

Documentos de Trabajo

ISSN 2219-780X

4

NOVIEMBRE
2021



MINISTÉRIO DA
ECONOMIA



CIAT

**INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PARA LA DECISIÓN EXPEDITA
Y EL ANÁLISIS DE RIESGOS
EN EL CONTENCIOSO
ADMINISTRATIVO TRIBUTARIO
FEDERAL BRASILEÑO**



Inteligencia Artificial para la Decisión Expedita y el Análisis de Riesgos en el Contencioso Administrativo Tributario Federal Brasileño

Tiago Monteiro Cardoso
Willian Darwin Junior
Patrick Moreira Nogali
Sérgio Adriano Mazzetti
Jorge Eduardo de Schoucair Jambeiro Filho
Cláudia Maria de Andrade
Verônica Maria Perrotta de Seixas
Daniela Spinola Pereira Caldas
Ney Araújo Nogueira

Serie: *Documentos de Trabajo*
ISSN 2219-780X

Inteligencia Artificial para la Decisión Exedita y el Análisis de Riesgos en el Contencioso Administrativo Tributario Federal Brasileño

DT-04-2021

© 2021 Centro Interamericano de Administraciones Tributarias - CIAT

Diagramación: Coordinación de Comunicación y Publicaciones del CIAT

Propiedad Intelectual

El Centro Interamericano de Administraciones Tributarias -CIAT, autoriza la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, conocido o por conocer, siempre que se cite adecuadamente la fuente y los titulares del Copyright. www.ciat.org

C**ontenido**

Sinopsis	4
Introducción	5
1. Gestión y distribución de inventario de apelaciones tributarias	7
1.1 Aprendizaje automático supervisado para agrupar apelaciones tributarias	7
1.2 Aprendizaje automático no supervisado para agrupar apelaciones tributarias	10
1.3 Interfaz de herramienta de gráficos para la agrupación de apelaciones tributarias y la supervisión de la distribución	12
2. Análisis de apelación tributaria	14
2.1 Herramientas de apoyo para el análisis de apelación tributaria	14
2.2 Análisis de jurisprudencia	16
3. Gestión estratégica y análisis de riesgos	19
3.1 Herramientas de gestión y análisis de negocios	19
3.2 Un caso de análisis y tratamiento de riesgos	20
4. Futuro	25
Conclusión	28
Referencias	29

La Secretaría Especial de Ingresos Federales de Brasil está usando diferentes enfoques de inteligencia artificial (IA) para analizar el riesgo en Contenciosos Administrativos y acelerar las decisiones de litigios. Las estrategias empleadas se encuentran en diferentes etapas de desarrollo e incluyen el aprendizaje supervisado, el aprendizaje no supervisado, el aprendizaje semi-supervisado y el aprendizaje activo. Además de utilizar la IA para resolver problemas específicos, para facilitar el flujo de información de la IA a los usuarios y viceversa, se planea un cambio sistémico en la forma en que se maneja el contencioso administrativo. Este artículo pretende proporcionar una visión general de cómo este proceso se está llevando a cabo en la Administración Tributaria brasileña y cuáles son las expectativas y visiones para el futuro próximo.

Palabras clave:

Contenciosos tributarios, procesos administrativos, análisis de riesgos, inteligencia artificial.

Introducción

El Contencioso Administrativo Tributario brasileño es manejado por las Oficinas de Apelaciones dentro de la Secretaría Especial de la *Receita Federal do Brasil (RFB)* y, como tribunal administrativo superior, por el Consejo Administrativo de Recursos Fiscales (*CARF*).

Dos cuestiones relacionadas con este proceso de Litigios preocupan a la administración de RFB:

- a. el tiempo que se tarda en procesar las apelaciones tributarias y emitir decisiones; y
- b. la ausencia de control de riesgos de créditos fiscales Contenciosos.

En lo referente a la primera cuestión, la administración tarda mucho tiempo en tratar una apelación tributaria. Cada año, miles de determinaciones fiscales son objeto de apelaciones presentadas por los contribuyentes. Una parte de la fuerza de trabajo de la RFB está asignada a las oficinas de apelación: la constituyen los funcionarios responsables de emitir decisiones, generalmente sobre asuntos muy distintos y, a veces, diferentes tipos de impuestos. Como el número de funcionarios encargados tiende a mantenerse constante o a disminuir ligeramente (debido a jubilaciones) y su capacidad para tramitar expedientes extensos es naturalmente limitada, el inventario total de apelaciones pendientes de decisión ha aumentado considerablemente.

En cuanto a la segunda cuestión, el análisis de riesgos es fundamental para la Administración Tributaria, y debe aplicarse y considerarse en todas las partes de sus procesos comerciales, incluidos los contenciosos administrativos. Su línea de base es identificar los riesgos y medir su impacto y probabilidad. Siempre que cualquiera de los dos tribunales administrativos esté de acuerdo con el contribuyente, debe haberse cometido un error dentro de RFB. Tal vez el contribuyente no debería haber sido penalizado desde el principio, tal vez los elementos probatorios deberían haber sido mejor preparados, tal vez la legislación en sí no es clara o tal vez algo imprevisto ha sucedido, pero algo debe cambiarse.

El análisis de riesgos moderno hace uso de herramientas estadísticas complejas, que lo aproximan a otro campo de crecimiento exponencial con raíces similares: la Inteligencia Artificial (IA). Por lo tanto, es natural que esos campos se unan para proporcionar soluciones integradas.

Aunque Brasil comenzó hace mucho tiempo a detectar y monitorear el riesgo en el proceso contencioso, un enfoque más sistémico se ha vuelto más intenso en la última década, al cambiar su enfoque de seguimiento de casos relevantes a una gestión más basada en estadísticas de todo el universo de los contenciosos tributarios federales.

En los últimos dos años se han realizado o se están realizando muchas mejoras. La mitigación de riesgos es sin duda una de las principales preocupaciones, pero hay también muchos otros objetivos que contribuyen indirectamente, como acelerar los procesos de negocio y proporcionar mejores interfaces de usuario e información lista para usar para que los operadores de procesos calificados puedan concentrarse en su experiencia principal, evitando sobrecargas de recopilación de datos repetitivos.

Paralelamente, se creó un proyecto separado para identificar las pérdidas más evidentes y relevantes tanto en la recuperación de impuestos como en los problemas de crédito tributario en relación con los incumplimientos y las divergencias entre los procesos empresariales de auditoría tributaria y juicio administrativo. Paralelamente, se está llevando a cabo una revisión sistémica de todo el proceso contencioso administrativo desde una perspectiva tanto de integración de procesos como de inteligencia artificial. El análisis de negocios, el etiquetado de documentos, el procesamiento del lenguaje natural, el aprendizaje no supervisado, semi-supervisado y supervisado, la interoperabilidad entre sistemas y el gobierno de datos son herramientas que se están aplicando en cada etapa y globalmente a los procesos de negocios de contenciosos tributarios.

Recientemente, la RFB creó el *Centro de Excelencia en Inteligencia Artificial (CEIA)* con un pequeño grupo de miembros de su personal experimentados en IA, incluyendo maestrías y doctorados en el campo. Se formó un equipo multidisciplinario para introducir la IA en el área de contenciosos administrativos, incluyendo miembros del CEIA y especialistas en litigios.

En este artículo, vamos a describir los proyectos en curso para acelerar el manejo y la decisión de apelaciones tributarias e implementar el control del riesgo de crédito en el ciclo de vida del litigio.

1 **Gestión y distribución de inventario de apelaciones tributarias**

Inmediatamente después de que un contribuyente presenta una apelación, el documento se recibe y se registra en un sistema de transacciones junto con todos los demás documentos o archivos de datos asociados. Los archivos de apelación integran un gran inventario que supera fácilmente la capacidad de tratamiento manual del equipo de contenciosos. Para hacer frente a esta creciente demanda, la administración desarrolló un sistema de clasificación temática de recursos para distribuir expedientes similares a los mismos funcionarios de apelación. Así, el objetivo natural de los primeros esfuerzos hacia el uso de la inteligencia artificial ha sido la clasificación de los expedientes de recursos fiscales en grupos. El etiquetado temático mejora directamente la fluidez del proceso de decisión en ambas etapas – distribución de archivos y toma de decisiones, al mismo tiempo que es un prerrequisito necesario para la implementación de prácticas de control de riesgos.

1.1 Aprendizaje automático supervisado para agrupar apelaciones tributarias

Nuestro primer objetivo de inteligencia artificial fue el desarrollo de un algoritmo de aprendizaje automático supervisado para la clasificación temática de los archivos de apelaciones fiscales cuyo tema era el impuesto sobre la renta de las personas físicas. La RFB actualmente tiene un inventario de más de 100,000 archivos de este tipo en espera de una decisión. El proyecto comenzó con la selección de una muestra de 2,000 archivos de apelaciones tributarias para el etiquetado manual por un equipo de funcionarios de apelaciones con experiencia. Se esperaba que las etiquetas no fueran exclusivas, y se esperaba que el conjunto de etiquetas asignadas a un archivo específico transmitiera información suficiente para prescribir el mejor tratamiento procesal para él.

Los funcionarios de apelación destacaron que la distribución de los expedientes anteriormente agrupados en clases temáticas implicaba una economía procesal, ya que varios procedimientos administrativos podían prepararse en lotes si los expedientes a procesar fuesen similares de alguna manera. Sin embargo, dos años atrás todavía no había clases predefinidas. Además, al probar la agrupación basada en ciertos documentos (como la solicitud de apelación del contribuyente), terminamos con muchos grupos sin sentido, algo que se observa en las nubes de palabras que se discutirán en la sección 1.2. Así que llegamos a la conclusión de que el problema de agrupar

archivos de apelación similares no debe manejarse como un problema de agrupación en un sentido técnico, sino como otra tarea de aprendizaje automático bien conocida: la clasificación. Mientras que la agrupación es un tipo de problema no supervisado, la clasificación es de tipo supervisado y su manejo es por lo tanto considerablemente más fácil.

El equipo de expertos se decidió finalmente por el uso de 94 etiquetas y el equipo de IA modeló el problema como una tarea de aprendizaje supervisado de etiquetaje múltiple. El enfoque de IA se dividió en tres fases: pre-procesamiento, ingeniería de características y capacitación. En la fase de pre-procesamiento, necesitábamos extraer de cada uno de los 2000 archivos etiquetados solo los documentos que serían útiles para el entrenamiento de los clasificadores. Cada archivo de apelación de impuestos consta de múltiples documentos (notificaciones, solicitudes de contribuyentes, facturas, etc.) en formato PDF, muchos de los cuales no son significativos para la tarea de clasificación. Muchas secciones dentro de los documentos relevantes también pueden ser descartadas. Por lo tanto, escribimos rutinas para extraer los documentos relevantes del archivo y para extraer las secciones relevantes del texto de esos documentos.

En la siguiente fase (ingeniería de características) definimos un conjunto de características de trabajo. Estos provienen de dos fuentes: 1) datos no estructurados extraídos a través de un enfoque de bolsa de palabras a partir de dos tipos de documentos relevantes extraídos en la fase de pre-procesamiento: la notificación de multas fiscales y la solicitud de apelación del contribuyente, y 2) datos estructurados extraídos de la base de datos de apelaciones tributarias.

La tercera fase (formación) consistió en la prueba de 4 clasificadores: Regresión Logística, *XGBoost*, *Support Vector Machine* y *Complement Naïve Bayes*. Trabajamos en un entorno *Python* ³ y usamos *Numpy*², *Pandas*³ y bibliotecas *Scikit-Learn*⁴.

1 Van Rossum G, Drake FL. Manual de Referencia de Python 3. Scotts Valley, CA: CreateSpace; 2009.

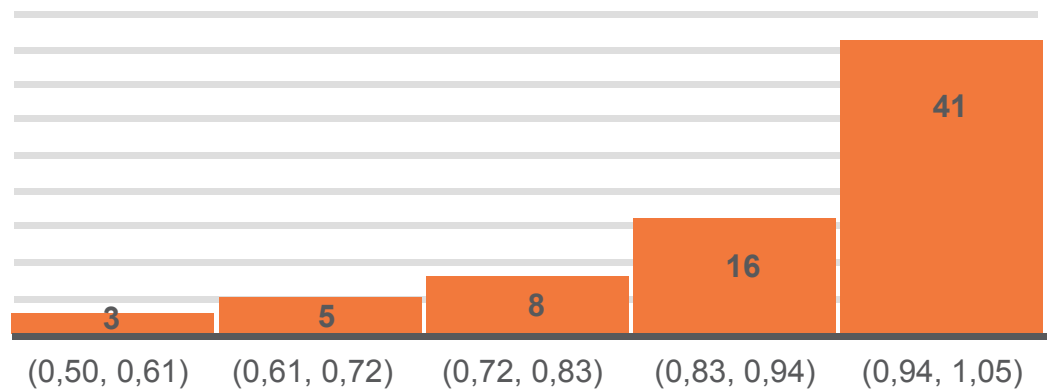
2 Harris, C. R., Millman, K. J., van der Walt, S. J. et al. Array programming with NumPy. Nature 585, 357-362 (2020). DOI: [10.1038/s41586-020-2649-2](https://doi.org/10.1038/s41586-020-2649-2). ([Enlace del editor](#)).

3 The Pandas Development Team. pandas-dev / pandas: Pandas. Zenodo,2020. Disponible en: <https://doi.org/10.5281/zenodo.3509134>.

4 Pedregosa et al. Scikit-learn: Machine Learning in Python, JMLR 12, pp. 2825-2830, 2011.

Los ensayos realizados con la muestra de 2000 archivos han demostrado que los mejores algoritmos pueden alcanzar más del 80% de sensibilidad y especificidad para la mayoría de las etiquetas (52 hasta ahora). Este resultado se consideró justo para el primer ciclo de pruebas y decidimos probar los clasificadores en un entorno de producción. Así, en el primer semestre de 2021, alrededor de 6800 expedientes de apelaciones tributarias de los contribuyentes fueron distribuidos a las oficinas de apelación después de ser clasificados y agrupados temáticamente.

Figura 1. Número de etiquetas en cada algoritmo etiquetando los intervalos de sensibilidad



Fuente: Proporcionada por los autores.

Como observación final, destacamos que habrá una distinción significativa en el tratamiento entre los reclamos tributarios recientemente presentados y los que ya están en inventario (que, al igual que los 6800 expedientes antes mencionados, están siendo tramitados actualmente por la administración). Recientemente se ha puesto en marcha una nueva interfaz para la recepción de las reclamaciones de los contribuyentes – “*e-Defesa*” - con la promesa de registrar como datos estructurados toda la información que hasta ahora sólo estaba disponible en lenguaje natural.

e-Defesa facilita la elaboración de una solicitud de apelación tributaria, presentando al contribuyente sugerencias de alegaciones relevantes para cada tipo de infracción incluida en la notificación de la declaración de impuestos, e indicando los documentos que deben entregarse a la RFB. Las infracciones fiscales, junto con las correspondientes contra-alegaciones, se codifican de manera comprensible, de modo que es necesario un uso mínimo de lenguaje natural y los puntos clave del proceso contencioso se pueden almacenar como datos estructurados.

Las tareas de clasificación se facilitarán considerablemente con la plena incorporación de los recursos de *e-Defesa* y, por lo tanto, se reformularán naturalmente. Sin embargo, el inventario de archivos antiguos todavía nos plantea la necesidad de hacer frente a las dificultades que surgen del procesamiento de secciones de texto largos. Esta es la razón de ser del presente proyecto y por la que seguimos investigando nuevas mejoras en los métodos de procesamiento del lenguaje natural.

1.2 Aprendizaje automático no supervisado para agrupar apelaciones tributarias

No podemos siempre esperar contar con expertos para etiquetar documentos manualmente. El etiquetado manual de los archivos de apelación de impuestos es una actividad reciente y que consume mucho tiempo. Por lo tanto, habrá situaciones en las que no haya etiquetas anteriores. En esos casos, los enfoques no supervisados son una buena herramienta que aplicar, especialmente teniendo en cuenta que los archivos de apelación tributarios contienen partes que resumen su contenido. El “*ementa*” (“resumen de la decisión”) es una lista breve y clara de los puntos jurídicos clave en discusión y refleja el punto de vista del oficial de apelaciones.

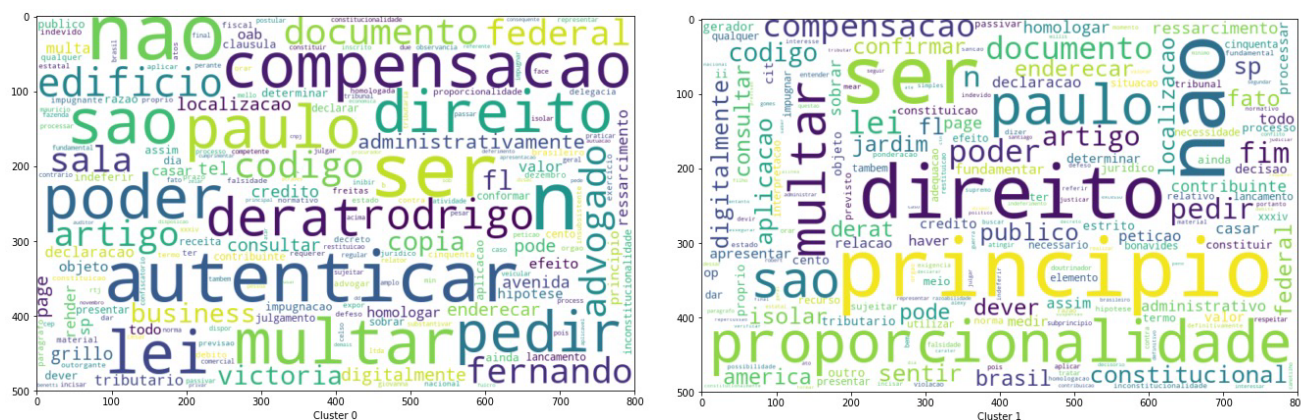
Por esa razón, se llevó a cabo una primera etapa utilizando no los textos completos, sino sólo el resumen de la decisión, porque entonces sería más fácil agrupar los archivos correspondientes. Se construyó un corpus con más de 120.000 decisiones. Se tomó una muestra de 2,279 archivos de apelaciones tributarias y se realizaron dos experimentos de agrupación, el primero para separar los archivos de Contribución Provisional sobre Transacciones Financieras (CPMF) de otros tipos de apelaciones y el segundo para identificar temas dentro de esos documentos. Las nubes de palabras generadas de esta manera ya tenían algún sentido para los especialistas. Aunque el resumen de la decisión solo se produce después de que se haya emitido la decisión y nuestro objetivo es agrupar los expedientes antes de distribuirlos para su análisis, el procedimiento está justificado: Al agrupar los expedientes de apelación basándose únicamente en el procesamiento en lenguaje natural de los resúmenes de la decisión (que son mucho más cortos que las solicitudes originales de los contribuyentes) hemos podido lograr agrupaciones relevantes de los expedientes. A continuación, podemos usar los identificadores de esos grupos como etiquetas en la tarea mucho más sencilla del aprendizaje supervisado. De esta manera, los objetivos de esta fase del proyecto se conectan naturalmente con el anterior.

Considerando que, primero se desarrolló una infraestructura lógica en términos de recolección de un corpus mínimo y conformación de una base de datos de léxicos y sinónimos de la lengua portuguesa para su uso futuro. A continuación, se trató una muestra de textos tomados de los expedientes de apelación para identificar similitudes temáticas utilizando esos textos como bolsas de palabras, después de una limpieza previa que llevó mucho tiempo, aunque no exhaustiva. Los textos limpiados fueron tokenizados y lematizados, se eliminaron las palabras vacías, se identificaron las entidades nombradas, pero aún así se detectó algo de ruido, como errores tipográficos y caracteres residuales.

Para agrupar esos recursos fiscales, hay que considerar que no son textos de un solo tema, porque un documento típico puede tener muchos temas, cada uno revelando un argumento de contribuyente diferente, aunque incluso relacionado entre sí. Se tomó un enfoque inicial al ignorar esa naturaleza multidisciplinaria y aplicar una matriz de palabras dispersas basada en la métrica ITF-DF para cada palabra y cada texto y algoritmos de agrupación de k-medias. Además, se intentó una mejora en esa métrica al considerar también la masa de probabilidad asociada con cada palabra tomando como referencia un corpus de todos los textos. Finalmente, para tratar la naturaleza de muchos temas, se aplicó una Asignación Latente de Dirichlet (ALD). Al tratarse de un método esencialmente empírico y cuyos resultados deben ser evaluados por los expertos que apoyan el proyecto, se eligió como visualización de salida las nubes de palabras de los grupos detectados, donde los expertos pueden comprobar si las palabras más prominentes definen un campo semántico relevante fácilmente asociado a un tema habitual para ese proceso de negocio.

La agrupación era algo consistente, pero no era suficiente, de ahí la opción de ir más allá intentando ALD. En este proyecto, aún no se ha aplicado un enfoque supervisado, pero es previsible para la siguiente etapa. Este proyecto es muy reciente y, a pesar de algunas perspectivas prometedoras y resultados parciales, no hay resultados definitivos que registrar y hacer públicos hasta el momento.

Figura 2. Ejemplos de nubes de palabras para dos de los clústeres identificados por el algoritmo



Fuente: Proporcionada por los autores.

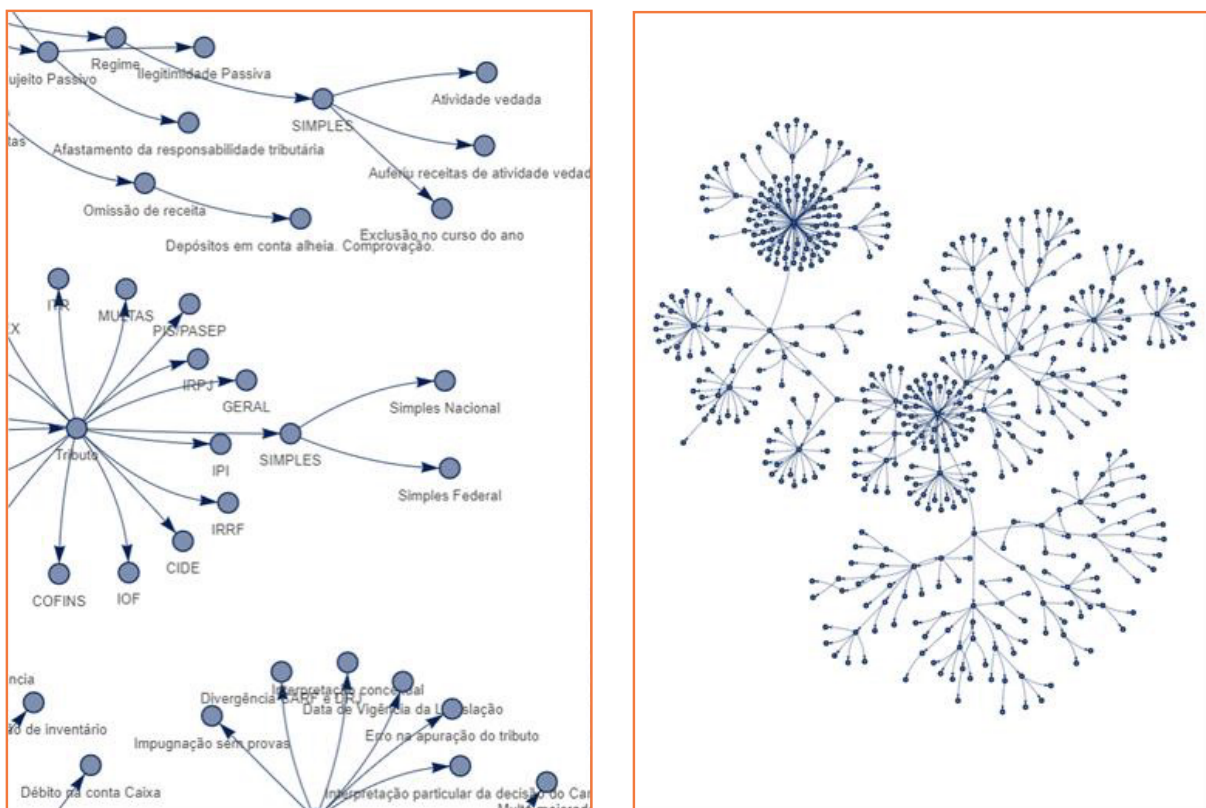
1.3 Interfaz de herramienta de gráficos para la agrupación de apelaciones tributarias y la supervisión de la distribución

Hasta aquí, el enfoque estaba principalmente en el desarrollo de algoritmos para el establecimiento automático de grupos de apelaciones tributarias para ser distribuidos, pero no se prestó atención a cómo las personas interactuarían con esas definiciones de agrupamiento. Por lo tanto, otra línea de frente consiste en desarrollar una interfaz gráfica para permitir a los usuarios corregir las sugerencias de los algoritmos.

Para que esta acción humana en las muchas etiquetas fuera eficiente, era necesaria la organización visual de la información. Se probó un modelo orientado a árboles, pero como las etiquetas aparecen en muchas ramas, optamos por el modelo de grafo acíclico dirigido (DAG).

Esta herramienta se está desarrollando como una interfaz basada en gráficos orientada por la usabilidad y algoritmos de red complejos para detectar patrones y mejorar la visualización. Un borrador de lo que podrían ser visualizaciones proporcionadas por esa herramienta se presenta en Figura 3.

Figura 3. Borrador de los diagramas de la interfaz de usuario de la herramienta gráfica (en desarrollo)



Fuente: Proporcionada por los autores.

Los usuarios pueden reorganizar las etiquetas y también asociarlas con archivos, a través de la interfaz que está en desarrollo.

Usando la estructura de DAG, los algoritmos pueden actuar simplemente: conociendo las hojas, conociendo todos los ascendentes. Como cada etiqueta está asociada con un problema de clasificación binaria, podemos predecir todas las etiquetas incluso si solo se indican las hojas.

2 Análisis de apelación tributaria

Si bien todas las actividades descritas hasta ahora se refieren a la recepción, tratamiento, selección y distribución de las apelaciones tributarias, se debe considerar otro grupo muy importante de actividades que están relacionadas con el análisis de los casos de apelaciones en sí.

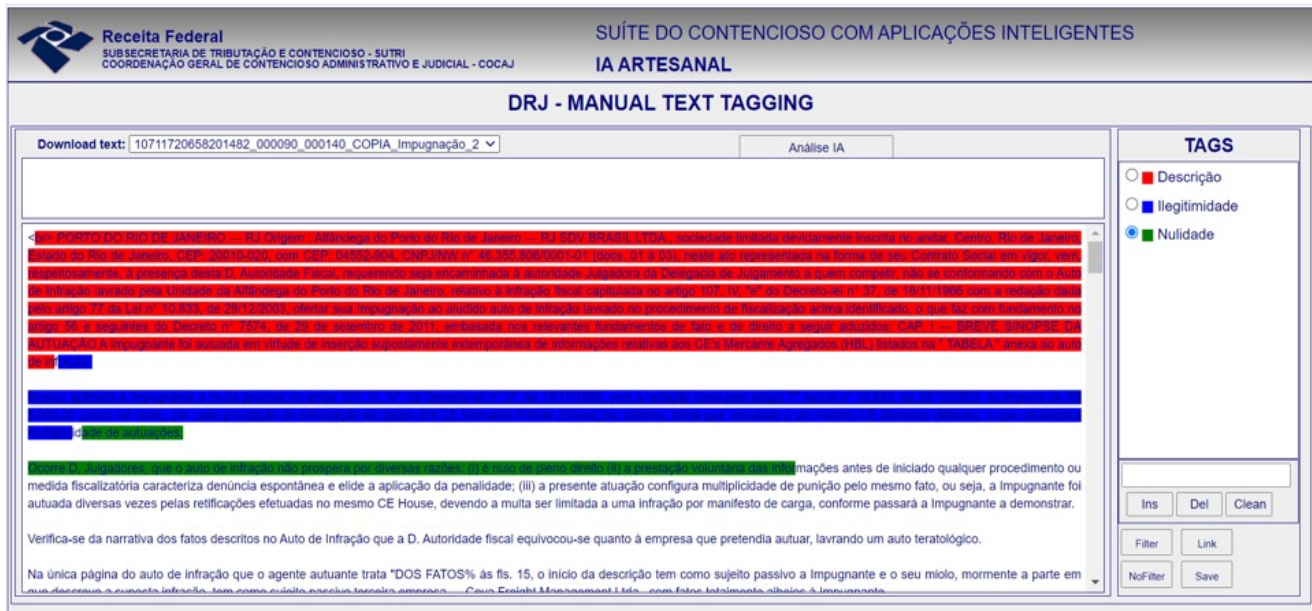
Desde la perspectiva del oficial de apelaciones, cada archivo de apelación debe estar preparado con todos los datos, información y conocimientos necesarios para su análisis completo y toma de decisiones, y todo eso en un formato listo para usar. Además, es mucho más eficaz si la carga de trabajo del proceso es lo más similar posible, permitiendo que el conocimiento adquirido y consolidado para analizar un archivo de apelación sea aplicado rápidamente por el juez a otros en el mismo grupo.

Por lo tanto, se diseñaron dos frentes diferentes para ayudar en la labor de los jueces administrativos: uno para desarrollar una herramienta basada en la interfaz de usuario para identificar temas dentro de los textos y similitudes entre ellos para hacer conjuntos más homogéneos de archivos de apelación que se distribuirán a cada oficial de apelación, y otro para recopilar información y conocimiento complementario (legislación, decisiones similares, etc.) basado en los temas identificados en cada archivo.

2.1 Herramientas de apoyo para el análisis de apelación tributaria

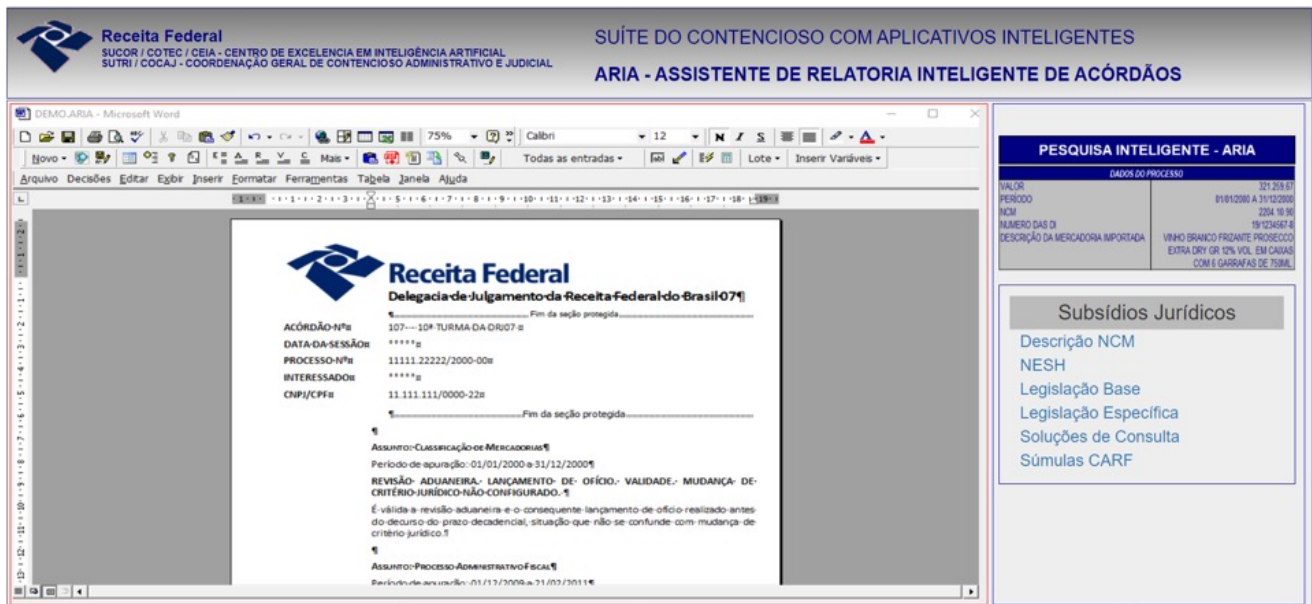
Actualmente estamos investigando nuevas herramientas de IA e interfaces de usuario correlacionadas aplicadas a los procedimientos de contencioso administrativo en el caso de las tasas aduaneras. Nuestro objetivo es mejorar la experiencia de usuario de los funcionarios a cargo de los análisis de apelaciones y decisiones. Las funcionalidades incluirán la detección de similitud de textos y la temática prospecto de decisiones similares. Se están desarrollando dos herramientas: 1) una para etiquetar textos, que pretende proporcionar material para el futuro aprendizaje temático de IA, y 2) otra para apoyar todo el proceso administrativo de análisis y decisión. Los borradores de esas herramientas se presentan en Figura 4 y Figura 5, respectivamente.

Figura 4. Interface de usuario de la herramienta de etiquetado de texto (en desarrollo)



Fuente: Proporcionada por los autores.

Figura 5. Borrador de la interfaz de usuario de la herramienta de apoyo al análisis de reclamos tributarios (en desarrollo)



Fuente: Proporcionada por los autores.

En las subsecciones 1.1 a 1.3, hemos explicado los esfuerzos actuales para clasificar temáticamente los expedientes de apelación tributaria. La herramienta de etiquetado descrita en la presente sección nos ayudará en la identificación y agrupación de partes de archivos para que podamos obtener un conocimiento siempre micro-granulado de documentos individuales, subsecciones de documentos individuales e incluso argumentos jurídicos que ocurren dentro de una subsección dada. Estos nuevos datos nos proporcionarán una gran cantidad de nuevas características que se utilizarán en las tareas de clasificación, al tiempo que constituyen el conjunto de capacitación de un sistema de recomendación que apoyará a los funcionarios de apelación al sugerirles piezas legislativas específicas y respuestas jurídicas típicas. El sistema de recomendación se integrará con una solución digna de un galardón que ya está en producción. “Decisões”⁵ es una interfaz de usuario construida en Word que facilita la redacción de decisiones de apelación al sugerir diseños adecuados, citas legales y textos.

2.2 Análisis de jurisprudencia

La experiencia brasileña con inteligencia artificial en contenciosos administrativos tributarios incluye la creación de un modelo para predecir el uso de *CARF’s BINDING LEGAL PRECEDENTS* (BLPs)⁶.

Las BLPS aceleran la actividad jurisdiccional a través de la estandarización de la jurisprudencia, es decir, sintetizan las decisiones pacíficas y dominantes de un tribunal y las hacen obligatorias. Además, el uso de BLPs reduce el número de apelaciones y permite sesiones de juicio más simples y rápidas (no cara a cara y virtuales).

El inventario de apelaciones tributarias administrativas en espera de una decisión es del orden de cientos de miles de millones de dólares⁷, con un tiempo medio de procesamiento de aproximadamente 3 años. Por lo tanto, la demanda de decisiones más rápidas es crítica.

5 Premio a la Creatividad de la Innovación de los Ingresos Federales de Brasil (3er lugar) - 2006.

6 Nogali, Patrick Moreira. Julgamento tributário agilizado com inteligência artificial: criação de modelo de predição de uso de súmulas do Conselho Administrativo de Recursos Fiscais (CARF). Monografía del curso (Especialización en Ciencia de Datos y Big Data) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2021.

7 Ver: <http://carf.economia.gov.br/dados-abertos/relatorios-gerenciais/2020/dados-abertos-202012-dezembro.pdf>

El uso de los BLPs, sin embargo, consume el tiempo de los oficiales de apelaciones, ya que requiere trabajo de investigación individual. Al crear un modelo de predicción de BLP, buscamos ahorrar tiempo de juicio a través del aprendizaje automático. El modelo predice, basado en documentos previos al juicio (informe de la sentencia) cuál de los 161 BLPs en vigor probablemente será agregado por el oficial de apelación más tarde.

Los BLP aplicados en las decisiones no se identifican de manera estructurada, pero podemos generar con confianza esta información aplicando expresiones regulares a su texto.

La aplicación de cada BLP fue tratada como un problema de predicción binaria separado. Se crearon modelos para cada uno de estos problemas en dos etapas del aprendizaje automático: Procesamiento del Lenguaje Natural (PNL) y Clasificación.

Esta vez, para facilitar nuestro trabajo, empleamos “Pycaret”, una herramienta que prueba varios modelos de PNL y clasificación simultáneamente⁸.

Los mejores modelos para cada BLP fueron producidos por diferentes algoritmos, por ejemplo, BLP #1 tenía mejores índices con Clasificador de Bosque Aleatorio, mientras que BLP # 2⁹, los más utilizados en el conjunto de datos, tenían mejores índices de precisión con *Ridge* y Regresión Logística y la precisión era variable, siendo satisfactoria en algunos casos, pero no en otros, como se ve en Tabla 1.

8 Ali, Moez. PyCaret: Una biblioteca de aprendizaje automático de código abierto y bajo en Python. 2020. <https://www.pycaret.org> . Acesso em 24/09/2021.

9 CARF BLP #2: “El CARF no es competente para pronunciarse sobre la inconstitucionalidad de una ley tributaria”

Tabla 1. Los mejores resultados para algunos BLP

BLP #	Ocurrencias	Mejor Modelo	Exactitud	Sensibilidad	Especificidad
2	22,14%	Ridge	0,8771	1,0000	0,8502
1	2,01%	Bosque Aleatorio	0,9980	0,8333	0,9816
157	0,06%	Bosque Aleatorio + Boost	0,9881	0,6000	0,9960
17	0,03%	Naive Bayes + Boost	0,9542	0,0435	0,9979

Fuente: Proporcionada por los autores.

Nota: En particular, las predicciones de los BLP poco utilizados siguen siendo débiles y, en el caso de los raros, los algoritmos tienden a predecir siempre que no se utilizarán, es decir, estiman que la probabilidad de que se utilicen es inferior al 50% para todos los archivos de apelación. Sin embargo, incluso en rangos bajos, las probabilidades varían y hay un gran stock de archivos de apelación que datan de la existencia de los BLP.

Planeamos comenzar un procedimiento de aprendizaje activo en el que un algoritmo pedirá a los oficiales de apelaciones que, entre los archivos viejos, etiqueten aquellos archivos cuyas probabilidades de estar relacionados con una etiqueta rara son más altas.

Una evolución planificada para este modelo es comenzar a hacer prospectos basados en otros documentos previos a la sentencia, como, por ejemplo, la impugnación de una notificación de infracción tributaria. Otra evolución será la previsión de citas de otros tipos de legislación que no son *CARF* BLPs.

Es necesario reconocer que el algoritmo funciona peor para los raros casos que pueden estar siendo olvidados, sin embargo, a medida que los oficiales de apelaciones reciben las sugerencias y confirman o no, el rendimiento tiende a mejorar.

3 Gestión estratégica y análisis de riesgos

A nivel táctico y estratégico, la presencia del análisis de riesgos se hace más evidente. Una de las razones es la naturaleza estadística adecuada del riesgo, que se cuantifica mejor cuanto más agregado es el nivel de perspectiva.

Por lo tanto, las herramientas de gestión y el análisis de negocios son medios muy poderosos para lidiar con el análisis y la gestión de riesgos.

3.1 Herramientas de gestión y análisis de negocios

Un análisis de riesgos sólido exige una gestión sólida basada en la información. Las herramientas de gestión de archivos de apelaciones tributarias se están reforzando en los últimos años en la Administración Tributaria Brasileña (RFB). Dos grandes impulsores para ello son la adquisición de una plataforma de soluciones integradas (office, comunicaciones, storage, analytics, etc.) de un proveedor de TI líder en el mercado y el impulso del desarrollo de software interno, incluidos algoritmos de IA, servidores y soluciones de intranet basadas en la web.

Otra dimensión extremadamente relevante en ese frente es el desafío de los datos y la información. Aunque la RFB tiene una gran cantidad de datos, al igual que cualquier otra gran organización en el mundo, esos datos se produjeron a lo largo de décadas de operación de sistemas transaccionales y, por lo tanto, están orientados al sistema transaccional, no al proceso de negocio o al usuario. Esto hace que sea mucho más difícil producir información útil y confiable para la gestión. En el pasado, no era inusual que el mismo informe sobre la misma información en dos sistemas diferentes proporcionara dos números diferentes.

En relación con ese tema, RFB inició una iniciativa de Gobernanza de Datos y creó grupos sectoriales y un comité para abordar el problema. Uno de los resultados de ese trabajo es la creación continua de bases de información que son bases de datos secundarias permanentemente actualizadas, orientadas al usuario y a las empresas. Esas bases de información serán la principal fuente de información para

las herramientas de gestión y de análisis de negocios, lo que garantizará la disponibilidad, coherencia y confiabilidad para los gerentes y, en consecuencia, para el análisis de riesgos.

Algunos resultados de esas iniciativas pueden verse en el caso ilustrativo que se describe en el tema siguiente.

3.2 Un caso de análisis y tratamiento de riesgos

Como reporte de caso en términos de análisis de riesgos, hay un proyecto realizado por la sede de la RFB que se centró en el riesgo relativamente alto de que los recursos fiscales se decidieran en contra de la Administración Tributaria, lo que representa una gran pérdida de tiempo y trabajo y una fuerte necesidad de cumplimiento interno. Ese riesgo se cuantificó parcialmente al considerar una muestra de más de 17,000 apelaciones con la decisión unánime desfavorable de la Administración Tributaria como primera etapa para tratarlo.

La etapa siguiente consiste en determinar cuáles son los problemas que plantean esos llamamientos para seguir planificando y adoptando medidas correctivas. Como analizar más de 17,000 consumiría demasiado esfuerzo, era obligatorio buscar ayuda en tecnología. Por lo tanto, el equipo del proyecto decidió un enfoque semi-supervisado de IA en el que una primera muestra pequeña sería etiquetada manualmente por especialistas y luego esa muestra sería sometida a algoritmos de clasificación en ciclos de mejora posteriores supervisados por especialistas que interactúan con el algoritmo por una interfaz de usuario adecuada.

Para ello, se tomó una muestra de 800 expedientes de reclamos tributarios y se sometió a un grupo de 11 jueces expertos, divididos por especialidad tributaria, y se les pidió que analizaran y marcaran esos expedientes con etiquetas adecuadas para indicar las principales causas de la pérdida y las posibles soluciones. En paralelo, se desarrolló una herramienta de etiquetado de interfaz de usuario de intranet basada en la web, y su primera versión estuvo disponible en medio del trabajo de etiquetado. Luego, todo el etiquetado realizado hasta este momento se insertó en esa herramienta y los etiquetadores comenzaron a usarlo.

Además del beneficio inmediato de organizar y registrar el etiquetado en una base de datos, hubo otros beneficios al proporcionar una herramienta de etiquetado única para todo el equipo de etiquetado, como unificar el lenguaje y las etiquetas y forzar la consolidación en línea para la estructura de etiquetado (al principio una estructura en forma de árbol que migró a un gráfico acíclico dirigido (DAG) más representativo).

Después de que se completó el etiquetado manual, el equipo entregó como resultado el etiquetado final de los 800 archivos y un informe que describe las situaciones relevantes encontradas y las dificultades en el proceso de etiquetado en sí para mejorar aún más la herramienta y la metodología de etiquetado. En esencia, señalaron algunos problemas en la administración tributaria que podrían tratarse inmediatamente independientemente de un análisis más profundo y que la herramienta debía ser más fácil de usar para interactuar con la estructura de la etiqueta. Ambas consideraciones generaron las acciones de corrección esperadas.

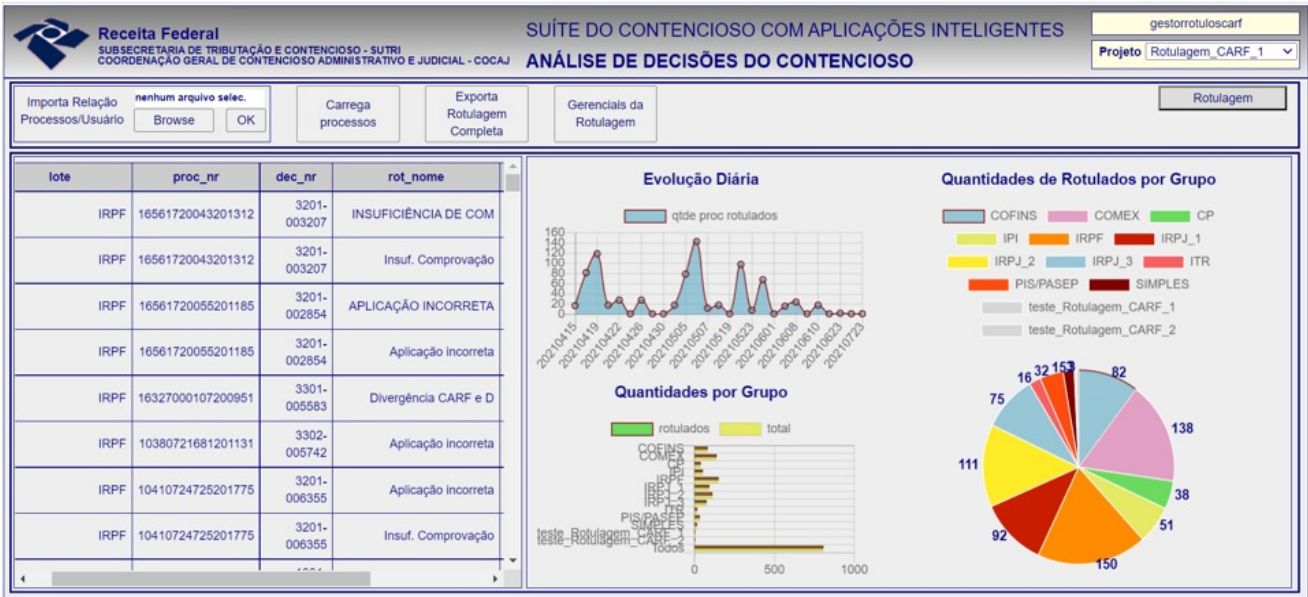
Ahora, una segunda etapa que trata otra porción de apelaciones tributarias sobre el reconocimiento de crédito se está ejecutando.

Figura 6. Herramienta de interfaz de usuario de etiquetado de archivos de apelación tributaria (versión 1.0)

Fuente: Proporcionada por los autores.

Nota: Pantalla de etiquetado. El panel izquierdo muestra el texto completo extraído del archivo de decisión pdf, mientras que el panel izquierdo muestra las etiquetas estructuradas en árbol y las etiquetas seleccionadas para aplicar a ese archivo específico. Los usuarios también pueden incluir nuevas etiquetas cuando sea necesario.

Figura 7. Interface de usuário de la herramienta de etiquetado de archivos de apelación tributaria (versión 1.0)

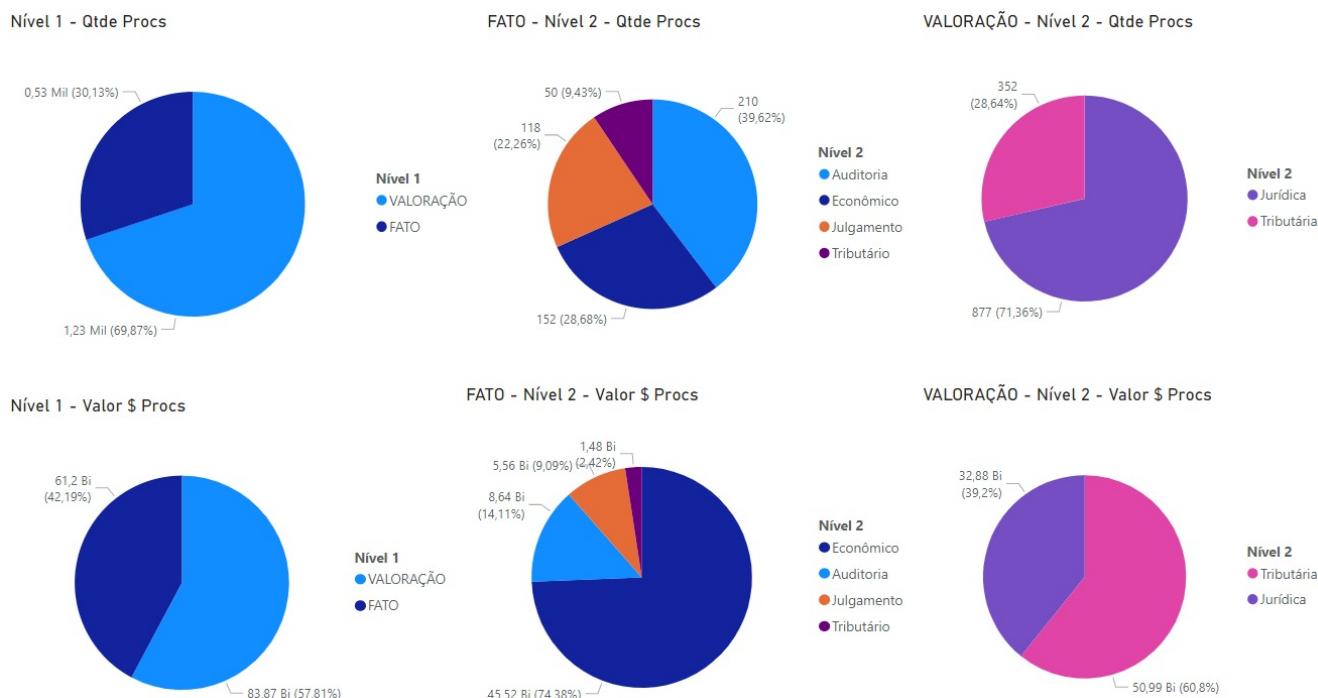


Fuente: Proporcionada por los autores.

Nota: Pantalla de administración. Muestra la evolución de la actividad de etiquetado por cada subgrupo de archivos.

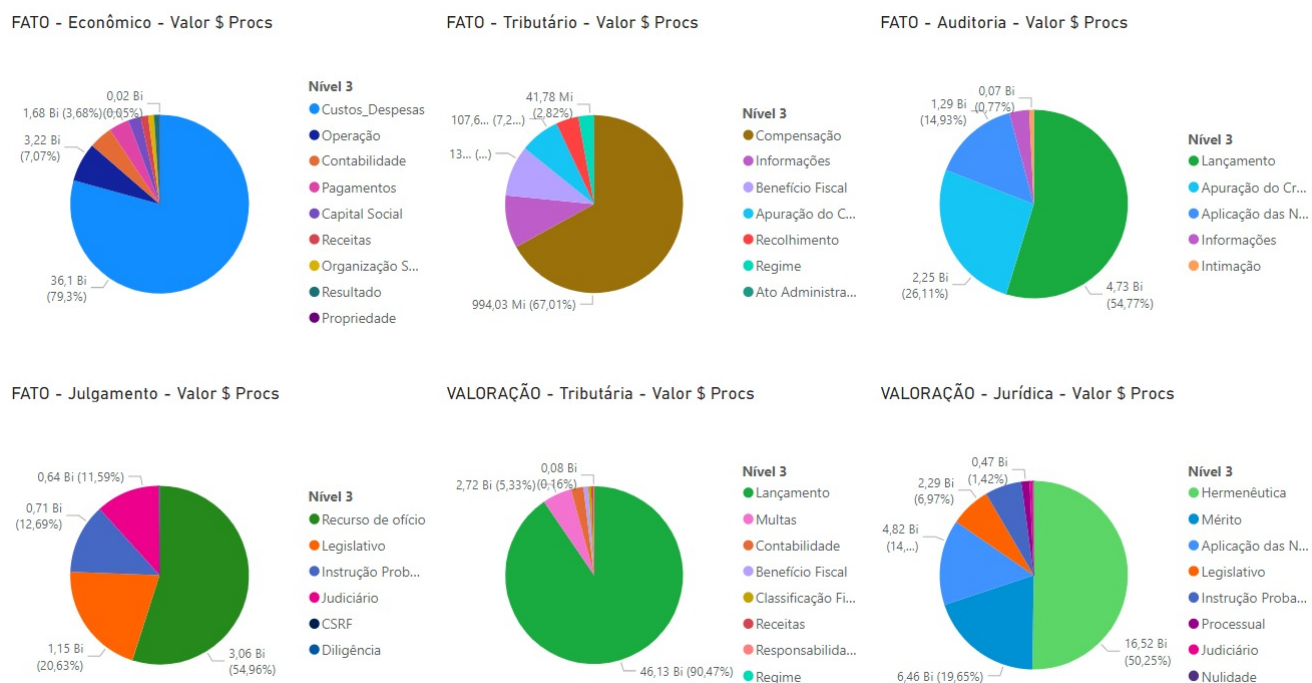
Los resultados obtenidos en esa primera etapa del etiquetado manual se pueden ver en Figura 8 y Figura 9. En resumen, se observó que las causas de la pérdida se concentraban en algunas categorías, como las cuestiones relacionadas con los costos de las empresas, las indemnizaciones tributarias y los errores en el proceso de auditoría. También se detectó una pérdida relevante en los recursos obligatorios que revela divergencias de aplicación de la ley entre las instancias. Se abordaron las medidas de corrección adecuadas para cada una de esas categorías.

Figura 8. Distribución de etiquetas entre los 800 análisis de apelaciones-Niveles 1 y 2 (etapa del proceso de administración tributaria)



Fuente: Proporcionada por los autores.

Figura 9. Distribución de etiquetas entre los 800 archivos de análisis-Nivel 3 (BRL total value valor)



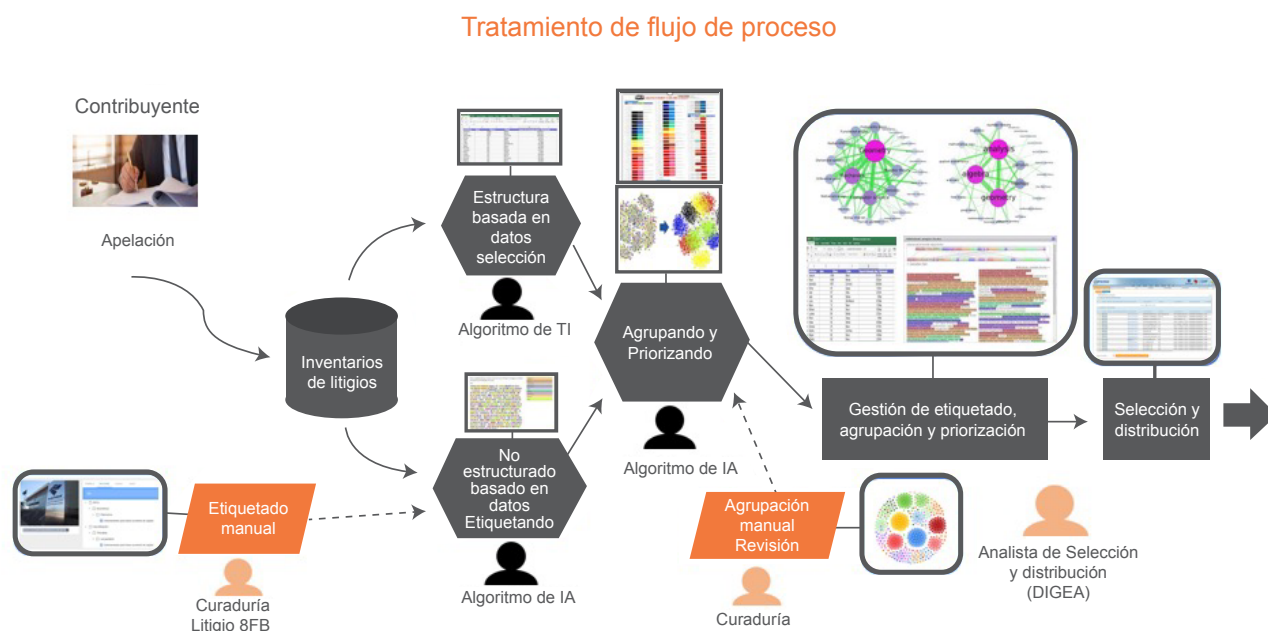
Fuente: Proporcionada por los autores.

4 Futuro

El análisis de riesgos y el enfoque de inteligencia artificial en *SUTRI* se está llevando a cabo desde una perspectiva sistémica. Hace aproximadamente un año se creó un programa y se designó como Suite de Litigios con Aplicaciones Inteligentes - *Suíte do Contencioso com Aplicações Inteligentes* (SCAI) que consiste no solo en aplicar puntualmente el análisis de riesgos y la IA a las apelaciones existentes, sino en remodelar gradualmente todo el macro-proceso contencioso para absorber lo mejor de esas áreas.

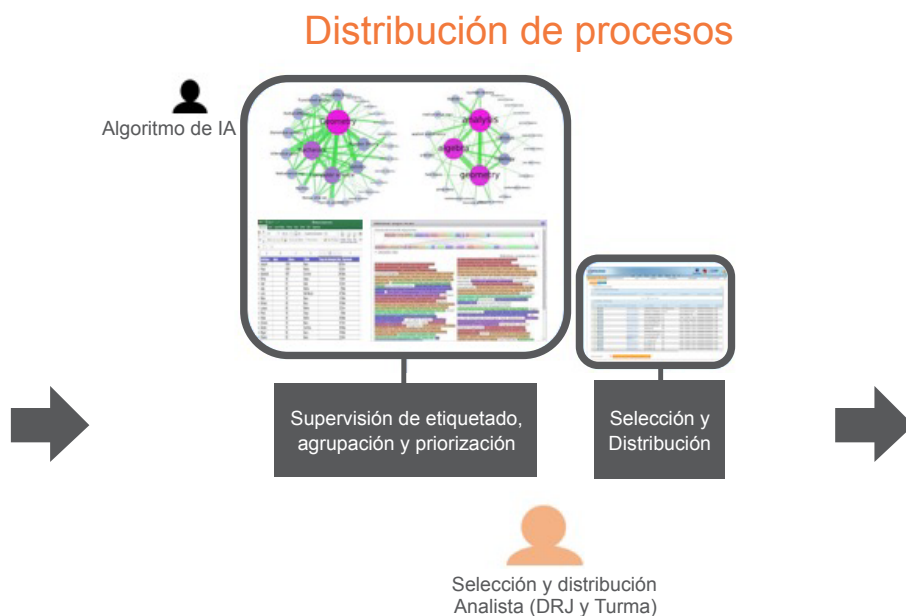
El programa contiene todas las iniciativas ya descritas y algunas otras que se desarrollarán próximamente, todas desde una perspectiva integradora. La visión de este programa se puede ver en las siguientes figuras.

Figura 10. Visión general del proceso contencioso desde el inicio hasta la distribución



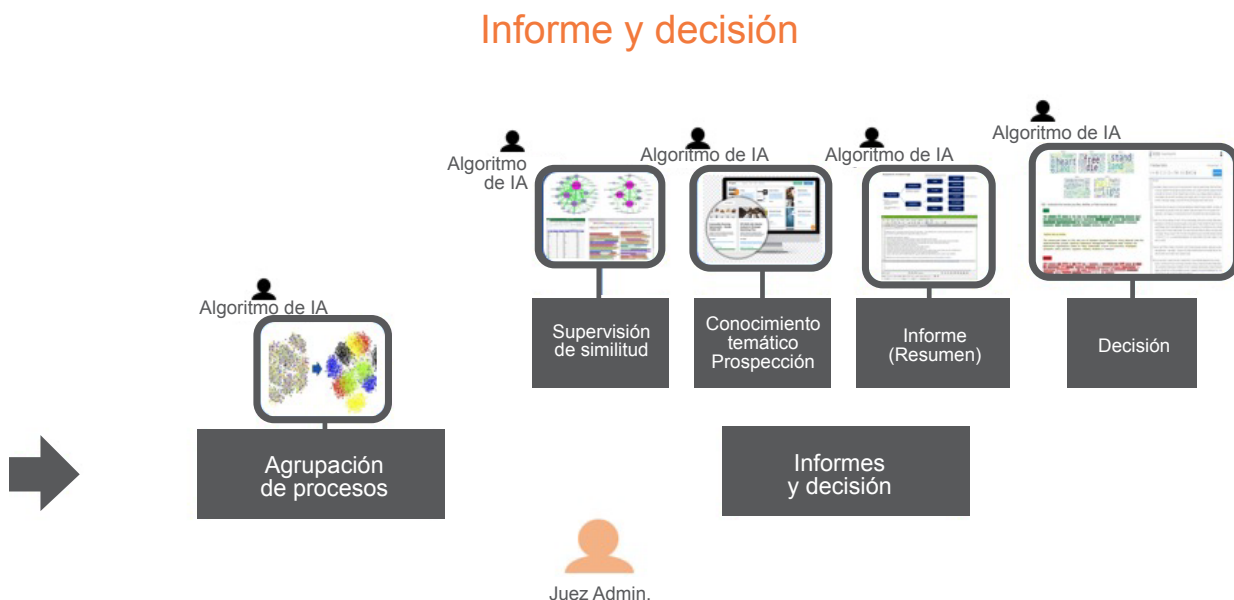
Fuente: Proporcionada por los autores.

Figura 11. Proceso Contencioso-Distribución de archivos de reclamos tributarios



Fuente: Proporcionada por los autores.

Figura 12. Proceso Contencioso



Fuente: Proporcionada por los autores.

Nota: Elaboración de informes y decisión (votación) por los jueces administrativos utilizando la herramienta de apoyo a la sentencia (Asistente de Relatoria con uso de Inteligencia Artificial - ARiA).

Figura 13. Proceso contencioso-gestión y análisis de riesgos por parte de gerentes operativos, tácticos y estratégicos



Fuente: Proporcionada por los autores.

C onclusión

La opción de abordar el análisis de riesgos y la inteligencia artificial como dos caras del mismo tema parece haber sido una buena elección hasta ahora.

Aunque las iniciativas han producido hasta ahora más beneficios locales, podemos ver el potencial de resultados abrumadores en el futuro. Un ejemplo se deriva del debatido caso de las pérdidas en los casos judiciales, en el que fue más fácil lograr resultados globales adoptando enfoques tecnológicos para el problema.

La Administración Tributaria brasileña tiene la intención de perseverar en esa dirección porque parece ofrecer excelentes expectativas.

R eferencias

Buitinck et al. API design for machine learning software: experiences from the scikit-learn project, 2013.

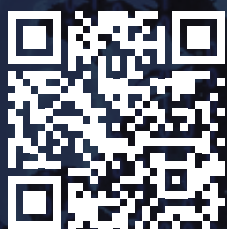
Harris, C.R., Millman, K.J., van der Walt, S.J. et al. (2020). Array programming with NumPy. Nature 585, 357–362 DOI: [10.1038/s41586-020-2649-2](https://doi.org/10.1038/s41586-020-2649-2). ([Publisher link](#)).

Nogali, P. M. (2021.). Julgamento tributário agilizado com inteligência artificial: criação de modelo de predição de uso de súmulas do Conselho Administrativo de Recursos Fiscais (CARF). Course monograph (Specialization in data Science and Big Data) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Belo Horizonte.

The Pandas Development Team. pandas-dev/pandas: Pandas. Zenodo, 2020. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3509134>.

Pedregosa et al. Scikit-learn: Machine Learning in Python, JMLR 12, pp. 2825-2830, 2011.

Van Rossum G, Drake FL. Python 3 Reference Manual. Scotts Valley, CA: CreateSpace; 2009.



Serie Documentos de Trabajo



CIAT

Secretaría Ejecutiva del CIAT

Apartado: 0834-02129, Panamá, República de Panamá

Teléfono: (507) 3072428

Fax: (507) 2644926

Correo electrónico: ciat@ciat.org

Sitio Web: www.ciat.org