maneira detalhada como cada processo foi realizado e quais resultados foram obtidos ao longo da análise.

A abordagem da pesquisa pode ser compreendida como quali-quantitativa. O aspecto qualitativo está presente na análise interpretativa dos resultados obtidos nas duas versões da música, considerando aspectos perceptivos da mixagem e da masterização, bem como as possibilidades e limitações observadas no uso da Inteligência Artificial nesses processos. Já o aspecto quantitativo se manifesta na observação e comparação de métricas técnicas de áudio, como níveis de loudness, picos de sinal e outros indicadores utilizados para avaliar a adequação do material final aos padrões das plataformas digitais de distribuição musical.

O procedimento metodológico adotado foi de caráter comparativo, estruturado a partir de um teste do tipo A/B, no qual foram produzidas duas versões da mesma música a partir do mesmo material de origem: uma versão mixada e masterizada com o auxílio de ferramentas baseadas em Inteligência Artificial e outra realizada por um profissional humano da área de produção musical. Por fim, os resultados foram analisados e discutidos com o objetivo de compreender as vantagens, os limites e as possibilidades reais do uso da IA nessas etapas do processo de produção musical.

Este trabalho está organizado em cinco capítulos. O primeiro apresenta a introdução e contextualização do tema. O segundo aborda o referencial teórico relacionado à inteligência artificial e à produção musical. O terceiro descreve os procedimentos metodológicos adotados na pesquisa. O quarto apresenta a análise dos resultados obtidos, e o quinto capítulo traz as considerações finais do estudo.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL GENERATIVA

A Inteligência Artificial pode ser entendida, de maneira geral, como um campo da ciência da computação dedicado ao desenvolvimento de sistemas capazes de executar tarefas que, tradicionalmente, exigiria algum tipo de inteligência humana, como reconhecer padrões, aprender com dados, tomar decisões e resolver problemas. Ao longo das últimas décadas, o avanço do poder computacional e o aumento significativo da disponibilidade de dados possibilitaram o desenvolvimento de modelos cada vez mais sofisticados, capazes de analisar grandes volumes de informação e extrair relações complexas entre diferentes elementos. Nesse contexto, a IA passou a ser aplicada em diversas áreas do conhecimento, incluindo saúde, educação, indústria e também nas áreas criativas, como a produção musical.

A inteligência artificial generativa por sua vez pode ser entendida como um dos mais atuais sistemas de IA, voltado não apenas para análise e reconhecimento de padrões, mas também para a produção de novos conteúdos a partir das informações aprendidas. Nesse contexto, essa tecnologia vem ampliando as possibilidades de produção digital, permitindo que sistemas computacionais gerem textos, imagens e áudios por meio de comandos em linguagem natural. Diferentemente da inteligência artificial tradicional, que se concentra principalmente em classificar e prever padrões já existentes, a IA generativa se destaca por sua capacidade de produzir conteúdos inéditos com base nos dados utilizados em seu treinamento. Para isso, esses sistemas utilizam grandes volumes de informações para identificar padrões complexos, o que torna possível a geração de resultados cada vez mais sofisticados e acessíveis aos usuários (Dutra; Silva, 2024).

Enquanto a IA tradicional nos permite uma análise detalhada de dados e seus padrões para aprender e tomar decisões, a IA generativa é um modelo mais avançado treinado com um grande volume de dados, para ser capaz de gerar padrões e conteúdo novo. Segundo IBM (2024), a inteligência artificial tradicional é voltada principalmente para reconhecimento de padrões e análise de dados,

enquanto a IA generativa tem como característica central a criação de novos conteúdos a partir do aprendizado obtido em grandes bases de dados.

Criar conteúdo nesse contexto envolve o uso de algoritmos de Deep Learning, que ganham vida por meio das redes neurais artificiais profundas, estruturas computacionais inspiradas no funcionamento do cérebro humano, organizadas em múltiplas camadas capazes de processar grandes volumes de dados.

Esses modelos são treinados a partir de extensos conjuntos de dados (*datasets*), aprendendo padrões complexos por meio de ajustes matemáticos internos conhecidos como pesos sinápticos artificiais. Nesse contexto, compreender o funcionamento dessas arquiteturas envolve também entender como as redes neurais são organizadas estruturalmente. Segundo Ahamed e Akthar (2016), a arquitetura de redes neurais refere-se à forma como os neurônios artificiais são distribuídos em camadas e ao esquema de conexões estabelecido entre essas camadas.

De maneira geral, podem ser identificados dois tipos principais de arquiteturas. O primeiro corresponde às redes diretas (*feedforward*), conhecidas pela sigla FFN, nas quais os sinais percorrem as camadas em uma única direção, da entrada até a saída do modelo. O segundo corresponde às redes com retroalimentação (*feedback*), nas quais os sinais podem circular em mais de uma direção, sendo comumente denominadas redes neurais recorrentes (*Recurrent Neural Networks – RNN*). Essas estruturas podem apresentar múltiplas camadas e são treinadas por diferentes algoritmos para resolver variados tipos de problemas computacionais (AHAMED; AKTHAR, 2016).

Entre as arquiteturas mais utilizadas atualmente estão os modelos baseados em transformers, que operam com mecanismos de autoatenção capazes de analisar relações entre diferentes partes de uma sequência de dados. Observa-se entretanto que, por mais que os transformers tenham ampliado de forma significativa as capacidades da inteligência artificial generativa, elas não surgem de maneira isolada, mas se apoiam em princípios já estabelecidos pelas redes neurais tradicionais, como as redes feedforward e as redes recorrentes.

No caso dos transformers, trata-se de modelos que utilizam mecanismos de atenção (*attention mechanisms*), permitindo que o sistema identifique relações entre diferentes partes de uma sequência de dados ao mesmo tempo, sem precisar seguir rigidamente uma ordem linear. Em outras palavras, enquanto as redes recorrentes

processam as informações passo a passo, os transformers conseguem observar o conjunto de dados de maneira mais ampla, conectando elementos que podem estar distantes entre si dentro da estrutura analisada.

Dessa forma, a tecnologia amplia significativamente as possibilidades de produção de conteúdo em diversas áreas, inclusive nas áreas artísticas. No caso específico da música, essas arquiteturas tornam-se particularmente relevantes, pois o som é estruturado em sequências temporais, exigindo que o sistema compreenda padrões rítmicos, harmônicos e estruturais ao longo de toda a obra. Assim, a IA generativa não apenas replica sons, mas modela a estrutura musical a partir do que foi aprendido durante o treinamento.

Entretanto, apesar do potencial transformador da IA generativa, é necessário compreender suas limitações estruturais. Embora esses sistemas consigam produzir conteúdos originais em termos técnicos, eles não possuem uma consciência criativa. Como diz Dutra e Silva (2024, p.1), a IA generativa “ainda carece de intencionalidade e consciência, elementos tradicionalmente associados à criação humana”.

Além disso, esses sistemas dependem de bases de dados pré-existentes, o que pode gerar reproduções de padrões já consolidados, levantando questionamentos sobre originalidade, autoria e autonomia criativa. “não existe um consenso sobre a capacidade de criação das máquinas, existindo a chamada criatividade algorítmica, que acaba gerando conflitos, já que dados e obras são utilizados sem a devida permissão.” (Mêlo; Alves; Souza, 2025, p.2).

Dentro desse contexto mais amplo, a aplicação da IA generativa em áreas específicas, como a música, passa a gerar debates próprios sobre criação, autoria e colaboração entre humano e máquina, aspecto que será aprofundado no tópico seguinte.

2.1.1. INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL GENERATIVA NA CRIAÇÃO MUSICAL

A música, desde sempre, caminha junto com a tecnologia, e a inteligência artificial generativa aparece como mais uma dessas mudanças dentro do processo de criação musical. Atualmente, esses sistemas conseguem aprender padrões musicais e ajudar na criação de melodias, harmonias e estruturas sonoras, o que acaba deixando o processo de composição mais rápido e dinâmico.

É importante compreender que a inteligência artificial generativa opera a partir de grandes bases de dados musicais. A partir disso, o sistema consegue gerar novos conteúdos sonoros que, embora sejam inéditos, são baseados em padrões previamente aprendidos. Isso significa que sua produção está diretamente relacionada ao material utilizado em seu treinamento, o que levanta discussões sobre originalidade e autonomia criativa.

Segundo (Silva, 2023, p.23). “Os compositores agora podem contar com assistentes virtuais que geram melodias, harmonias e até letras com base em parâmetros definidos. Isso interfere no processo criativo e gera novas formas de expressão musical, bem como discussões sobre o processo autoral”.

Quando uma IA gera músicas a partir de um conjunto de dados que inclui obras já protegidas, fica a pergunta: quem é o verdadeiro autor da obra final? É o próprio algoritmo, ou será o desenvolvedor do modelo, ou quem está manipulando e interagindo com a IA durante o processo criativo?

De acordo com Nieri (2025), mesmo quando a IA generativa consegue gerar conteúdos que parecem originais, ela não pode ser considerada autora, porque não tem consciência nem identidade própria. Se atribuíssem autoria à máquina, os humanos que a programaram ou a utilizaram poderiam se isentar de qualquer responsabilidade pelo que ela produz.

Em alguns países, como os Estados Unidos, autoria mesmo com uso de IA já é regulamentada: o título 17 do Código dos Estados Unidos¹ deixa claro que apenas seres humanos podem ser reconhecidos como autores de obras criativas. Já em outros lugares, como Inglaterra e Nova Zelândia, os autores são aqueles que forneceram os dados para o treinamento da IA e quem preparou os inputs, mas não a própria inteligência artificial.

Casos como a faixa 'Heart on My Sleeve' mostram que mesmo obras geradas por IA exigem supervisão humana para garantir legalidade, e fidelidade artística. Conforme noticiado (Oliveira, 2023):

Uma música viral que usa inteligência artificial (IA) para simular as vozes do cantor Drake e do The Weeknd foi retirada de vários serviços de streaming nesta terça-feira (19). A canção, intitulada “Heart On My Sleeve” não está mais disponível no Apple Music, Spotify, Deezer e Tidal. Um link para uma versão original da música no YouTube diz: “Este vídeo não está mais

¹ O Título 17 do *United States Code* corresponde ao conjunto de leis federais que regulamentam os direitos autorais nos Estados Unidos Inclui a Lei de Direitos Autorais de 1976 e todas as emendas subsequentes à legislação de direitos autorais.

disponível devido a uma reivindicação de direitos autorais do Universal Music Group (UMG)". O TikTok também removeu o conteúdo — embora haja variações do som em outros perfis.

Além das questões de autoria, o uso da inteligência artificial generativa na música também levanta importantes debates éticos. Um dos principais pontos discutidos refere-se ao uso de obras protegidas por direitos autorais no treinamento desses sistemas, muitas vezes sem o consentimento explícito dos artistas detentores dos direitos. Nesse contexto, surgem preocupações sobre a possível reprodução de estilos, timbres ou características musicais associadas a determinados artistas, o que pode gerar conflitos relacionados à propriedade intelectual e ao reconhecimento do trabalho criativo humano. Dessa forma, torna-se fundamental que o desenvolvimento e a utilização dessas tecnologias ocorram de maneira ética e transparente, respeitando os direitos autorais e garantindo que os criadores humanos continuem sendo reconhecidos responsáveis legais por suas criações.

Há também questões práticas importantes relacionadas à IA generativa, especialmente no que diz respeito à sustentabilidade e à segurança desses sistemas. Nesse sentido, Dutra e Silva (2024, p.19) alertam que “Há um grande custo de energia em manter esses sistemas rodando, [...], e, mesmo com mecanismos de proteção, os modelos ainda podem ser manipulados por meio de estratégias como engenharia reversa ou jailbreaking”. Esses aspectos evidenciam a necessidade de uma abordagem mais crítica e responsável no uso dessas tecnologias.

Partindo para âmbito nacional, no Brasil, as pesquisas que relacionam música e inteligência artificial ainda são poucas e relativamente recentes, mas já mostram que essa relação vem mudando a forma como a música é criada e pensada. Alguns estudos indicam que a parceria entre músicos e sistemas computacionais abre novas possibilidades criativas, principalmente quando a tecnologia é utilizada de forma consciente e alinhada com os objetivos artísticos de quem está criando (Simurra; Santos, 2025).

Ainda segundo Simurra e Santos (2025), o avanço das tecnologias computacionais tem ampliado a participação dos sistemas digitais nos processos criativos, inclusive no campo musical, provocando reflexões sobre o papel das máquinas na produção artística contemporânea. Nesse contexto, observa-se que as

tecnologias inteligentes passaram a ocupar um papel cada vez mais ativo dentro dos processos de criação musical, influenciando formas de composição, produção e experimentação sonora. Dessa maneira, a presença dessas ferramentas no cenário atual tem contribuído para a transformação das práticas musicais e para o surgimento de novas possibilidades criativas.

Sob essa perspectiva, a inteligência artificial generativa não deve ser vista como uma ameaça direta à criatividade humana, mas sim como uma ferramenta que amplia as possibilidades dentro do processo criativo. Dessa forma, em vez de substituir o artista, a IA passa a atuar como apoio técnico e criativo, colaborando com o desenvolvimento da obra e auxiliando na experimentação sonora. Conforme destacam Dutra e Silva (2024, p.1), “a IA generativa pode ser considerada parceira no processo criativo, mas não substitui a centralidade da criatividade humana, sendo necessário estabelecer um uso crítico e responsável dessas tecnologias”.

A tecnologia pode contribuir significativamente para a produção musical, porém as decisões estéticas e artísticas continuam dependendo das decisões do ser humano. E, apesar da inteligência artificial generativa se apresentar como um campo promissor para a criação musical, é necessário ampliar as pesquisas sobre o tema.

Diante dessas discussões, este trabalho propõe analisar, na prática, a atuação da inteligência artificial nas etapas de mixagem e masterização, comparando os resultados obtidos com o uso de ferramentas automatizadas e com a finalização realizada por um profissional humano.

2.2. MIXAGEM E MASTERIZAÇÃO

A mixagem é uma das etapas da produção musical, sendo realizada logo após a captação e edição de todos os instrumentos musicais e da voz. Ela consiste no tratamento e organização sonora dos canais de áudio onde estão armazenados todos os sons gravados. Nessa fase, vozes e instrumentos (gravados ou sintetizados) são modificados para que cada parte da obra se apresente bem destacada e localizado, fazendo com que a música seja clara, equilibrada e represente a identidade musical do artista, conforme a visão estabelecida pelo artista (Colonel; Reis, 2021 apud Souza, 2024, p.16).

O processo de mixagem envolve ajustes técnicos fundamentais para que a música fique equilibrada e clara ao ouvinte, de modo geral esse tratamento se baseia em três pilares principais: o controle de volume, equalização e compressão (Goulart, 2018).

O ajuste de volume tem como objetivo equilibrar os níveis sonoros da voz e dos instrumentos, para que nenhum se sobressaia acima dos demais, ou fique inaudível ao ouvinte. A equalização por sua vez serve para ajustar as frequências de cada elemento, seja corretivamente: retirando frequências indesejadas como (ruídos, vento e vibração) ou criativamente, realçando características desejadas e dando identidade e clareza. Já a compressão, tem como objetivo o controle de picos de áudio, servindo assim para impedir que em alguns momentos da música o som fique com muita ou pouca intensidade, proporcionando uma escuta mais equilibrada e confortável ao ouvinte. Esses processos são realizados por meio de algoritmos que analisam o sinal sonoro, envolvendo fundamentos do processamento digital de áudio (Nieri, 2025).

Do ponto de vista técnico, a análise do áudio envolve medições objetivas do sinal, como o nível Root Mean Square (RMS), que representa a energia média do áudio, bem como a verificação do headroom disponível antes da ocorrência de clipping digital. Além disso, ferramentas de medição de Loudness Units Full Scale (LUFS) passaram a ser amplamente utilizadas para mensurar a intensidade sonora percebida, especialmente considerando os padrões atuais de distribuição digital. No contexto de estudos sobre loudness, a avaliação do material sonoro baseia-se na “mensuração e análise de true peak, RMS, pico a RMS e loudness”, procedimentos utilizados para compreender o comportamento dinâmico do áudio (Mesquita; Menezes Júnior, 2022, p.3).

Ainda no processo de mixagem, são aplicadas técnicas como a distribuição panorâmica, isto é, o controle de Pan para que os instrumentos possam ocupar posições específicas no campo estéreo ou mono, além do controle dinâmico global, ajuste de loudness e controle de picos. No âmbito do controle dinâmico, métricas relacionadas à variação entre níveis médios e picos do sinal tornam-se essenciais, pois indicam o comportamento da dinâmica do áudio. Uma redução excessiva dessa variação pode comprometer a naturalidade do som e gerar fadiga auditiva, enquanto a ausência de controle pode resultar em inconsistência e perda de impacto. Nesse

contexto, o monitoramento de True Peak mostra-se um parâmetro crítico para evitar distorções decorrentes de picos elevados (Mesquita; Menezes Júnior, 2022).

Por fim, a masterização consiste na etapa final da produção musical, realizando procedimentos semelhantes aos da mixagem, porém aplicados ao resultado completo da obra e não a instrumentos ou vozes individualmente. A música já chega pronta, mixada, e o que será ajustado agora é o produto final como um todo, envolvendo decisões que impactam diretamente no timbre, equilíbrio tonal, ajuste de loudness, controle da faixa dinâmica (dynamic range) e monitoramento de True Peak, além disso, é nessa etapa que se realiza a padronização de volume voltada aos requisitos das plataformas de streaming, garantindo que a obra esteja tecnicamente adequada para sua distribuição digital. “A masterização é o último passo na cadeia da produção musical, sendo a última oportunidade de potencializar aspectos estéticos (como timbre) e técnicos (como loudness, que será futuramente aprofundado) de uma música ou de um conjunto de músicas como um álbum” (Souza, 2024, p.18).

De forma geral, a masterização envolve ajustes de equalização global, compressão multibanda, limitação de picos, controle da imagem estéreo, ajuste de loudness e padronização de volume. Um dos principais objetivos é garantir que a música esteja adequada aos padrões exigidos pelo mercado e pelas plataformas digitais. Ou seja, não se trata apenas de deixar a música “mais alta”, mas de equilibrar sua intensidade sonora de forma controlada e coerente. Nesse contexto, a normalização não significa simplesmente aumentar o volume absoluto, mas adequar o material a um padrão de loudness percebido.

A masterização busca garantir que a música soe bem em diferentes sistemas de reprodução. Isso é extremamente importante, pois o ouvinte pode escutar a mesma faixa em um fone simples, em uma caixa de som portátil, no carro ou em equipamentos profissionais. Esse processo é conhecido como tradução sonora, e é um dos principais objetivos dessa etapa. Dessa forma, a masterização contribui para que a música mantenha sua clareza, definição e impacto independentemente do equipamento onde será reproduzida, sendo uma etapa crucial para a definição da qualidade e da identidade sonora da obra (Alves, 2022).

Outro ponto relevante é que, na masterização, o profissional realiza uma escuta ainda mais crítica e detalhada. Pequenos problemas que passaram despercebidos na mixagem podem ser identificados e corrigidos nesse momento,

como excesso de determinadas frequências, pequenas distorções ou desequilíbrios dinâmicos. Assim, a masterização funciona como um refinamento final da obra. Nesse sentido, Alves (2022, p. 1) destaca que:

No contexto da produção musical discográfica, de forma genérica, a masterização assume-se como uma prática que permite aperfeiçoar a mistura musical, dando assim, após o seu término, por concluída a produção do projeto. Esta manifesta-se como a última etapa, crucial para a definição da qualidade e identidade sonora do objeto artístico. Entende-se como a última abordagem técnico-artística e documental de uma obra musical na qual antecede a sua distribuição comercial.

Do ponto de vista técnico, a masterização também envolve fundamentos do processamento digital de áudio, assim como ocorre na etapa de mixagem. Nesse processo, são empregadas análises espectrais, medições de níveis sonoros, controle de dinâmica e o uso de ferramentas específicas para o tratamento do sinal. Além desses ajustes mais perceptíveis ao ouvido, a masterização também envolve decisões técnicas que muitas vezes passam despercebidas para quem não está familiarizado com o processo, como a definição da taxa de amostragem (sample rate) e da profundidade de bits (bit depth).

Esses parâmetros dizem respeito à forma como o áudio é representado no domínio digital, influenciando diretamente a resolução, a definição e a fidelidade do som final. Assim, não se trata apenas de um detalhe técnico, mas de uma escolha que impacta diretamente na qualidade com que a obra será preparada para armazenamento, distribuição e reprodução nos diferentes sistemas, reforçando o caráter técnico-artístico atribuído à masterização (Alves, 2022).

Em etapas finais, especialmente quando há redução da profundidade de bits para adequação ao formato de distribuição, pode ser aplicado o dithering, uma técnica utilizada para minimizar distorções associadas aos erros de quantização no áudio digital. Embora seja um procedimento matemático e muitas vezes imperceptível ao ouvinte comum, sua aplicação contribui para preservar a integridade sonora do material final. Assim, percebe-se que a masterização não envolve somente decisões estéticas ou artísticas, mas também fundamentos matemáticos e computacionais do processamento digital do sinal.

Com o avanço das tecnologias baseadas em inteligência artificial, surgiram também sistemas de masterização automática que prometem analisar a música de forma quase instantânea. Essas ferramentas realizam leituras estatísticas do espectro de frequências, da dinâmica e dos níveis de loudness, comparando o

material enviado com grandes bases de dados previamente treinadas. Na prática, o sistema identifica padrões recorrentes e sugere configurações que se aproximam de referências já consolidadas. Esse funcionamento dialoga diretamente com aplicações de redes neurais na análise musical, nas quais algoritmos aprendem a reconhecer estruturas e características sonoras a partir de extensos conjuntos de dados (Silva, 2023).

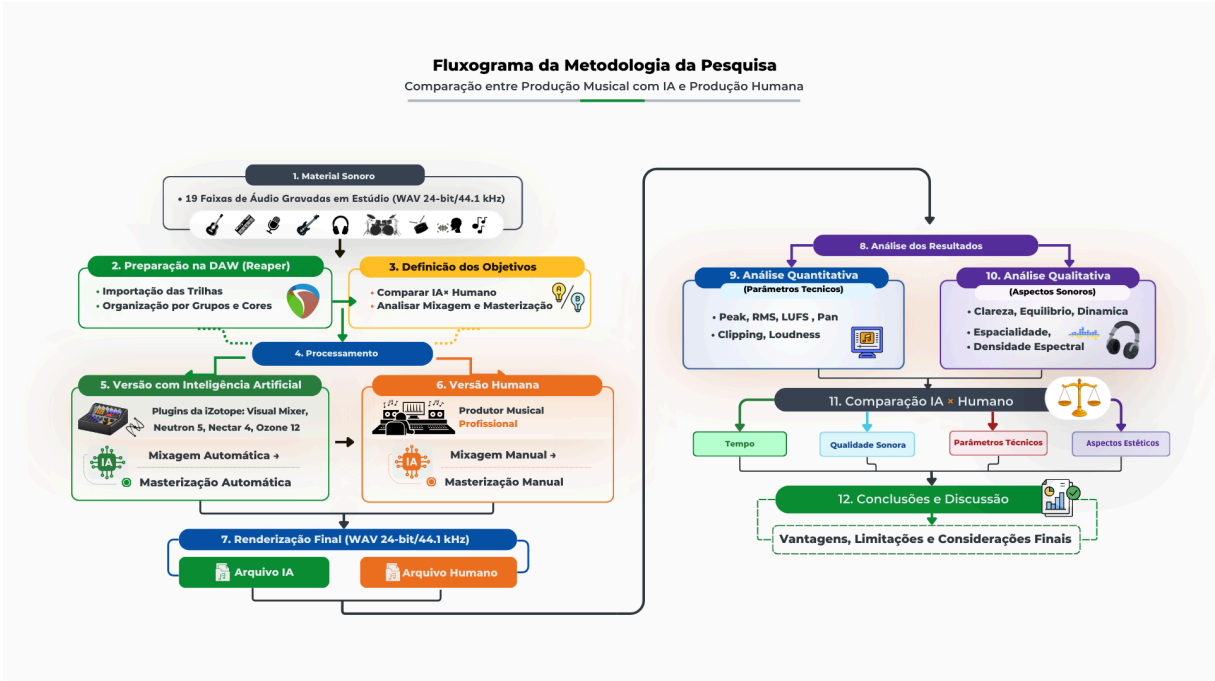
Entretanto, mesmo que esses sistemas consigam atender parâmetros técnicos objetivos, como adequação de LUFS, controle de picos e limitação de True Peak, a discussão não se encerra nas métricas. A música não se reduz a um conjunto de frequências organizadas estatisticamente. Existe intencionalidade, identidade estética e decisões subjetivas que não podem ser completamente traduzidas em métricas numéricas. Assim, embora a inteligência artificial possa reproduzir padrões técnicos com eficiência, permanece a reflexão sobre até que ponto ela compreende ou apenas simula a sensibilidade artística envolvida no processo de finalização musical.

Assim, dentro do contexto desta pesquisa, compreender essas duas etapas é fundamental, principalmente ao analisar o uso de ferramentas baseadas em inteligência artificial, como os plugins do pacote iZotope, de propriedade da empresa Native Instruments, que prometem automatizar parte desses processos, levantando discussões sobre eficiência, qualidade sonora e o papel do profissional humano na produção musical.

3. METODOLOGIA

Para facilitar a compreensão das etapas realizadas na pesquisa, apresenta-se a seguir um fluxograma que sintetiza o processo metodológico adotado.

Figura 1: Metodologia de Pesquisa em Processamento de Áudio.



Fonte: Dados da pesquisa, elaborada pela autora (2026).

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa de natureza aplicada, pois buscou gerar conhecimento que possibilitasse ser utilizado na prática da produção musical, especialmente no que diz respeito ao uso de ferramentas de inteligência artificial nos processos de mixagem e masterização. Nesse sentido, o trabalho não se limitou apenas à discussão da teoria, mas também uma aplicação prática dessas tecnologias, analisando seus resultados dentro de um contexto real de produção musical. Segundo Gil (2008, p.27), a pesquisa aplicada caracteriza-se pelo “interesse na aplicação, utilização e consequências práticas dos conhecimentos”, estando voltada menos ao desenvolvimento de teorias universais e mais à aplicação em uma realidade específica.

Essa pesquisa é exploratória, uma vez que o uso da inteligência artificial nessas etapas ainda é um tema recente, principalmente no cenário brasileiro. Dessa forma, buscou ampliar a compreensão sobre como esses recursos podem ser utilizados e quais impactos podem gerar no resultado final da música. De acordo com Lakatos e Marconi (2017), a pesquisa exploratória tem como finalidade ampliar a compreensão sobre determinado fenômeno, permitindo formular problemas, desenvolver hipóteses e esclarecer conceitos, especialmente quando o tema ainda é pouco conhecido.

A pesquisa também se caracteriza como descritiva, uma vez que se propôs a observar, registrar e descrever o desempenho de ferramentas baseadas em IA aplicadas aos processos de mixagem e masterização, analisando suas características e os resultados obtidos em comparação com o trabalho humano.

Nesta pesquisa foi adotada uma abordagem quanti-qualitativa, combinando dados numéricos com a interpretação dos resultados observados ao longo da análise. Segundo Gil (2008), a pesquisa qualitativa envolve a análise interpretativa dos dados e não segue um modelo rígido, exigindo do pesquisador uma postura analítica e reflexiva na construção das conclusões. Nesse sentido, o estudo concentrou-se na análise dos aspectos técnico-estéticos das versões produzidas, considerando critérios como clareza sonora, equilíbrio tonal, espacialidade e adequação à intenção artística. Entretanto, também foram considerados alguns parâmetros técnicos, como níveis de loudness e controle dinâmico, com o objetivo de complementar a análise qualitativa e oferecer um suporte mais objetivo para a comparação entre os resultados obtidos.

O trabalho também tem caráter comparativo, e foi organizado no formato de teste A/B. Nesse sentido, foram produzidas duas versões da mesma música, ambas partindo exatamente do mesmo material, justamente para que a comparação aconteça de forma coerente e equilibrada. Uma versão foi mixada e masterizada com o auxílio de recursos de inteligência artificial, utilizando os plugins da empresa iZotope, que aplicam processos automáticos de análise e ajuste sonoro. Já a outra versão foi desenvolvida por um produtor musical humano, especialista na área, considerando sua experiência técnica, sensibilidade artística e critérios profissionais no processo de mixagem e masterização.

Dessa forma, a partir da comparação entre as duas versões, pretendeu-se analisar não apenas as diferenças técnicas obtidas, mas também refletir sobre as vantagens, limitações e possibilidades reais do uso da inteligência artificial nas etapas da produção musical, buscando-se compreender assim até que ponto a IA pode contribuir na automação do processo e quais aspectos ainda permanecem diretamente ligados à decisão e à percepção humana.

A aplicação da pesquisa foi realizada utilizando o Reaper, software de edição do tipo shareware (avaliação gratuita completa) com lembrete para compra. O software foi escolhido por sua alta aceitação no mercado de produção musical e por ocupar pouco espaço de armazenamento. Juntamente com o Reaper foi instalado o driver ASIO4ALL na máquina onde os testes foram realizados para resolver questões de latência, isto é, atraso de comunicação entre a interface de áudio e o software de edição.

Nas etapas de mixagem e masterização foram utilizados os plugins da iZotope Native Instruments. A iZotope foi fundada em 2001, nos Estados Unidos, com foco no desenvolvimento de tecnologias inteligentes para produção de áudio (software, plugins e outras soluções), orientadas a reduzir barreiras técnicas e permitir que músicos, produtores e profissionais do áudio concentrem-se no trabalho criativo. A empresa consolidou-se como referência em processamento digital de sinais e no uso de plugins com IA e em 14 de junho de 2023, passou a operar como parte da Native Instruments (iZotope, 2023). A proposta foi deixar que a IA presente nos plugins da empresa fizessem todas as etapas do trabalho sem interferência humana.

A etapa de mixagem foi iniciada pelo nivelamento de níveis entre as faixas, com ênfase na estrutura de ganho (gain staging), considerando que os instrumentos

havia sido captados com microfones e níveis de entrada distintos. Esse procedimento inicial foi essencial para estabelecer uma base de balanceamento coerente, preservando uma margem de segurança de volume e reduzindo o risco de sobreposições e mascaramentos sonoros ao longo da sessão. Nessa fase, foi empregado o plugin Visual Mixer, integrante do ecossistema iZotope.

A etapa subsequente consistiu na inserção do Neutron nas faixas dos instrumentos musicais e do Nectar 4 na faixa vocal. Ambos os plugins foram concebidos especificamente para o contexto de mixagem instrumental e vocal, incorporando recursos de análise e assistência baseados em modelos de referência e em perfis de estilo de mixagem. Além disso, disponibilizaram representações gráficas e parâmetros operacionais relativos a processos como equalização, compressão, reverberação e demais módulos de tratamento, os quais foram aplicados diretamente às faixas em que os plugins foram inseridos.

A masterização foi realizada com o Ozone 12, inserido no bus estéreo de saída (master/2-bus) do projeto no REAPER, após a conclusão da mixagem. Para preservar a comparabilidade entre as execuções e reduzir vieses de decisão do produtor musical, adotou-se um procedimento padronizado, no qual o plugin foi utilizado prioritariamente em seu modo de análise e sugestão automática através da opção Master Assistant, evitando-se assim ajustes manuais.

Por fim, Para a etapa de avaliação comparativa entre as versões finalizadas por produtor musical humano e aquelas obtidas por processamento assistido por IA, foi utilizado o plugin PAZ Analyzer (Waves), inserido no bus master das sessões correspondentes. A escolha do PAZ Analyzer se justifica por oferecer métricas visuais e objetivas de análise do sinal, possibilitando comparar, sob critérios padronizados, o comportamento global das duas abordagens de finalização.

O procedimento consistiu na aplicação do PAZ Analyzer, nas mesmas condições de reprodução e monitoramento, nas duas versões do material, com registro de indicadores como distribuição espectral (spectrum), nível e dinâmica (level/meters), imagem estéreo e correlação de fase (stereo/correlation). A ferramenta atuou como instrumento metodológico de análise comparativa entre a master produzida por um profissional e a resultante da orientada por IA, favorecendo a discussão dos resultados com base em evidências observáveis e passíveis de replicação.

Por fim, como consideração metodológica gostaria de destacar que durante o processo de construção do referencial teórico desta pesquisa, ferramentas de Inteligência Artificial generativa foram utilizadas como apoio auxiliar na etapa inicial de levantamento e organização de materiais bibliográficos. Esse uso ocorreu principalmente na identificação de possíveis autores, artigos e discussões relevantes relacionados ao tema da Inteligência Artificial aplicada à produção musical.

Além disso, a ferramenta também foi utilizada para auxiliar na comparação entre diferentes textos acadêmicos, permitindo identificar pontos de comuns entre os autores, bem como divergências entre tais, que contribuíssem para ampliar a discussão apresentada no trabalho. Nesse processo, a IA também auxiliou na identificação de possíveis lacunas temáticas que ainda não haviam sido abordadas no referencial teórico, considerando o tema da pesquisa.

No entanto, é importante destacar que a seleção final das referências utilizadas, a interpretação dos conteúdos analisados e a construção das reflexões apresentadas ao longo do trabalho foram realizadas pela autora, mantendo-se, assim, a responsabilidade intelectual sobre a organização e desenvolvimento da pesquisa.

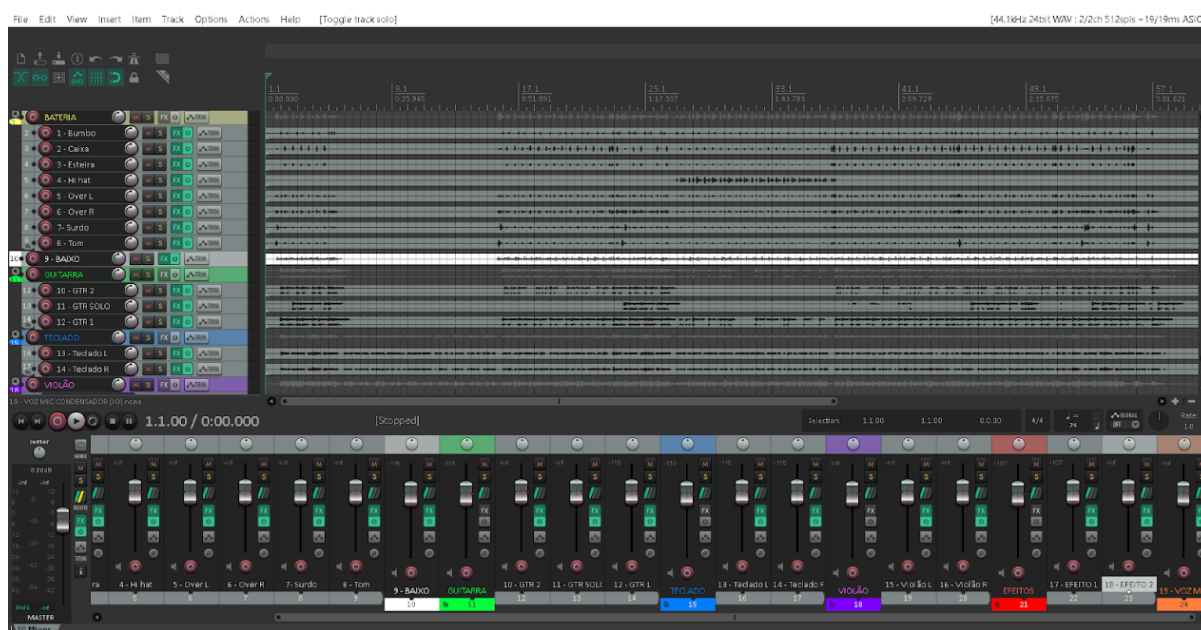
4. ANÁLISE DOS DADOS (RESULTADOS E DISCUSSÕES)

Os resultados apresentados nesta investigação foram obtidos a partir do processamento de material sonoro previamente gravado em estúdio por profissionais humanos. A etapa de captação dos áudios foi realizada em conformidade com os padrões técnicos amplamente adotados no mercado fonográfico, observando-se as seguintes especificações: arquivos no formato Waveform Audio File Format (WAV), com resolução de 24 bits, taxa de amostragem de 44.100 Hz e configuração estéreo de dois canais.

O conjunto de materiais analisados foi composto por 19 arquivos de áudio. No caso da bateria, a captação contemplou, de forma individualizada e em canais mono, as seguintes peças: bumbo, caixa, esteira, hi-hat, overhead esquerdo (Over L), overhead direito (Over R), surdo e tom. Também foram registradas em formato mono as faixas referentes ao contrabaixo, a dois sintetizadores, a três guitarras e à voz.

Em contrapartida, as faixas de violão e teclado foram captadas em formato estéreo, com distribuição entre os canais esquerdo (L) e direito (R). Após a captação, todos os arquivos de áudio foram importados para a Digital Audio Workstation (DAW) Reaper, onde foram dispostos em grupos e identificados por cores, com o objetivo de organizar as trilhas de áudio e otimizar o fluxo de trabalho durante as etapas subsequentes. A **Figura 2** apresenta a organização das 19 faixas de áudio dentro do ambiente da DAW utilizada nesta pesquisa.

Figura 2: faixas de áudio inseridas no Reaper



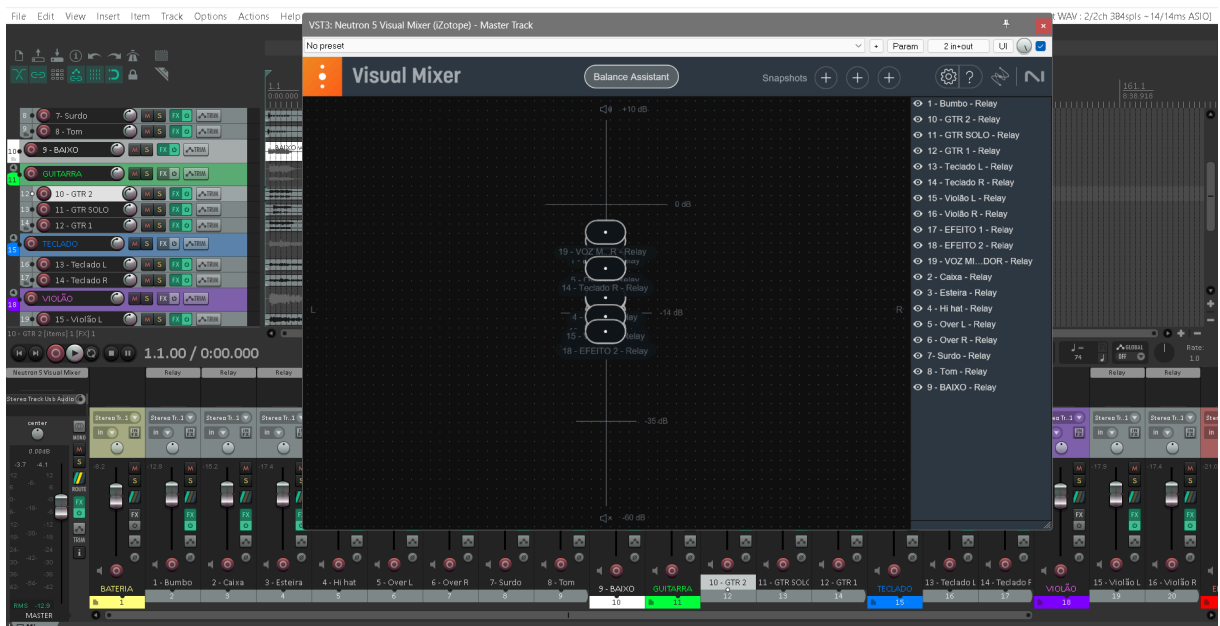
Fonte: Dados da pesquisa, elaborada pela autora (2026).

Após a organização das trilhas de áudio no Reaper, a etapa inicial do processo consistiu na organização da estrutura de volumes dos instrumentos e da voz, para a qual foi utilizado o plugin Visual Mixer, da empresa iZotope. Nessa fase, foi solicitado à ferramenta que mantivesse a faixa vocal em maior evidência em relação aos demais instrumentos, atribuindo-lhe, portanto, um nível de volume superior no contexto geral das trilhas de áudio.

Os testes com o plugin foram realizados com três repetições. Em todas as ocorrências, observou-se que a ferramenta foi capaz de identificar corretamente o tipo de instrumento presente em cada faixa de áudio analisada. Tal resultado sugere um nível consistente de reconhecimento por parte do Visual Mixer. Além disso, é plausível o entendimento de que a qualidade técnica da captação realizada em estúdio tenha contribuído de forma significativa para a assertividade do processamento, uma vez que a clareza e a integridade dos sinais de áudio tendem a favorecer a leitura e a interpretação automatizada das características sonoras pelo software.

Após a análise inicial das faixas pelo plugin Visual Mixer, a ferramenta apresentou automaticamente sugestões de posicionamento e balanceamento de volume entre os diferentes instrumentos da sessão. A **Figura 3** ilustra a interface do plugin após sua aplicação, mostrando o equilíbrio inicial de níveis entre os instrumentos, e a falha na distribuição espacial.

Figura 3: ajuste de volume com o plugin iZotope Visual Mixer



Fonte: Dados da pesquisa, elaborada pela autora (2026).

Na realização da estrutura de ganho das 19 faixas de áudio, o Visual Mixer levou em média 5 minutos e 30 segundos para concluir o processamento, considerando o tempo entre o acionamento do comando, a escuta do material e a verificação dos resultados gerados pelo sistema. Em comparação, de acordo com o produtor musical responsável pela versão mixada e posteriormente masterizada por meio de intervenção humana neste experimento, uma etapa equivalente realizada por um profissional de áudio tende a demandar aproximadamente 12 minutos.

A partir dos testes realizados, observou-se que a ferramenta apresentou desempenho satisfatório no balanceamento inicial das trilhas, sobretudo ao manter a faixa vocal em evidência em relação aos demais instrumentos, conforme havia sido previamente definido como parâmetro de referência.

Na etapa subsequente, correspondente à definição do panorama estéreo dos instrumentos e da voz, isto é, ao posicionamento das fontes sonoras nos campos esquerdo (L), direito (R) ou central, verificou-se que, embora o Visual Mixer apresente essa funcionalidade em sua interface, tal operação não pôde ser executada com o auxílio da inteligência artificial. Desse modo, o ajuste de panorama necessita ser realizado manualmente pelo produtor musical.

A etapa seguinte ao nivelamento de volume e distribuição do panorama, teve como prioridade a mixagem dos instrumentos musicais com o uso do plugin Neutron 5, iniciando-se com o processamento das peças da bateria de forma individualizada.

Inicialmente, buscou-se verificar se o software seria capaz de reconhecer corretamente os áudios correspondentes ao bumbo, caixa, esteira, hi-hat, overhead esquerdo (Over L), overhead direito (Over R), surdo e tom. Essa verificação mostrou-se necessária, uma vez que a proposta do Neutron 5 consiste em identificar o conteúdo da faixa de áudio por meio de sua análise e, a partir disso, aplicar parâmetros específicos de mixagem adequados a cada tipo de fonte sonora.

Nesse sentido, o reconhecimento preciso das trilhas constitui uma etapa fundamental, pois evita a aplicação inadequada de configurações de mixagem, como, por exemplo, o uso de parâmetros destinados a instrumentos harmônicos em peças percussivas da bateria. A seguir, apresenta-se o quadro 1 com o mapa de identificação das peças da bateria realizado com o auxílio do Neutron 5.

Quadro 1 - Avaliação da precisão do Neutron 5 na identificação dos elementos da bateria.

BATERIA/PEÇAS	NEUTRON 5	OBSERVAÇÃO
Bumbo	Drummer	Genérico
Caixa	Snare	Preciso
Esteira	Snare	Não há parâmetro
Hi hat	Drummer	Genérico
Over L	Cymbals	Preciso
Over R	Drummer	Genérico
Surdo	Toms	Impreciso
Tom	Toms	Preciso

Fonte: Dados da pesquisa, elaborada pela autora (2026). **Nota:** A precisão foi determinada a partir da correspondência entre a categoria atribuída pelo plugin e a nomenclatura técnica convencional do instrumento.

A primeira peça submetida à análise do Neutron 5 foi o bumbo da bateria. Nessa etapa, o plugin reconheceu a faixa de áudio de maneira genérica como proveniente de um instrumento de percussão. Contudo, o resultado esperado seria a identificação específica da peça como kick, isto é, bumbo. Uma possível explicação para esse comportamento reside no fato de a captação ter sido realizada com bateria acústica, condição em que é recorrente a ocorrência de vazamentos entre os microfones. Nesse caso, sons provenientes de outras peças do instrumento podem ter sido captados também pelo microfone posicionado no bumbo, o que pode ter levado o plugin a interpretar a faixa como parte de um conjunto percussivo mais amplo, e não como uma peça isolada.

Considera-se, portanto, que a presença de vazamento sonoro tenha influenciado diretamente o processo de reconhecimento realizado pela ferramenta. Em uma situação distinta, como na gravação por meio de bateria eletrônica, em que, em geral, há maior isolamento entre os sinais e ausência de vazamentos acústicos, é plausível supor que o plugin apresentaria maior precisão na identificação específica da faixa como kick.

Em relação à caixa da bateria, o Neutron 5 realizou seu reconhecimento de forma rápida e satisfatória. Entretanto, no caso da esteira da caixa, por se tratar de

um elemento sonoro mais específico e, simultaneamente, mais suscetível à interferência de vazamentos, observou-se a necessidade de um tempo maior para sua identificação por parte do sistema.

No caso dos canais de overhead, o canal Over L foi identificado após aproximadamente 7 segundos como Cymbals (pratos). Já o canal Over R, no mesmo intervalo de tempo, foi classificado de forma mais ampla como Drums, isto é, bateria de modo genérico, indicando um reconhecimento menos específico, embora ainda compatível com a natureza do material sonoro analisado.

Em relação às outras peças da bateria, o surdo foi identificado como pertencente ao grupo dos Toms, o que pode ser considerado um resultado coerente, tendo em vista a proximidade tímbrica entre esses elementos dentro do conjunto percussivo. Por sua vez o tom foi reconhecido de forma imediata e corretamente como Toms, evidenciando maior assertividade por parte da ferramenta neste tipo de faixa.

A seguir, quadro 2 com o reconhecimento dos demais instrumentos processados com o auxílio do Neutron 5. Nesse quadro apresentamos o comportamento da ferramenta ao analisar as faixas de áudio da guitarra, violão, baixo, teclado e efeitos de synths.

Quadro 2 - Avaliação da precisão do Neutron 5 na identificação dos demais instrumentos musicais.

INSTRUMENTO	NEUTRON 5	OBSERVAÇÃO
Guitarra 1	Piano	Impreciso
Guitarra 2	Guitar	Preciso
Guitarra solo	Other	Impreciso
Violão L	Guitar	Impreciso
Violão R	Guitar	Impreciso
TECLADO L	Piano	Impreciso
TECLADO R	Piano	Impreciso
EFEITO 01	Piano	Impreciso
EFEITO 02	Other	Impreciso

Baixo	Bass	Preciso
-------	------	---------

Fonte: Dados da pesquisa, elaborada pela autora (2026).. **Nota:** A precisão foi determinada a partir da correspondência entre a categoria atribuída pelo plugin e a nomenclatura técnica convencional do instrumento.

No que se refere aos instrumentos harmônicos e melódicos, o plugin também se comportou de diferentes formas. O baixo foi identificado de maneira rápida e adequada como Bass, demonstrando precisão no reconhecimento de sua faixa espectral e função sonora. A faixa contendo a gravação da guitarra 2 também foi corretamente classificada como Guitar, entretanto, nem todos os resultados apresentaram o mesmo grau de exatidão. Na identificação da guitarra solo, por exemplo, o plugin classificou a faixa como Outro (Other), o que indica uma limitação no reconhecimento de características específicas do instrumento em contextos sonoros mais particulares. De forma ainda mais imprecisa, a faixa referente à guitarra 1 foi identificada como Piano, revelando uma inconsistência na leitura do conteúdo espectral e tímbrico do áudio analisado.

Situação semelhante foi observada nas faixas de teclado, cujos canais esquerdo (L) e direito (R) foram ambos identificados como Piano, apesar de o plugin disponibilizar a categoria Electric Piano entre seus parâmetros de reconhecimento. Esse dado sugere que, embora a ferramenta tenha reconhecido a natureza harmônica e o comportamento sonoro geral do instrumento, não foi capaz de distingui-lo com maior especificidade dentro das variações timbrísticas possíveis.

No caso dos violões, os canais L e R deveriam, em tese, ter sido reconhecidos como Acoustic Guitar. Contudo, o plugin os classificou apenas como Guitar, de maneira genérica. Embora esse resultado não represente um erro absoluto, evidencia uma limitação no detalhamento da identificação, uma vez que não houve distinção entre guitarra elétrica e violão acústico pela ferramenta.

Quanto aos sons sintetizados, o Efeito 1 foi reconhecido como Piano, enquanto o Efeito 2 foi classificado como Outro (Other). Tais resultados indicam que o plugin encontrou maior dificuldade na interpretação de timbres eletrônicos e texturas menos convencionais, especialmente quando estes apresentam características híbridas ou sonoridades que escapam aos padrões mais tradicionais de categorização instrumental.

A mixagem vocal constitui uma das etapas mais sensíveis e complexas da produção musical, uma vez que sua qualidade depende, em grande medida, de uma condução técnica adequada desde o momento da gravação. Entre os fatores que influenciam diretamente esse processo, destacam-se o preparo vocal do intérprete, incluindo seu devido aquecimento, a qualidade de sua interpretação, o domínio técnico para a emissão de sons graves e agudos, bem como a realização de uma captação adequada. Além desses aspectos, o mercado fonográfico também demanda, com frequência, procedimentos de correção de afinação, os quais, em geral, devem ser realizados previamente à etapa de mixagem, de modo a assegurar maior precisão no tratamento posterior da faixa vocal.

Considerando o elevado grau de complexidade envolvido no processo vocal, a iZotope disponibiliza o plugin Nectar 4, ferramenta desenvolvida especificamente para o processamento, tratamento e mixagem de voz, com recursos voltados às particularidades técnicas e estéticas desse tipo de material sonoro.

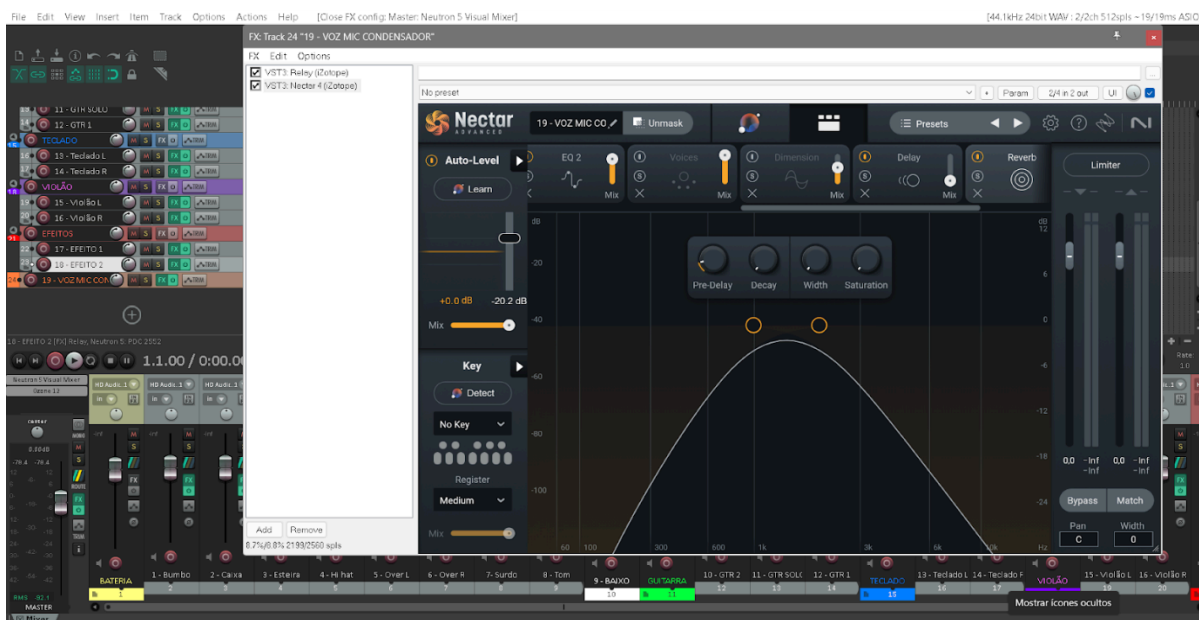
Ao inserir o Nectar 4 na faixa correspondente à voz principal o plugin apresentou a cadeia resultante do processamento com a aplicação dos módulos seguintes: 1 Gate, 2 Equalizadores, 1 De-esser, 1 Compressor, 1 Voices, 1 Dimension, 1 Delay e 1 Reverb. No Nectar 4, esses módulos compõem uma cadeia de processamento vocal que atua desde a limpeza do sinal até a criação de ambiência e espacialidade, com a proposta de gerar vocais limpos, controlados, inteligíveis e musicais.

Foi constatado que o gate reduziu os ruídos de fundo nas pausas da gravação. Os dois equalizadores foram utilizados para corrigir problemas de timbre e o refinamento tonal da voz. O de-esser foi aplicado discretamente, buscando suavizar sibilâncias excessivas, como os sons de “s” e “ch”, a fim de preservar a clareza da dicção. O compressor, de igual modo, foi aplicado discretamente buscando controlar a dinâmica, equilibrando trechos mais fortes e mais suaves, o que torna a voz mais estável e presente na mixagem.

O módulo *Voices* adicionou camadas de dobras vocais com o intuito de dar mais corpo à voz principal. O *Dimension* buscou ampliar a sensação de largura estéreo e profundidade da faixa de áudio mono. Já o delay aplicado é o padrão e busca criar repetições do sinal para preenchimento. Foi aplicado levemente. Por fim, o reverb utilizado pelo Nectar 4 simula ambientes acústicos de sala, conferindo profundidade e integração da voz ao conjunto sonoro. O processamento foi realizado

em 15 segundo e tal resultado evidencia a agilidade de resposta da ferramenta. A **Figura 4** apresenta os módulos aplicados automaticamente na faixa de voz pelo plugin.

Figura 4: módulos de processamento vocal no Nectar 4



Fonte: Dados da pesquisa, elaborada pela autora (2026).

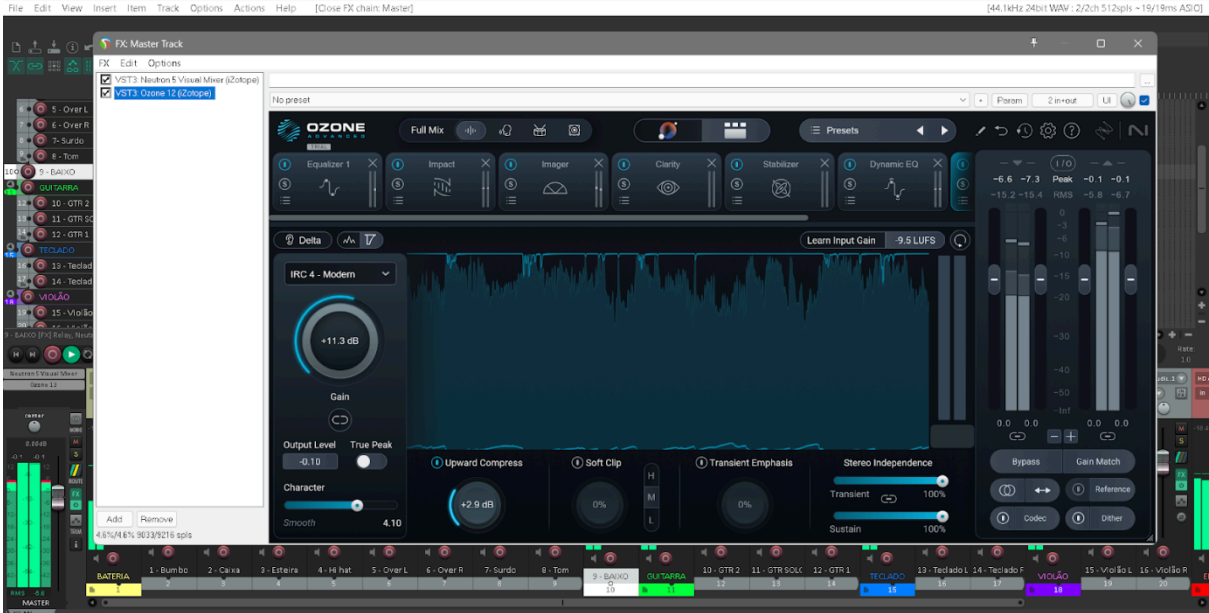
De modo geral, os resultados apontam que os plugins demonstraram bom desempenho no reconhecimento de fontes sonoras mais evidentes e convencionalmente definidas, como baixo, guitarra e alguns elementos da bateria. Por outro lado, também se verificaram limitações em situações que exigiam maior refinamento de análise tímbrica, especialmente em faixas com maior complexidade sonora, mascaramento de fase ou timbres eletrônicos e híbridos.

As análises reforçam que, embora essas ferramentas apresentem potencial significativo para otimização do fluxo de trabalho em produção musical, sua utilização ainda demanda acompanhamento crítico e intervenção do produtor musical, sobretudo em contextos que requerem decisões mais específicas e sensíveis do ponto de vista técnico e estético.

Por sua vez, a etapa de masterização foi realizada com o auxílio do plugin Ozone 12, também pertencente a empresa iZotope, utilizando o assistente automático de análise em tempo real. O sistema realizou a leitura integral da música e, a partir da interpretação do conteúdo espectral e dinâmico, estruturou automaticamente a cadeia de processamento composta pelos seguintes módulos:

Equalizer 1, Impact, Imager, Clarity, Stabilizer, Dynamic EQ e Maximizer. A **Figura 5** apresenta a interface do plugin durante a etapa de masterização.

Figura 5: Masterização realizada com plugin iZotope Ozone 12



Fonte: Dados da pesquisa, elaborada pela autora (2026).

Após o processamento, o arquivo foi renderizado em formato WAV, com resolução de 24 bits, taxa de amostragem de 44.100 Hz e configuração estéreo de dois canais. Esse formato foi escolhido por preservar a integridade do áudio, evitando perdas decorrentes de compressão. A partir da análise da renderização final, foi possível observar os seguintes parâmetros técnicos apresentados na tabela 1.

Tabela 1 – Métricas de loudness e níveis de áudio da faixa analisada após o processo de masterização

Métrica	Valor
Peak (dB):	-0,1 dB
Clip (ocorrências):	0
LUFS-M-Momentary (LUFS)	-6,4
LUFS-S-Short-term (LUFS)	-8,0
LUFS-I-Integrado (LUFS)	-10,1

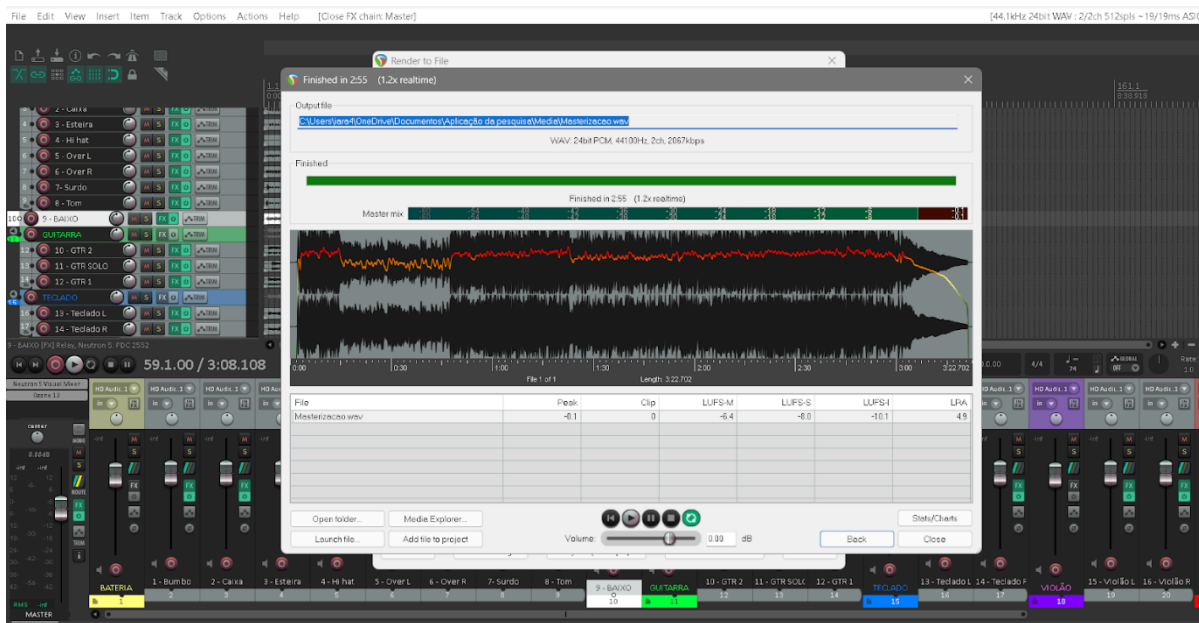
RMS (dB):

-4,9 dB

Fonte: Dados da pesquisa, elaborada pela autora (2026).

O valor de Peak em -0,1 dB indica que o sinal chega muito próximo do limite máximo digital (0 dBFS). Isso mostra que houve um bom aproveitamento da margem de segurança, sem provocar clipping, conforme confirmado pelo indicador “Clip: 0”. Após a aplicação dos módulos definido pelo Ozone 12, o projeto foi renderizado em arquivo final no formato WAV. A **Figura 6** apresenta a tela de renderização do Reaper com os parâmetros técnicos utilizados para exportação da obra final após as etapas de mixagem e masterização.

Figura 6: Renderização da obra, após mixagem e masterização



Fonte: Dados da pesquisa, elaborada pela autora (2026).

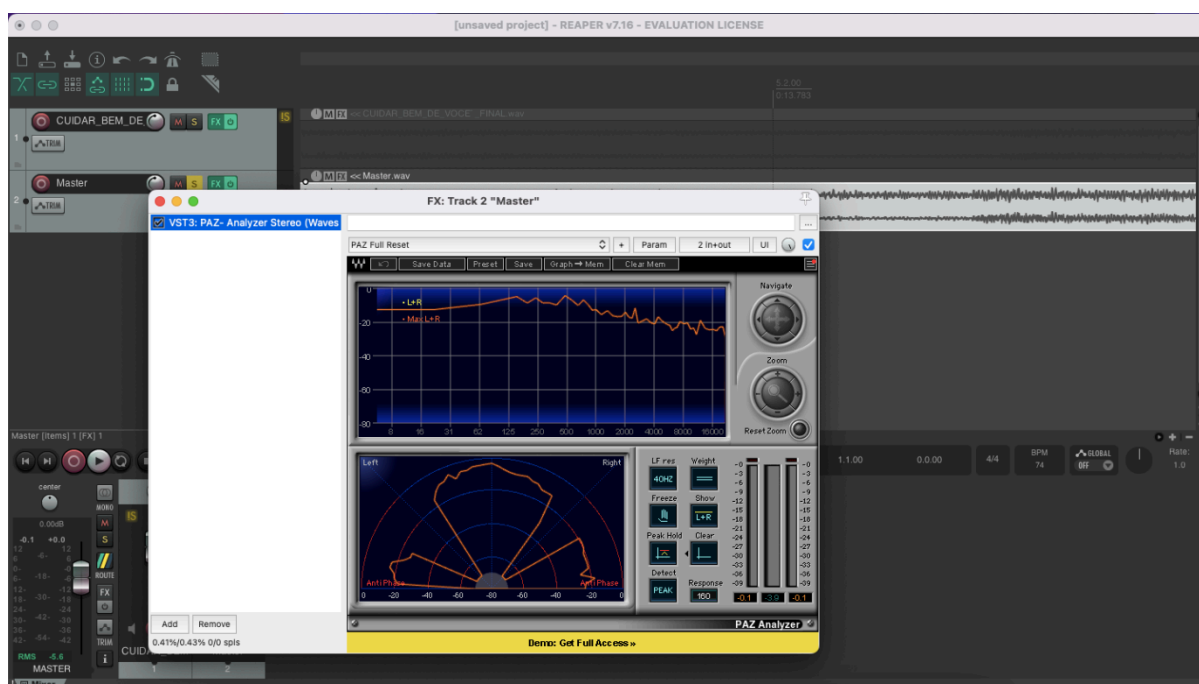
O valor de LUFS Integrado (-10,1) indica nível de loudness elevado quando comparado aos padrões médios recomendados por plataformas de streaming, que geralmente se situam em torno de aproximadamente -14 LUFS. Esse dado confirma que a masterização automatizada resultou em produto com maior volume percebido do que a versão humana.

Os valores de LUFS Momentary (-6,4) e Short-term (-8,0) evidenciam picos de intensidade consideráveis ao longo da música, sugerindo atuação expressiva do módulo Maximizer presente no Ozone 12. O pico máximo foi configurado em -0,1 dB, o que demonstra busca por aproveitamento quase total da margem de segurança disponível, estratégia comum em masterizações orientadas à competitividade de volume (loudness war). A métrica corresponde à tendência da indústria fonográfica de elevar progressivamente os níveis de loudness e baseia-se na impressão do ouvinte associar maior volume à maior qualidade ou energia sonora.

Embora o processamento não tenha gerado clipping digital (Clip: 0), a proximidade do pico máximo com 0 dB contribuiu para maior sensação de densidade sonora. Na comparação com a versão masterizada por profissional humano, observou-se que a versão automatizada apresentou loudness superior e maior densidade sonora global. Contudo, essa elevação de volume foi acompanhada por menor percepção de dinâmica e maior sensação de compressão.

Com o objetivo de examinar o comportamento espectral e a distribuição estéreo das duas versões masterizadas, foi realizada análise gráfica por meio do plugin PAZ Analyzer, da empresa Waves. As imagens apresentadas no trabalho correspondem, a figura 7, mostra à masterização realizada com o auxílio da inteligência artificial (Ozone 12) e, na figura 8, à versão masterizada por profissional humano. A comparação considera aspectos como distribuição de frequências, densidade espectral, imagem estéreo e relação com os parâmetros de loudness obtidos na renderização final. Abaixo a **Figura 7** apresenta o gráfico correspondente à versão masterizada com o auxílio do Ozone 12 em modo automatizado.

Figura 7: Análise espectral versão masterizada pela IA, usando o plugin PAZ Analyzer.



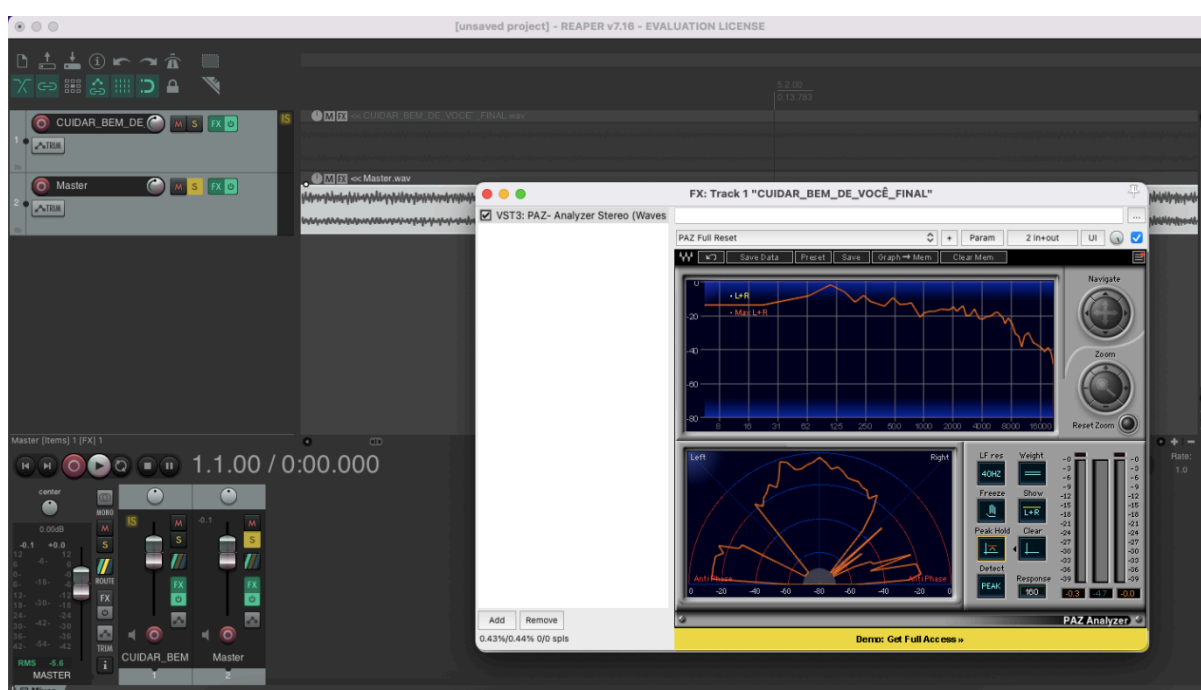
Fonte: Dados da pesquisa, elaborada pela autora (2026).

A análise da versão masterizada pelo Ozone 12 demonstra curva espectral mais uniforme e suavizada, com menor variação entre as faixas de frequência. Observa-se maior densidade global do espectro, comportamento compatível com os valores de loudness obtidos na renderização final (LUFS-I: -10,1; LUFS-M: -6,4; RMS: -4,9 dB). Esses números indicam nível elevado de intensidade média, o que pode explicar a visualização de espectro mais preenchido e menos irregular.

No gráfico de imagem estéreo, verifica-se maior simetria entre os canais esquerdo e direito, com tendência à centralização. Essa característica sugere

priorização de estabilidade de fase e compatibilidade mono. Entretanto, tal uniformidade pode reduzir a sensação de amplitude espacial, contribuindo para percepção auditiva de som mais denso e levemente comprimido. Para fins de comparação, também foi realizada análise gráfica da versão masterizada por um produtor musical humano, utilizando o mesmo plugin de análise espectral. A **Figura 8** apresenta o gráfico correspondente à versão masterizada manualmente pelo profissional.

Figura 8: Versão masterizada por um profissional, usando o plugin Ozone 12.



Fonte: Dados da pesquisa, elaborada pela autora (2026).

A versão masterizada por profissional humano apresenta curva espectral com variações mais evidentes ao longo das frequências, indicando menor linearização automática do espectro. Observa-se comportamento mais orgânico, com pequenas irregularidades que sugerem decisões orientadas pela escuta crítica e pelo equilíbrio musical, em vez de padronização técnica extrema.

No que se refere à imagem estéreo, o gráfico revela distribuição lateral menos simétrica, com leve expansão espacial. Essa característica pode estar associada a maior sensação de profundidade e ambiência. Visualmente, o espectro aparenta menor densidade global quando comparado à versão da IA, o que pode indicar preservação mais evidente da dinâmica natural da música.

A análise gráfica pelo PAZ Analyzer evidencia diferenças entre as duas abordagens. A masterização realizada por IA demonstrou maior padronização espectral, loudness mais elevado e imagem estéreo mais centralizada. Por outro lado, a versão humana apresentou maior variação espectral e espacial, sugerindo preservação mais acentuada das nuances dinâmicas e da expressividade sonora.

A partir das análises ao longo das etapas de mixagem, masterização torna-se possível observar diferentes comportamentos técnicos e sonoros resultantes dessas abordagens. Nesse contexto, considera-se pertinente apresentar uma síntese comparativa dos principais aspectos identificados durante a investigação. Assim, o quadro 3 reúne, de forma sistematizada, alguns dos critérios técnicos e perceptivos analisados, permitindo visualizar com maior clareza tanto as diferenças quanto às aproximações entre o processamento automatizado realizado pela IA e a atuação humana no processo de produção musical

Embora a inteligência artificial ofereça eficiência e consistência técnica, a masterização humana demonstrou maior sensibilidade estética e equilíbrio dinâmico, reforçando a importância da intervenção crítica do profissional em várias etapas do processo.

Quadro 3 - Comparação entre produção com IA e produção humana

Aspecto analisado	Produção com IA	Produção Humana
Tempo de processamento	Processamento rápido e automatizado	Processo mais demorado
Reconhecimento dos instrumentos	Acertos em instrumentos mais claros, mas com alguns erros	Reconhecimento baseado na escuta e experiência do produtor
Ajuste de volume inicial	Ajuste automático entre as faixas	Ajuste manual feito pelo produtor
Panorama estéreo	Necessita ajuste manual	Definido diretamente pelo produtor
Mixagem da voz	Aplicação automática de vários efeitos	Ajustes feitos manualmente
Loudness (volume final)	Volume final mais alto	Volume mais equilibrado
Distribuição das frequências	Som mais uniforme	Som com variações mais naturais

Espaço estéreo	Som mais centralizado	Maior sensação de espaço
Dinâmica da música	Maior compressão do som	Maior preservação da dinâmica

Fonte: Dados da pesquisa, elaborada pela autora (2026).

5. CONCLUSÕES (CONSIDERAÇÕES FINAIS)

A presente pesquisa analisou o uso de ferramentas baseadas em inteligência artificial nas etapas de mixagem e masterização, em comparação com os resultados obtidos por um produtor musical humano. Os dados evidenciaram que a IA apresenta desempenho satisfatório na automação de parâmetros técnicos, como balanceamento inicial de volume, controle de dinâmica, adequação de loudness e atendimento às exigências técnicas das plataformas de streaming, contribuindo de maneira significativa para a otimização do fluxo de trabalho.

Dessa forma, observa-se que o avanço da Inteligência Artificial na produção musical está diretamente relacionado ao desenvolvimento de sistemas digitais cada vez mais complexos, capazes de realizar análises sonoras e propor ajustes automáticos em diferentes etapas da produção. Nesse sentido, o tema dialoga também com o campo de Sistemas para Internet, especialmente no que diz respeito ao desenvolvimento e à utilização de plataformas digitais e ferramentas computacionais voltadas à produção e circulação de conteúdos musicais no ambiente digital.

Nesse contexto, os recursos de IA presentes no pacote da iZotope revelam-se relevantes para a produção musical independente, pois ampliam a competitividade do artista que, mesmo sem acesso a grandes equipes técnicas e recursos financeiros elevados, pode alcançar um produto sonoro com qualidade técnica mais próxima dos padrões do mercado.

Além disso, considerando que o domínio da mixagem e da masterização demanda tempo prolongado de estudo, prática e aperfeiçoamento, a IA também se mostra uma alternativa funcional para produtores que não dispõem de formação aprofundada na área ou que optam por concentrar sua atuação em outras áreas do processo criativo, sem abrir mão de um resultado tecnicamente consistente.

Do ponto de vista formativo, observou-se ainda que essas ferramentas possuem importante potencial pedagógico, podendo auxiliar estudantes de mixagem e masterização na compreensão dos processos técnicos envolvidos. A análise das decisões automatizadas como seleção de módulos, curvas de equalização, compressão e ambiência, pode servir como referência de estudo, observação prática e aprendizagem técnica.

Contudo, a pesquisa também demonstrou que a atuação de um profissional humano permanece indispensável, sobretudo no que se refere às tomadas de decisão, ao refinamento estético e à construção de uma identidade sonora artisticamente coerente. Verificou-se que a delegação integral do processo à inteligência artificial tende a resultar em um áudio menos musical, menos sensível e menos expressivo em termos artísticos.

Conclui-se, portanto, que a aplicação da IA à mixagem e à masterização representa um avanço significativo no campo da produção musical, sobretudo por sua capacidade de auxiliar na aceleração dos processos e de ampliar o acesso a recursos técnicos por parte de produtores independentes. Entretanto, sua utilização não substitui a atuação humana nas dimensões estética, crítica e interpretativa.

Como perspectivas futuras, recomenda-se a ampliação dos estudos com diferentes gêneros musicais, testes de escuta cega, análises híbridas entre intervenção humana e IA, bem como investigações mais aprofundadas sobre autoria, ética e criação artística na música contemporânea.

REFERÊNCIAS

AHAMED, K. Ishthaq; AKTHAR, Shaheda. *A Study on Neural Network Architectures. Computer Engineering and Intelligent Systems*, v. 7, n. 9, p. 1–7, 2016. Disponível em: <https://iiste.org/Journals/index.php/CEIS/article/view/32857>. Acesso em: 10 mar. 2026.

ALVES, João Renato Martins. *A masterização como processo artístico-musical*. 2022. Dissertação (Mestrado em Produção e Tecnologias do Som) — Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, Lisboa, 2022. Disponível em: <https://recil.ulusofona.pt/server/api/core/bitstreams/7b32966d-3487-40d6-817b-f09961de027b/content>. Acesso em: 10 fev. 2026.

DUTRA, Paulo Eduardo Martins; SILVA, Alexandre Gomes da. *Horizontes e limitações do uso da Inteligência Artificial Generativa em artes e criatividade: uma revisão integrativa*. RESIGET – Revista Eletrônica de Sistemas de Informação e Gestão Tecnológica, Franca, v. 15, n. 1, p. 1-28, 2025. Disponível em: <http://periodicos.unifacef.com.br/resiget/article/view/3057/2102>. Acesso em: 18 fev. 2026.

GIL, Antonio Carlos. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOULART, Lucas. *Qual a diferença entre mixagem e masterização?* [S. l.], 28 dez. 2018. 1 vídeo (3 min). Publicado pelo canal Lucas Goulart. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=J7SnXR9PI9g>. Acesso em: 20 nov. 2025.

IBM. *O que é IA generativa?*. 2026. Disponível em: <https://www.ibm.com/br-pt/think/topics/generative-ai>. Acesso em: 06 fev. 2026.

IZOTOPE. *iZotope, Brainworx, and Plugin Alliance Are Now Part of Native Instruments*. iZotope Blog, 14 jun. 2023. Disponível em: <https://www.izotope.com/en/learn/izotope-brand-news>. Acesso em: 22 nov. 2025.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. *Metodologia Científica*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003. Disponível em: https://cursosextensao.usp.br/pluginfile.php/300164/mod_resource/content/1/MC2019%20Marconi%20Lakatos-met%20cient.pdf. Acesso em: 12 jun. 2025.

MANCINI, Orlando Marcos Martins. *O estudo de elementos teórico-musicais com o auxílio do microcomputador*. 2001. Dissertação (Mestrado em Artes, área de concentração: Música) – Instituto de Artes, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2001. Disponível em: <https://www.contemplus.com.br/images/pdfsgerais/Dissertacompleta.pdf>. Acesso em: 26 jan. 2026.

MESQUITA, Lucas Antunes; JÚNIOR, Carlos Roberto Ferreira de Menezes. *O impacto estético da LOUDNESS war na discografia do Angra*. *Revista Vórtex*, Curitiba, v. 10, n. 2, p. 1-35, 2022. Disponível em:

<https://periodicos.unespar.edu.br/vortex/article/view/6822/5027>. Acesso em: 15 fev. 2026

MÊLO, Giselle Silva de; ALVES, Pablo Abreu; SOUZA, Rogério da Silva e. *O direito autoral e o uso da Inteligência Artificial: uma discussão sobre cenário atual e perspectivas futuras*. Direito & TI, v. 1, n. 22, 1-22. , 2025. DOI: 10.63451/dti.v1i22.245. Disponível em: <https://direitoeti.com.br/direitoeti/article/view/245/190>. Acesso em: 30 jan. 2026.

NIERI, Gabriel. *Aspectos técnicos dos algoritmos e arquiteturas de IA na produção musical*. 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas) — Faculdade de Tecnologia de São José dos Campos, São José dos Campos, 2025. Disponível em: <https://ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/35559>. Acesso em: 22 fev. 2026.

OLIVEIRA, Ingrid. *Música falsa de Drake e The Weeknd feita por IA é tirada do Spotify*. Terra, 19 abr. 2023. Disponível em: <https://www.terra.com.br/byte/musica-falsa-de-drake-e-the-weeknd-feita-por-ia-e-tirada-do-spotify.b39af76bd0ccd3c8efd6b20ff0e139c3fi2qv6wm.html>. Acesso em: 15 jan. 2026.

ROSSETTI, Danilo. *Música e tecnologia*. **SBC Horizontes**, mai. 2021. Disponível em: <<https://horizontes.sbc.org.br/index.php/2021/05/musica-e-tecnologia/>>. Acesso em: 25 jul. 2025.

SILVA, Júlio Corrêa Barros. *Inteligência artificial e música*. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Departamento de Música) — Escola de Comunicações e Artes, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023. Disponível em: <https://bdta.abcd.usp.br/directbitstream/b4caa262-3f96-4f91-a0d8-9c8cb05e751b/tc5022-Julio-Silva-Inteligencia.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2026.

SIMURRA, Ivan Eiji Yamauchi; SANTOS, Marília. *Música, humanos e máquinas: reflexões iniciais para o desenvolvimento de pesquisas com colaboração entre compositores e inteligência artificial no processo criativo da música brasileira*. Orfeu, Florianópolis, v. 10, n. 1, p. e0104, 2025. Disponível em: <https://www.periodicos.udesc.br/index.php/orfeu/article/view/26882>. Acesso em: 06 fev. 2026.

SOUZA, Verônica Gesteira. *Explorando aplicações de inteligência artificial para a mixagem musical*. 2024. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) — Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, Campinas, 2024. Disponível em: <https://repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/1403171>. Acesso em: 27 fev. 2026.

APÊNDICE A - GLOSSÁRIO

Clipping Digital – Distorção causada quando o áudio ultrapassa o limite máximo permitido no sistema digital.

Dithering – Técnica aplicada na redução de profundidade de bits que adiciona ruído de baixa intensidade para minimizar erros de quantização no áudio digital.

Dynamic Range (Faixa Dinâmica) – Diferença entre as partes mais suaves e mais intensas da música. Quanto maior, mais contraste e emoção.

Headroom – É a faixa de segurança antes do áudio atingir o limite máximo digital (0 dBFS). Se ultrapassar esse ponto, ocorre distorção.

Instrumentos Virtuais – Softwares que transformam dados MIDI em som, simulando instrumentos reais ou sintetizados.

Loudness – Percepção subjetiva de intensidade sonora pelo ouvido humano, relacionada, mas não idêntica, ao nível físico de volume do sinal.

LUFS – Unidade que mede o volume percebido pelo ouvido humano. É o padrão usado pelas plataformas de streaming para ajustar o volume das músicas.

MIDI – Conjunto de informações musicais (nota, duração, intensidade) que não contém som, mas instrui instrumentos virtuais a produzirem áudio.

Pan (Panorama Estéreo) – Controle que posiciona um sinal de áudio entre os canais esquerdo (L) e direito (R) no campo estéreo.

RMS – Medida do volume médio da música ao longo do tempo. Mostra o “corpo” do som, diferente do pico que indica apenas os momentos mais altos.

Sample Rate – Quantidade de vezes por segundo que o som é convertido em dados digitais (ex.: 44.100 Hz).

Samples – Trechos de áudio previamente gravados que podem ser reutilizados na produção musical.

True Peak – Mede o pico real do áudio, considerando possíveis distorções que podem surgir após conversão de formato. Por isso recomenda-se manter até -1 dBTP.

Virtual Songs – Músicas produzidas inteiramente em ambiente digital, utilizando instrumentos virtuais, MIDI e processamento automatizado.

ANEXO A - CARTA DE CONCESSÃO DE DIREITOS AUTORAIS PARA USO ACADÊMICO

CARTA DE CONCESSÃO DE DIREITOS AUTORAIS PARA USO ACADÊMICO

Eu, **Ulisses Azevedo Sousa**, na qualidade de autor e/ou detentor dos direitos autorais relativos às faixas de áudio gravadas e aos demais materiais produzidos no âmbito da produção da música "**Cuidar Bem de Você**", por meio desta, **AUTORIZO** a utilização desse material exclusivamente para fins acadêmicos, no contexto do Trabalho de Conclusão de Curso da aluna **Iara Alicia de Oliveira Silva**, intitulado:

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA MIXAGEM E MASTERIZAÇÃO MUSICAL: UMA ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE PROCESSAMENTO AUTOMATIZADO E ATUAÇÃO HUMANA

vinculado ao curso de **Tecnologia em Sistemas para Internet**.

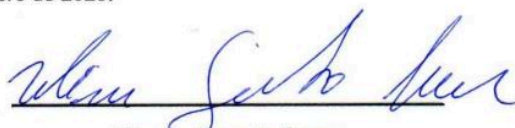
A presente autorização compreende o uso das faixas de áudio gravadas, bem como de outros materiais relacionados à referida produção musical, unicamente para fins de pesquisa acadêmica, análise técnica, estudo comparativo, apresentação à banca examinadora e eventual arquivamento institucional do trabalho, desde que sempre vinculados ao referido TCC.

Esta concessão não implica transferência definitiva de titularidade dos direitos autorais, não autoriza exploração comercial do material e tampouco permite reprodução, distribuição ou veiculação para finalidades diversas daquelas estritamente acadêmicas e científicas relacionadas ao trabalho mencionado.

A presente autorização é concedida em caráter gratuito, específico e limitado ao objeto e à finalidade acima descritos.

Por ser esta a expressão da verdade, firmo a presente carta para que produza os efeitos cabíveis.

Salgueiro, 10 de outubro de 2025.



Ulisses Azevedo Sousa
Assinatura