

I2A2

Relatório DESAFIO FINAL

EQUIPE

Alice - lh.alice.macedo@gmail.com

David - david.parede@meta.com.br

APRESENTAÇÃO



Este relatório apresenta o Projeto Final para automatizar o processamento e análise de documentos fiscais, utilizando Inteligência Artificial para extração de dados.

SUMÁRIO

01	Escopo do projeto	03
1.1	Descrição do tema	03
1.2	Público-alvo	04
1.3	Justificativa do projeto	04
02	Workflow	04
2.1	Detalhamento técnico	06
2.2	Capacidade técnica da aplicação	08
2.3	Estrutura Extrator Autônomo	11
2.4	Elementos adicionais	15
2.5	Link de acesso	16
03	Considerações finais	17

01 Escopo do Projeto

1.1 DESCRIÇÃO DO TEMA

O projeto **Extrator AutonoMeta** foi desenvolvido ao longo de seis meses dentro do curso de Agentes Inteligentes do I2A2, com o objetivo de aplicar os conceitos de inteligência artificial, automação e processamento de linguagem natural em um contexto de alta aplicabilidade empresarial: a leitura, interpretação e auditoria automatizada de documentos fiscais eletrônicos.

Para isso, o **agente inteligente de extração de dados fiscais** foi desenvolvido para ser capaz de reconhecer automaticamente documentos fiscais (XML, PDF, imagem), processar seu conteúdo, identificar e estruturar os campos relevantes (emitente, destinatário, valores, impostos, CFOP, etc.) e apresentar uma análise visual e auditável.

A iniciativa surgiu da percepção de que, embora os sistemas de **emissão de notas fiscais** (como NF-e e NFC-e) estejam amplamente digitalizados, o processo de leitura, conferência e integração desses dados com os sistemas contábeis e fiscais ainda depende fortemente da atuação humana.

Isso gera gargalos operacionais, riscos de erro e lentidão no fechamento contábil.

O projeto, portanto, buscou desenvolver um agente autônomo capaz de compreender documentos fiscais, estruturando as informações de forma confiável e auditável, baseado em visão computacional (OCR), processamento semântico de linguagem natural e regras lógicas de consistência fiscal.

1.2 PÚBLICO-ALVO

O sistema é voltado principalmente para profissionais e organizações que lidam com documentos fiscais e buscam soluções eficientes para processá-los. Entre os principais usuários potenciais destacam-se:

- Contadores e escritórios de contabilidade.
- Departamentos financeiros e fiscais de pequenas e médias empresas.
- Consultores fiscais e tributários.
- Profissionais autônomos com demandas contábeis periódicas.
- *Startups* e empresas de tecnologia que desenvolvem soluções de automação fiscal.

Esses usuários poderão se beneficiar da automação de tarefas repetitivas, da redução de custos com ferramentas comerciais e da capacidade de análise rápida e acessível dos dados fiscais.

1.3 JUSTIFICATIVA DO PROJETO

A área fiscal brasileira é uma das mais complexas do mundo, com milhares de códigos tributários, layouts variáveis e obrigações acessórias. Profissionais contábeis e auditores dedicam grande parte de seu tempo à conferência de informações repetitivas, que poderiam ser automatizadas.

A escolha desse tema está diretamente relacionada à aplicabilidade prática do aprendizado obtido no curso: construir um agente inteligente que una interpretação de linguagem, análise lógica e automação de processos.

O projeto também reflete uma tendência crescente de transformação digital nas áreas administrativas, em que agentes autônomos e sistemas de IA são integrados a ERPs e softwares contábeis.

Além disso, a proposta atende à exigência de criar uma solução com relevância real, conectando aprendizado acadêmico e necessidade corporativa, alinhando-se aos princípios de IA aplicada e agentes cognitivos abordados na disciplina.

Embora existam no mercado soluções comerciais que automatizam parte dessas tarefas, elas geralmente apresentam custos elevados e baixa flexibilidade. O projeto se propõe a preencher essa lacuna com uma solução baseada em código aberto, acessível via Streamlit, e que integra tecnologias avançadas de leitura e compreensão de linguagem natural.

Entre os principais benefícios esperados estão:

- **Redução significativa no tempo de processamento.**
- **Diminuição de erros manuais**, com maior confiabilidade dos dados extraídos.
- **Facilidade de uso**, com interface de consulta em linguagem natural.
- **Acesso gratuito e escalável**, sem necessidade de infraestrutura local.
- **Aprimoramento da tomada de decisões**, com base em análises mais rápidas e precisas.

Este projeto, portanto, não apenas moderniza um processo crítico do setor fiscal, como também contribui para a democratização do acesso à inteligência de dados.

02 Workflow

2.1 DETALHAMENTO TÉCNICO

O Extrator Autônomo é uma aplicação web interativa construída sobre uma pilha de tecnologia moderna, focada em processamento de linguagem natural (LLM) e análise de documentos (OCR/XML) para estruturação de dados fiscais.

Categoria	Tecnologia	Versão (Implícita)	Função na Aplicação
Framework Web	Streamlit	> 1.18	Framework principal para construção da interface de usuário (UI) e gerenciamento de estado (st.session_state).
Linguagem	Python	> 3.9	Linguagem de programação central para toda a lógica de negócio, processamento de dados e integração de bibliotecas.
Modelo de IA (LLM)	Google Gemini	-	Responsável pela leitura, interpretação contextual e extração estruturada de dados a partir do texto bruto (OCR).

Categoria	Tecnologia	Versão (Implícita)	Função na Aplicação
Orquestração LLM	LangChain / LangChain Core	-	Facilita a criação de cadeias de comandos (prompt), integração com o LLM do Gemini e aplicação do parser de saída Pydantic.
Estrutura de Dados	Pydantic	> 2.x	Define o schema estrito (classes BaseModel) para a saída do JSON, garantindo que os dados extraídos possuam o tipo e o formato corretos.
Processamento OCR	PyTesseract	-	Biblioteca Python para interação com o motor OCR Tesseract, responsável pela conversão de imagens e PDFs para texto bruto.
Processamento PDF/Imagem	pdf2image, PIL, cv2 (OpenCV)	-	Bibliotecas auxiliares para conversão de PDFs em imagens e pré-processamento de imagens (ex: melhoria de contraste/resolução).
Análise de Dados	Pandas	-	Manipulação, limpeza, tipagem e agregação eficiente dos dados extraídos para geração de relatórios e gráficos.
Visualização	Plotly Express	-	Geração de gráficos interativos e dinâmicos para visualização da distribuição de CFOP, proporção de custos e ranking de itens.

2.2 CAPACIDADE TÉCNICA DA APLICAÇÃO

A aplicação Extrator Autônomo não é apenas um conversor, mas sim um pipeline inteligente e robusto de análise fiscal, com as seguintes capacidades técnicas:

2.2.1 Processamento e Fontes de Dados

- **Multiformato Robusto:** Capacidade de inferir e processar dados de múltiplas fontes:
 - XML: Extração direta, rápida e precisa de Notas Fiscais Eletrônicas (NF-e) a partir do arquivo XML.
 - Imagens/PDFs (DANFE): Processamento via OCR para extração de dados de documentos não estruturados (DANFE, Faturas, etc.).
- **Tratamento de Layout de Tabela (OCR):** Configuração otimizada do Tesseract (--psm 4) para maximizar a extração de todos os itens em layouts de tabela complexos, comum em DANFEs.
- **Limpeza de Dados LLM:** Utilização de um *System Prompt* de alta complexidade para instruir o LLM (Gemini) a:
 - Correção Ortográfica Contextual: Corrigir erros comuns de OCR na descrição dos produtos/serviços.
 - Tipagem Robusta: Forçar a conversão de formatos numéricos brasileiros (1.234,56) para o formato float padrão (1234.56) para garantir a integridade dos cálculos.

2.2.2 Governança e Validação de Dados

- **Validação Pydantic:** Aplicação de um *schema* Pydantic estrito para validar *cada* campo extraído do LLM, garantindo que a saída JSON seja sempre previsível, completa e tipada corretamente (Ex: datas no formato 'AAAA-MM-DD', valores como float).

- **Auditoria de Inconsistências:** Implementação de lógica para identificar e alertar o usuário sobre campos-chave (como a Chave de Acesso) que estão fora do padrão esperado, mesmo após a validação inicial.
- **Controle de Fluxo de Sessão:** Implementação de controle de estado e chaves dinâmicas para:
 - Forçar o recomeço da análise sempre que um novo arquivo é carregado.
 - Permitir o reset completo da sessão por botão (limpeza de cache e *file uploader*).

2.2.3 Capacidades Analíticas e de Visualização

- **Análise de Agrupamento Dinâmico:** Apresentação de três visualizações cruciais, alternáveis:
 - Distribuição por CFOP: Agrupamento categórico e soma do valor total por Código Fiscal de Operações e Prestações (CFOP).
 - Proporção de Custos (Com Tributos): Gráfico de Rosca que decompõe o valor total da nota em: Valor dos Produtos/Serviços, Impostos (com lógica de *fallback* para Valor Aproximado dos Tributos se os destacados forem zero), e Outras Despesas/Frete.
 - Ranking de Itens: Gráfico de barras com os 10 produtos/serviços de maior valor na nota.
- **Exportação em Padrão Brasileiro:** Geração de arquivo CSV para exportação dos dados da tabela de itens, formatado no padrão ABNT (vírgula como separador decimal).

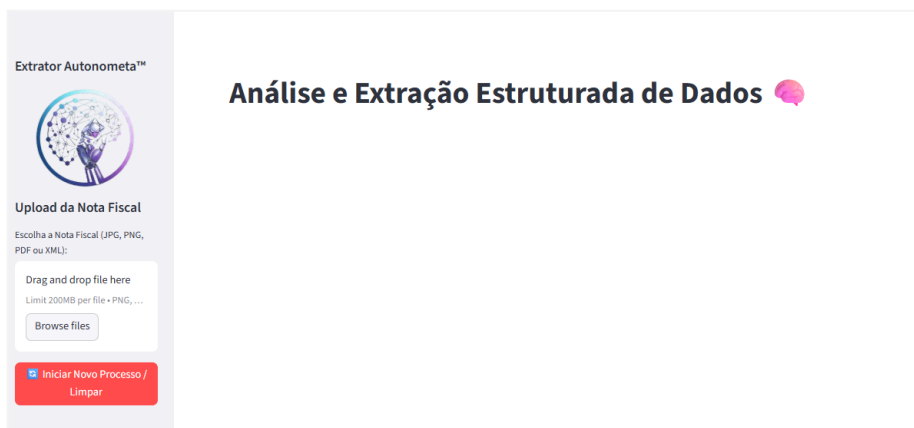
2.2.4 Chatbot de Consulta Contextual (RAG Simples)

Esta é a capacidade mais avançada da aplicação, transformando a extração em uma base de conhecimento.

- **Interrogatório Baseado em Documento:** O chatbot opera sob o princípio da Geração Aumentada de Recuperação (RAG) Simples. O LLM (Gemini) é instruído a responder a perguntas do usuário (st.chat_input) exclusivamente usando o conteúdo da nota fiscal atual.
- **Contexto Definido:** O prompt do chatbot inclui:
 - o O JSON Estruturado da Nota Fiscal (para dados precisos e numéricos).
 - o O Texto OCR Bruto (para fornecer contexto adicional em caso de falha na extração de JSON).
- **Restrições de Resposta:** O modelo é rigorosamente instruído a:
 - o Responder somente com fatos contidos na nota (JSON ou OCR).
 - o Rejeitar educadamente perguntas cujas respostas não estejam no documento.
- **Funcionalidade de Auditoria:** Permite que o usuário peça explicações sobre a composição de impostos, o significado de um CFOP específico, ou valores de itens, sem sair do ambiente da aplicação.

2.3 ESTRUTURA EXTRATOR AUTONOMETETA

O projeto Extrator Autonometa pode ser acessado pelo Streamlit (<https://extrator-autonometa.streamlit.app>), cuja tela inicial permite que o usuário possa efetuar o upload do arquivo, seja ele uma imagem (JPG e PNG), PDF ou XML:



Em seguida, o processamento do arquivo inicia-se, e o agente já avalia a qualidade da imagem, confirmando que a imagem foi carregada e até permitindo uma visualização prévia da nota fiscal.



Com o processamento concluído, o agente avalia a consistência do arquivo e já efetua a verificação de qualidade, identificando se o arquivo possui alguma informação crítica obrigatória faltando, como exemplo o Emitente, Destinatário, Valor e Itens.

Análise e Extração Estruturada de Dados 🧠

✅ Resultado da Extração Estruturada (LLM/OCR)

🔧 Enriquecimento e Auditoria Pós-Extração

Iniciando enriquecimento heurístico para códigos fiscais (CFOP, CST/CSOSN).

Iniciando pós-validação de consistência de totais.

✅ **Consistência Aprovada!** O somatório dos itens é consistente com o Valor Total da Nota. | Soma dos Itens: R190,00|*TotalNF* : R 190,00

🔍 Verificação de Qualidade concluída: Nenhuma informação crítica obrigatória faltando (Emitente, Destinatário, Valor, Itens).

Em seguida, é possível ter o resumo fiscal e ter acesso às informações principais, como a data de emissão, o valor total da nota, o modelo fiscal e a natureza da operação.

📊 Resumo Fiscal (KPIs)

Valor Total da NF	V. Aprox. Tributos	Total ICMS/IPÍ	Nº de Itens
190,00	17,35	0,00 / 0,00	1

Informações Principais

Data de Emissão	Valor Total da Nota	Modelo Fiscal	Natureza da Operação
2025-10-10	190,00	NFS-e	Imposto recolhido pelo regime único de arrecadação - Simples Nacional.

Após a análise destes dados, o usuário pode visualizar a chave de acesso da NF-e e identificar as informações do Emitente e Destinatário, além de todos os itens da nota fiscal.

Chave de Acesso da NF-e

Detalhes do Emitente

```
{
  "cnpj_cpf": "39826815000160"
  "nome_razao": "MANUELA AUTO PECAS E AUTO ELETRICA LTDA"
  "endereco_completo": "AVENIDA IMPERATRIZ LEOPOLDINA, 2347 SALA 2 - PINHEIRO, SÃO LEOPOLDO/RS, CEP:93842-165"
  "inscricao_estadual": ""
}
```

Detalhes do Destinatário

```
{
  "cnpj_cpf": "01827329884"
  "nome_razao": "DAVID DOS SANTOS PAREDE"
  "endereco_completo": "Avenida Imperatriz Leopoldina, 1900 APT0 343 - Pinheiro, SAO LEOPOLDO/RS, CEP: 93842-165"
  "inscricao_estadual": ""
}
```

Itens da Nota Fiscal

Descrição do Item	Qtd	Valor Unit.	Valor Total	CFOP	CST/CSOSN	V. Aprox. Tributos
LIMPEZA SISTEMA ARREFECIMENTO E TROCA RESERVATÓRIO	1	R\$ 190.00	R\$ 190.00			R\$ 17.35

No dashboard, o usuário possui a visibilidade de alguns gráficos, como o CFOP (Valor), Proporção de Custos e Valor por Item.

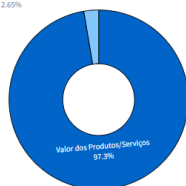
Análise de Agrupamento

Escolha o Tipo de Análise:

☐ CFOP (Valor)
 ☒ Proporção de Custos
 ☐ Valor por Item

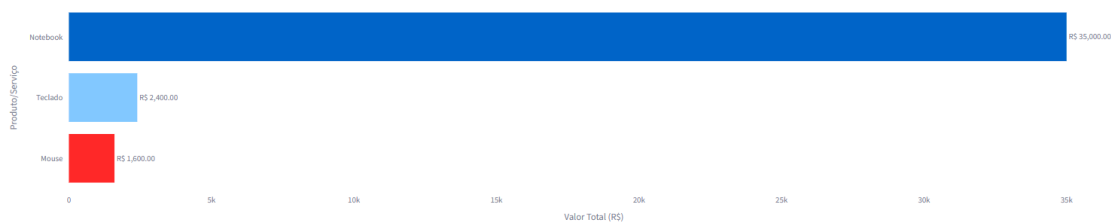
Composição do Valor Total da Nota (Aviso: Soma dos Componentes (R\$ 40,062.75) difere do Total da Nota (R\$ 0.00))

Impostos Destacados (ICMS, IPI, PIS, COFINS)



☒ Valor dos Produtos/Serviços
☐ Impostos Destacados (ICMS, IPI, PIS, COFINS)

Top 10 Produtos/Serviços por Valor Total



Além desses dados, o usuário também tem a percepção do total de impostos e despesas previstas na nota, além de poder efetuar a edição manual destes impostos, para posterior download do arquivo em CSV, inclusive visualizar e baixar o JSON completo da extração.

Totais de Impostos e Despesas

Base ICMS	Total IPI	Total PIS	Total COFINS	Outras Despesas	Total V. Aprox. Tributos
R\$ 3.900,00	R\$ 0,00	R\$ 64,35	R\$ 296,40	R\$ 0,00	R\$ 0,00
Total ICMS					
R\$ 702,00					

Edição Manual de Impostos

O Agente LLM não conseguiu extrair os valores detalhados. Se a nota contém esses valores, insira-os abaixo.

ICMS	IPI	PIS	COFINS
702.0	0.0	64.35	296.4
Valores de impostos atualizados para o JSON de download.			

Downloads

[Ver JSON Bruto Completo \(DEBUG\)](#)

Para proporcionar uma experiência de uso mais completa, o Extrator AutoMeta integra um chatbot que auxilia o usuário na interação com os dados da nota fiscal. O recurso permite esclarecer dúvidas, obter informações específicas sobre o arquivo e compreender melhor os resultados gerados pela extração.

Chatbot de Análise Fiscal (Gemini)

Pergunte algo sobre esta nota (Ex: Qual o valor do ICMS? Qual a descrição do item mais caro?):

Chatbot de Análise Fiscal (Gemini)

Qual o item mais caro e o seu valor?

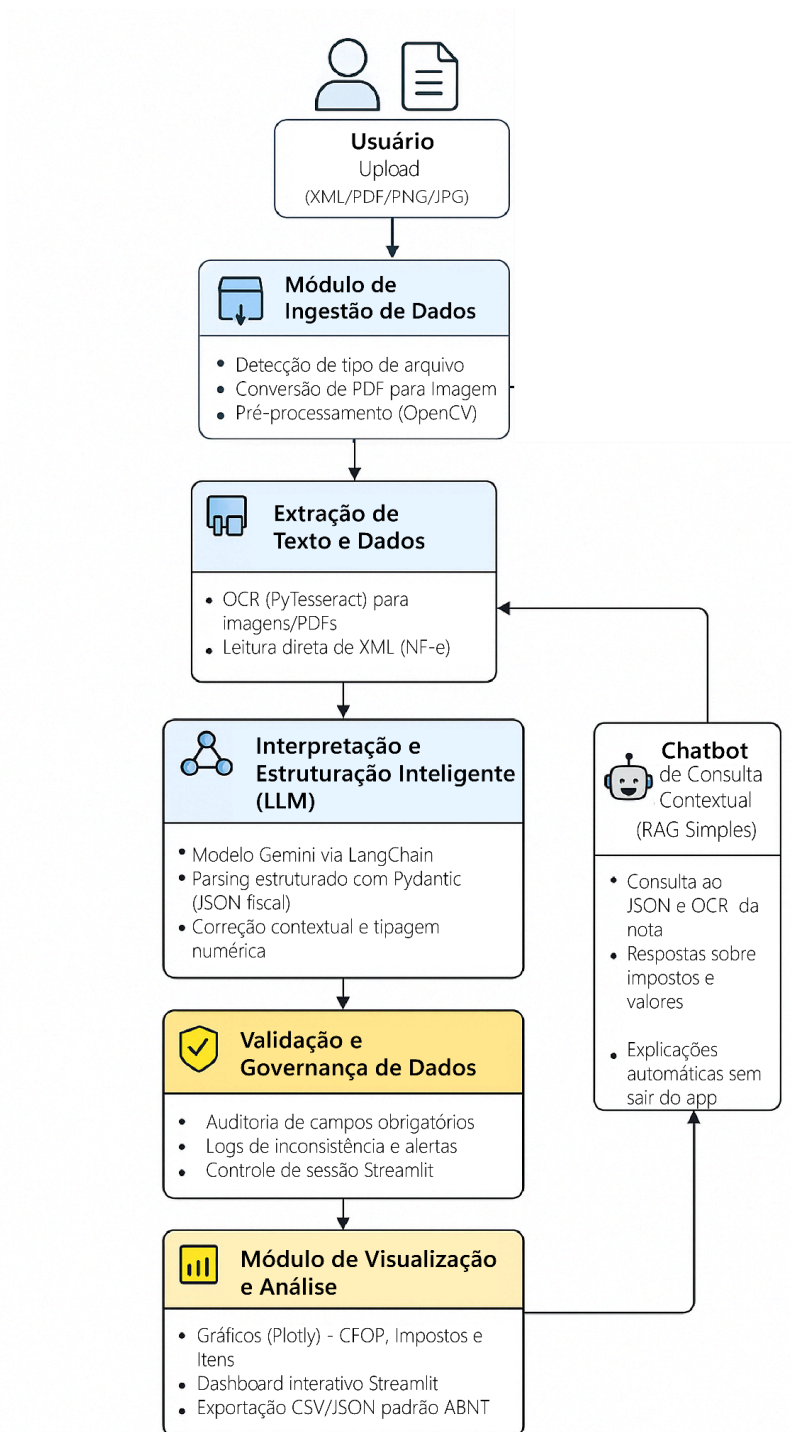
O item mais caro é "Notebook" com o valor unitário de 3500.0.

2.4 ELEMENTOS ADICIONAIS

2.3.1 Análise de viabilidade

- **Tempo médio de emissão manual de notas fiscais:** A emissão manual de uma nota fiscal pode levar de 8 a 12 minutos, enquanto sistemas automatizados reduzem esse tempo para cerca de 45 segundos.
emitirnotafiscal.com
- **Taxa de erro na entrada manual de dados fiscais:** Processos manuais apresentam uma taxa de erro de aproximadamente 15%, ao passo que sistemas automatizados reduzem essa taxa para cerca de 0,5%.
emitirnotafiscal.com
- **Benefícios da análise fiscal em tempo real:** A análise de dados em tempo real permite que gestores tomem decisões mais embasadas e estratégicas, considerando o impacto fiscal de cada ação. asisprojetos.com.br
- **Vantagens do uso de tecnologias open-source:** A adoção de tecnologias open-source promove benefícios como simplificação da conformidade fiscal e maior eficácia na gestão pública. valor.globo.com
- **Potencial de automação em tarefas financeiras:** Estudos indicam que até 42% das atividades financeiras de uma empresa podem ser automatizadas, trazendo benefícios como redução de custos e aumento da produtividade.
blog.botcity.dev+1newsroom.accenturebr.com
- **Contribuição reconhecida da GenAI nos processos fiscais:** Pesquisa da EY Brasil indica que 87% dos profissionais de finanças e impostos acreditam que GenAI trará maior eficiência para suas funções.
https://www.ey.com/pt_br/insights/tax/tfo-survey

2.3.2 Diagrama do Extrator Autônomo



2.5 LINK DE ACESSO

Aplicação: <https://extrator-autonometa.streamlit.app/>

Github: https://github.com/DSP35/autonometa_extrator

03

Considerações Finais

O desenvolvimento do **Extrator AutonoMeta** representou a consolidação de seis meses de aprendizado em inteligência artificial, visão computacional e automação de processos. O projeto evoluiu de um simples extrator de dados para um agente inteligente completo, capaz de compreender, validar e explicar documentos fiscais em múltiplos formatos (XML, PDF e imagem), com suporte a interação conversacional via chatbot.

Essa evolução demonstra o domínio dos pilares dos Agentes Autônomos com Redes Generativas, combinando:

- **OCR + LLMs** (para leitura e interpretação semântica),
- **Validação via Pydantic** (garantia de consistência fiscal),
- **Visualização analítica** (gráficos CFOP, custos e itens),
- e **Chatbot contextual (RAG)**, que transforma o relatório em uma base de conhecimento interativa.

Mais do que um projeto acadêmico, o Extrator AutonoMeta se conecta diretamente ao cenário atual de transformação fiscal brasileira. Com a Reforma Tributária (IBS e CBS) em andamento, as empresas precisarão lidar com novos códigos, estruturas e validações, exigindo soluções automatizadas e inteligentes para garantir conformidade, agilidade e redução de riscos.

CONSIDERAÇÕES

Nesse contexto, o AutonoMeta antecipa o futuro da automação fiscal, mediante a oferta de agentes cognitivos capazes de interpretar documentos, validar tributos e apoiar a decisão contábil em tempo real. Com isto, o aprendizado foi multifacetado:

- **Técnico**, ao dominar OCR, NLP e frameworks de IA (LangChain, Streamlit, Pydantic).
- **Cognitivo**, ao estruturar prompts, fluxos de validação e modelos de decisão.
- **Estratégico**, ao compreender como a automação fiscal pode impulsionar competitividade e transparência no setor.

Durante o desenvolvimento, observou-se o potencial de evolução do agente. Entre as recomendações para versões futuras, destacam-se:

- **Integração com APIs oficiais da SEFAZ** para consulta de chaves de acesso e validação em tempo real de NF-e.
- **Expansão semântica do chatbot**, permitindo que ele atue como assistente contábil proativo, oferecendo alertas sobre inconsistências, vencimentos e créditos tributários.
- **Aprendizado contínuo supervisionado**, onde o agente assimila correções do usuário e aprimora sua acurácia ao longo do uso.
- **Conexão direta com ERPs e planilhas inteligentes**, automatizando a escrituração fiscal e a geração de DREs consolidadas.
- **Dashboard avançado de insights preditivos**, aplicando IA generativa para detectar padrões de risco fiscal e sugerir ações preventivas.

Esses aprimoramentos apontam para um cenário de evolução do Extrator AutonoMeta como um agente fiscal autônomo, capaz não apenas de extrair e interpretar dados, mas de apoiar estrategicamente a gestão tributária em tempo real.