

# Inteligência Artificial em Robôs de Software Aplicada em Processos Administrativos e Regulatórios do Setor Elétrico

Clayton H. da Costa\* Flavio L. Grando\* Bruna M. Mulinari\* Pedro Henrique M. Lisboa\*\*  
Luis Roberto O. Santos\*\* Fabio A. Guerra\* Milton P. Ramos\*

\*Instituto Gnarus, Itajubá/MG, Brasil

(email: {clayton.costa, flavio.grando, bruna.mulinari, fabio.guerra, milton.ramos}@tech2think.com.br)

\*\*Equatorial Energia, São Luiz/MA, Brasil

(email: pedro.lisboa@equatorialenergia.com.br, roberto.oliveira@nepen.org.br)

---

Abstract: Now a days, more and more the companies need to invest in new information and control technologies to ensure operation, management and performance. This text presents a research and development project that demonstrated the strategic advantage in the use of innovative techniques of Artificial Intelligence, Machine Learning and Robotic Process Automation (RPA-software robots) in administrative and regulatory activities in an energy distribution utility. The combination of these cutting-edge technologies was implemented in two company processes, the application cases reported in the following text. These cases demonstrate how these technologies can be used to add value to companies in short-, medium- and long-term benefits.

Resumo: Cada vez mais as empresas precisam investir em novas tecnologias da informação e controle para garantir operação, gestão e desempenho. Este texto apresenta um projeto de pesquisa e desenvolvimento que demonstrou a vantagem estratégica na utilização de técnicas inovadoras de Inteligência Artificial, Machine Learning e Robotização de Processos (RPA-robôs de software) em atividades administrativas e regulatórias em uma concessionária de distribuição de energia. A combinação destas tecnologias de vanguarda foi implementada em dois processos, cujos casos são relatados no texto a seguir. Estes casos demonstram como estas tecnologias podem ser empregadas para agregar valor às empresas com benefícios a curto, médio e longo prazo.

**Keywords:** Artificial Intelligence; Computer Vision; Machine Learning; RPA; Digital Transformation; Regulatory Management.

**Palavras-chaves:** Inteligência Artificial; Visão Computacional; Machine Learning; RPA; Transformação Digital; Gestão Regulatória.

---

## 1. INTRODUÇÃO

Observando a gestão cotidiana das organizações, que estão cada vez mais complexas, burocráticas e com alto volume de dados e informações, se faz necessária a introdução de tecnologias para análise, processamento e tomada de decisão em escala crescente. Na atual era dos dados, tecnologias como Inteligência Artificial (IA) e Machine Learning (ML/Aprendizagem de Máquina) assumem papel de protagonismo.

A nova geração da Inteligência Artificial (IA), intitulada de IA 2.0, tornou-se recentemente foco importante de pesquisa na área acadêmica e empresarial em razão de seu enorme potencial de aplicação e resultados promissores. A IA 2.0 orientada por dados está em crescente desenvolvimento criando sistemas inteligentes aplicados no setor elétrico (Cheng e Uy, 2019). Esta aplicação em energia é base crucial para o desenvolvimento econômico e social, destacando-se a observação dos processos empresariais pela concepção da Engenharia de Negócios e Sistemas de Informação (BISE - Business and Information System Engineering), que é a utilização eficaz e eficiente de sistemas de informação sociotécnicos aplicados na engenharia do negócio, com o

objetivo da melhoria do bem-estar social do indivíduo, grupos e da empresa.

Além das oportunidades desencadeadas pela inteligência computacional, o volume de tarefas que as empresas precisam executar, abrem caminho para a automação dos processos. Na prática, observa-se que as empresas possuem grande quantidade de atividades operacionais em todos os setores e distribuídos em múltiplas plataformas computacionais. A interação com diferentes profissionais, setores, ambientes externos e diferentes plataformas, dificulta a automação dos processos empresariais. A solução de automação para este cenário é viabilizada pela tecnologia de RPA (Robotic Process Automation), ou simplesmente, Robotização de Processos.

A tecnologia RPA pode ser definida como a automação de processos imitando a ação humana, via um robô de software o qual não possui interface e, portanto, não requer intervenção humana. Desta forma é possível a criação de sistemas computacionais em que integram por completo as ações que o humano realiza em seu ambiente digital (Siderska, 2020). Para isso um robô (robot ou bot) é fornecido por uma plataforma de RPA que conterà o descritivo computacional do processo e assim poderá reproduzir as tarefas de um humano com a finalidade de automatizá-las (Suriadia, *et al*, 2020) (Sönmez e

Börekçi, 2020). A RPA pode se destacar na execução de tarefas contendo várias etapas sem qualquer limite, pode lidar com dados estruturados e semiestruturados eficientemente e oferece agilidade em cada execução. Também pode ajudar a completar tarefas maçantes e repetitivas, o que ajudará a concessionária de energia na liberação deste profissional para atividades que agreguem mais valor para ambos (Lai, *et al*, 2020) (Pedretti *et al*, 2021).

Este trabalho apresenta o contexto das tecnologias de RPA, ML e IA e sua aplicação em processos de uma concessionária de energia no âmbito de um projeto do Programa de P&D da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), no qual foram desenvolvidas duas aplicações combinadas destas tecnologias.

## 2. AS TECNOLOGIAS ENVOLVIDAS ATRAVÉS DOS CASOS DE APLICAÇÃO

As plataformas de RPA têm sido descritas como uma tecnologia avançada pois procura englobar diferentes áreas, como a ciência da computação, engenharia e tecnologia da informação, com o objetivo principal de assumir tarefas repetitivas, operacionais e pouco atrativas (Willcocks, Lacity, e Craig, 2015) (Madakam, Holmukhe e Jaiswal, 2019). Assim, organizações podem realocar seu capital intelectual para áreas mais criativas e nobres, gerando uma otimização de tempo de trabalho, diminuição de erros, eficiência de resultados e até redução de custos. Por esses motivos, o RPA já tem sido implementado em diversos setores e em diferentes processos, como em (Dias, Pan and Tim, 2019).

Além da demanda interna da empresa, há uma demanda trabalho por fontes externas as quais influenciam na dinâmica do processo. Exemplo disso são as exigências regulatórias e administrativas que obrigam as empresas a adaptar-se a demanda dos órgãos reguladores. Para apoiar os processos desta natureza em concessionárias do setor elétrico, se faz necessário estabelecer um maior controle e eficiência sobre os instrumentos regulatórios e administrativos, bem como seus reflexos dentro da operação da empresa.

Este cenário é adequado ao uso de RPA, pois envolve interação com múltiplas ferramentas computacionais dentro e fora da empresa. Robôs de software também trabalham de forma rápida e ininterrupta, garantindo maior agilidade ao processo e cumprimento dos prazos.

Apesar dos benefícios, o RPA muitas vezes limita-se a processos não flexíveis, uma vez que o robô executa estritamente as operações ao qual foi programado, ou seja, sem análise ou tomada de decisão. Por outro lado, robôs de software podem embarcar técnicas de ciência de dados. Assim, unindo RPA, ML e IA, dá-se origem a Robotic Cognitive Automation (RCA) ou ainda, Robotização Cognitiva.

A combinação destas tecnologias de vanguarda possibilita a automação de processos complexos e com alto poder para processar informações. Com isso, um "robô inteligente" permite análise, processamento e validação do alto volume de dados principalmente aqueles que estão envolvidos em auditorias externas, além de dados de engenharia que necessitam ser enviados a órgãos reguladores.

Diante do exposto, naturalmente surge a pergunta: Como utilizar a IA para otimizar o valor da RPA? A resposta é demonstrada através de dois estudos de caso de aplicações reais na concessionária Equatorial Energia (Distribuição), sendo estes processos: "Financiamento de Padrão" e "Tratamento de Liminares".

### 2.1 Caso 01 – O processo "Financiamento de Padrão"

O processo administrativo selecionado denominado Financiamento de Padrão consiste em tratar do financiamento, pelos clientes, de itens para instalação (disjuntores, caixas de medição, etc). Em suma, o Financiamento de Padrão consiste em abrir o formulário preenchido pelo cliente ou colaborador em campo e cadastrar no sistema da empresa a quantidade de parcelas e os itens escolhidos. Apesar deste ser um processo simples e não muito demorado, a escolha para automatização se deu, além de ser uma atividade extremamente repetitiva e desinteressante para os colaboradores, devido ao volume razoável de casos a serem tratados periodicamente, vista a quantidade de clientes que a distribuidora de energia atende nos quatro estados nos quais atua.

A simplicidade da execução das atividades que estão envolvidas neste processo por um colaborador humano, porém, não implica na simplicidade de sua automatização. Um dos primeiros pontos de atenção quanto a isto é a alta frequência com que os formulários utilizados em cada estado são significativamente modificados. Outra característica bem relevante é a ausência de padronização na captura e salvamento dos formulários preenchidos. Isto se dá pois, na maioria das vezes, estes formulários são salvos em campo, utilizando a própria câmera de celular do colaborador contratado, o que faz com que cada arquivo gerado seja substancialmente diferente dos demais, com diferentes ângulos, cores, posições, tamanhos, etc, além de muitas vezes o formulário se encontrando entre outros documentos e formulários em um mesmo arquivo.

Visando solucionar os problemas supracitados, foram utilizadas técnicas de visão computacional para localização, leitura e interpretação dos formulários para posterior utilização de um robô de software (RPA) para cadastro no sistema da empresa (Sowmya, Soman e Deepika, 2014) Neema e Geetha, 2018).

#### 2.1.1 Visão Computacional

Para se determinar automaticamente quais campos estão marcados em determinado caso, o formulário foi dividido em duas seções de preenchimento, uma contendo os itens que podem ser escolhidos e outra contendo a quantidade de parcelas possíveis. Estas seções foram extraídas do documento original do formulário, o qual é impresso para preenchimento em campo, dando origem ao formulário que de fato é tratado (Figura 1). Em seguida é feita uma busca dessas seções em cada página do arquivo a ser tratado para que seja determinada a página na qual se encontra o formulário desejado. Tal busca consiste em passar as imagens das seções por toda a imagem de cada página, calculando a correlação cruzada a cada movimentação até que se encontre a maior. Isto indica, não somente a página correta, mas a localização aproximada de

cada seção desejada. Esta técnica, porém, é sensível a diversos fatores como cor, ângulo e escala. Portanto, as imagens passam por uma conversão para escala de cinza seguida de binarização e aplicação de filtro gaussiano. Além disso, as imagens de cada página são também testadas em diferentes escalas e ângulos, fazendo com que aumentem as chances de se encontrar cada seção.

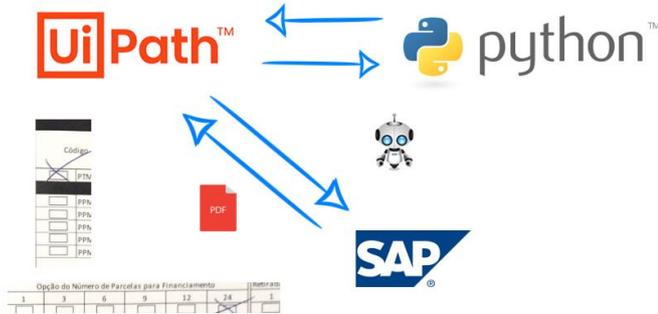


Figura 1 – Arquitetura da solução do processo “Financiamento de Padrão”

Em seguida é utilizado um ‘Detector de Cantos’ de Harris (Harris e Stephens, 1988) para se extrair características relevantes de cada seção de cada imagem, isto é, das seções extraídas do modelo original e suas equivalentes extraídas do formulário sendo tratado. As características extraídas são comparadas uma a uma entre os pares de imagens de cada seção, utilizando a métrica de índice de similaridade estrutural (Wang et al., 2004). O índice de similaridade estrutural (SSIM) foi concebido como uma métrica de qualidade de imagens que, conforme o nome sugere, é baseado no conceito de informação estrutural de uma imagem. Mais precisamente, a métrica é resultado da combinação de três características de imagens: luminância, contraste e estrutura, os quais estão representados em (1), (2) e (3), respectivamente.

$$l(x, y) = \frac{2\mu_x\mu_y + C_1}{\mu_x^2 + \mu_y^2 + C_1} \quad (1)$$

$$c(x, y) = \frac{2\sigma_x\sigma_y + C_2}{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + C_2} \quad (2)$$

$$s(x, y) = \frac{2\sigma_{xy} + C_3}{\sigma_x\sigma_y + C_3} \quad (3)$$

Nestas equações, ‘ $C_1$ ’, ‘ $C_2$ ’ e ‘ $C_3$ ’ são constantes; ‘ $\sigma_x$ ’ e ‘ $\sigma_y$ ’ são os desvios padrões das imagens  $x$  e  $y$ ; ‘ $\mu_x$ ’ e ‘ $\mu_y$ ’ são as médias de  $x$  e  $y$  e ‘ $\sigma_{xy}$ ’ é a covariância cruzada entre  $x$  e  $y$ . Ainda, é comum que se considere que a constante utilizada na equação da estrutura é aproximadamente a metade do valor da constante de contraste, conforme (4).

$$C_3 = \frac{C_2}{2} \quad (4)$$

Por fim, o índice de similaridade estrutural pode ser calculado combinando estas equações, como visto em (5).

$$SSIM(x, y) = \frac{(2\mu_x\mu_y + C_1)(2\sigma_{xy} + C_2)}{(\mu_x^2 + \mu_y^2 + C_1)(\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + C_2)} \quad (5)$$

A solução desta equação corresponde ao quão similar são as imagens  $x$  e  $y$ , sendo que o resultado ‘1’ indica que as imagens são perfeitamente idênticas e ‘0’, o contrário.

Os pares de características que demonstrarem um índice de similaridade estrutural superior a 80% são separados e os demais são descartados. Os conjuntos de pontos separados são utilizados na aplicação do método RANSAC (Fischler e Bolles, 1981) (do inglês Random Sample Consensus) visando a estimação dos parâmetros das transformações afins (ângulo de rotação, escala, translações vertical e horizontal e cisalhamento) que tornem as imagens extraídas dos formulários o mais semelhante possível das extraídas do modelo original. RANSAC é um algoritmo iterativo para estimação robusta que consiste em selecionar aleatoriamente um pequeno grupo de dados representativos e gerar um modelo utilizando, por exemplo, o método dos mínimos quadrados. Em seguida, o restante dos dados é comparado com o modelo gerado utilizando uma função custo para determinar o quão bem cada dado se adapta ao modelo. Caso uma quantidade mínima e pré-determinada de dados seja considerada bem adaptada, o modelo é considerado válido, caso contrário, repetem-se todos os passos.

Uma vez que os parâmetros tenham sido estimados, as transformações afins são aplicadas, resultando em imagens tão próximas das originais que a posição de cada campo é conhecida com suficiente precisão. Em seguida, basta que se verifique os pixels de preenchimento nos campos existentes em cada seção para determinar se estão, ou não, marcados. Por fim é realizada uma verificação do preenchimento detectado, avaliando se as combinações de parcelas e itens detectados como marcados são, de fato possíveis e coerentes.

Esta solução apresenta a vantagem de ser flexível, visto que quando houver alteração nos modelos dos formulários, basta a extração das seções no novo modelo e adequação dos parâmetros para sua utilização.

### 2.1.2 Robotização Cognitiva

A metodologia apresentada foi aplicada no processo “Financiamento de Padrão” através do método inteligente de ‘Visão Computacional’ e atendendo a todas as agências dos estados de Maranhão e Pará. As agências realizam o preenchimento manual do formulário que é digitalizado (por imagem). Assim o robô executa o algoritmo inteligente que identifica na imagem os campos do formulário retornando ao robô que cadastra no sistema de gestão as características do financiamento solicitado. Todas as atividades são realizadas dentro de um mesmo sistema e as ações são condicionadas apenas aos campos marcados no formulário.

Em suma o robô de software acessa o sistema, entra em notas de financiamento não finalizadas e extrai os anexos disponíveis. Em seguida, os anexos são enviados ao modelo de visão computacional que retorna as opções de financiamento marcadas pelo cliente. Com estas informações os campos na nota são preenchidos no ERP pelo robô e o caso é salvo e encerrado.

### 2.1.3 Resultados

O processo de automatização do financiamento de padrão foi testado em 406 casos, divididos em dois grupos, sendo o primeiro com 148 formulários corretos e preenchidos e o segundo com 258 arquivos problemáticos. Foram considerados casos problemáticos os que contém formulários sem preenchimento ou com preenchimento parcial; os que contém arquivos sem o formulário correto; e os que contém formulários desatualizados ou incorretos. Dentre os 148 casos do grupo um, 121 (aproximadamente 81.76%) foram interpretados corretamente, em 27 o modelo se considerou incapaz de identificar o formulário e zero foram interpretados incorretamente, isto é, em nenhum caso ocorreu o cadastro incorreto de financiamento no sistema, porém em 27 deles, o modelo foi incapaz de cadastrar qualquer coisa. No grupo problemático, o modelo não interpretou nenhum arquivo como pertencendo ao formulário correto, ou seja, também não houve o cadastro incorreto de financiamento.

Em relação ao tempo de execução, há uma grande variação devido aos cálculos das métricas do índice de similaridade estrutural, a estimação dos parâmetros das transformações afins e, principalmente, ao fato que o arquivo a ser tratado pode ter uma quantidade de páginas que pode variar de uma a mais de 20, fazendo com que a inferência dos campos marcados possa demorar de alguns segundos a vários minutos, com exemplos chegando a quase dez minutos em casos extremos. Por outro lado, este é um processo no qual a execução não é tão crítica, podendo ser programada para ser executada de noite, deixando o software de RPA livre durante o horário comercial para processos que requerem maior diligência, como é o caso do processo “Tratamento de Liminares” (jurídico) apresentado a seguir.

### 2.2 Caso 02 – O processo “Tratamento de Liminares”

Por diversos motivos, o desentendimento com alguns consumidores é recorrente em empresas do setor de energia que prestam serviços para milhões de clientes. Os casos mais

comuns são motivados por divergências na cobrança de uma ou mais faturas, potencializando a inadimplência e levando o consumidor ao corte de energia e negativação de crédito. Diante disso, o cliente busca a justiça a fim de reverter ou evitar estas situações. A justiça normalmente acata o cliente e declara a inversão do ônus da prova por condições de hipossuficiência do reclamante. Com isso, a concessionária é obrigada a mover grande força de trabalho para atender a dezenas de processos diariamente. Junto com os processos, são expedidas liminares para o cumprimento imediato que normalmente envolvem:

- Abstenção de interrupção ou reestabelecimento no fornecimento de energia;
- Suspensão na cobrança de faturas ou parcelamentos;
- Abstenção ou retirada de negativação (Serasa, SPC, BoaVista, etc.).

Nas liminares são estipulados prazos que normalmente variam entre 4 e 48 horas e multas que variam entre 1 e 30 salários mínimos. Este cenário exige resposta rápida por parte da empresa, pressiona seus colaboradores e desencadeia situações estressantes.

Diante deste cenário, este projeto de Pesquisa e Desenvolvimento buscou o uso modernas tecnologias para aliviar a carga de trabalho do setor jurídico, resolver atividades operacionais, agilizar o processo e liberar o colaborador para outras atividades (Dlamini et al, 2021). A metodologia consistiu no emprego de robôs de software (RPA) com mecanismos inteligentes (IA) para suportar a demanda de trabalho da Central de Soluções Jurídicas da empresa Equatorial Energia.

Algoritmos inteligentes foram desenvolvidos para ler e interpretar o conteúdo das liminares e auxiliar a tomada de decisão do robô que executa diversas tarefas em diferentes sistemas da empresa. O conceito é ilustrado na Figura 2, onde a inteligência artificial (IA) foi desenvolvida em linguagem Python e integrada ao robô (RPA), caracterizando a robotização cognitiva (RCA).

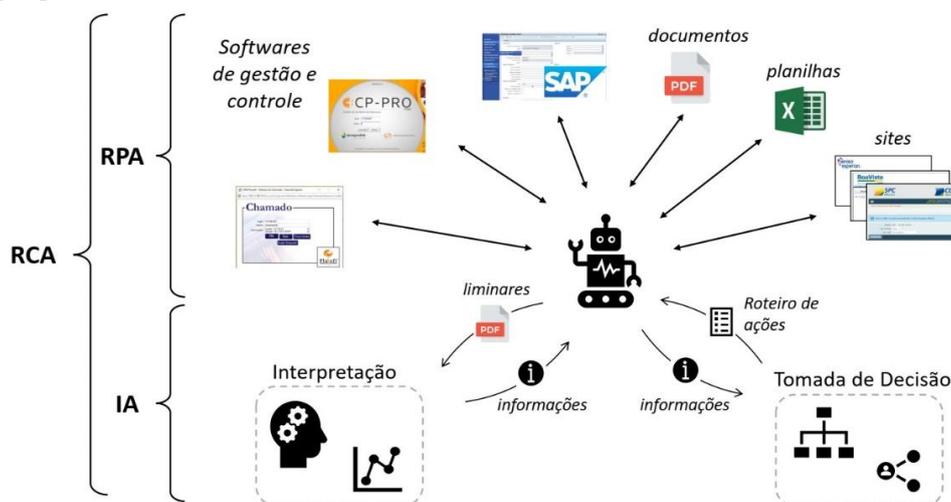


Figura 2 – Robotização Cognitiva empregada num processo de tratamento de liminares.

### 2.2.1 Inteligência Computacional

Os algoritmos inteligentes desenvolvidos para processar as informações das liminares foram segmentados basicamente em três etapas conforme ilustra a Figura 3. Nas etapas 1 e 2 são utilizadas ferramentas baseadas em Machine Learning e na etapa 3 são empregadas técnicas de mineração de texto.

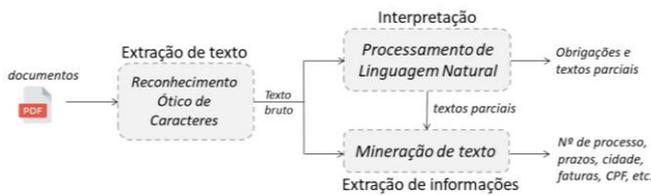


Figura 3 – Processamento de documentos com mecanismos de inteligência computacional.

As liminares são documentos escaneados e, portanto, imagens de texto em formato PDF. Com isso faz-se necessário o uso do Reconhecimento Óptico de Caracteres (OCR) para extração do texto presente nos documentos. OCR é uma tecnologia para converter texto manuscrito, digitado, escaneado ou texto dentro de imagens em texto legível por máquina. Neste projeto, utilizou-se o modelo de OCR Tesseract, o qual é baseado num modelo de Rede Neural Recorrente (RNN) (Smith, 2007). Para otimizar o desempenho do OCR, foram utilizados filtros de imagem como filtros de ruído, conversores de escala e binarização.

Uma vez que o texto é extraído, pode ser processado nas etapas seguintes. Vale ressaltar que todo caractere presente no documento é convertido em caractere legível (string). Isso inclui cabeçalhos, rodapés, carimbos, anotações a mão, símbolos, etc. e, portanto, grande quantidade de informação que não faz parte dos objetivos. Com isso, a etapa subsequente envolve a aplicação de filtros de texto para retirar ou converter conteúdo que prejudica o processo de interpretação e identificação de informações.

O texto de uma liminar pode ser caracterizado como não-estruturado, sempre com termos específicos da área jurídica e considerado complexo para interpretação através de máquinas. O texto da liminar pode ser curto (1 página) ou longo (superior a 50 páginas), onde uma ou mais obrigações são citadas para cumprimento por parte da concessionária. Nesta etapa, foram utilizadas ferramentas de Processamento de Linguagem Natural (PLN) para localizar e interpretar as obrigações em meio ao texto da liminar. O núcleo de PLN utilizado neste projeto é composto pelo método TF-IDF que combinado com uma árvore de decisão, possibilita extrair características e classificar os documentos de acordo com as obrigações judiciais.

O TF-IDF é uma estatística numérica que se destina a refletir a importância de uma palavra para um documento em uma coleção ou corpus. Muitas vezes, é usado como um fator de ponderação em pesquisas de recuperação de informações, mineração de texto e modelagem de usuário. O valor TF-IDF aumenta proporcionalmente ao número de vezes que uma palavra aparece no documento e é compensado pelo número

de documentos no corpus que contém a palavra, o que ajuda a ajustar o fato de que algumas palavras aparecem com mais frequência em geral e, portanto, não são discriminativas o suficiente para diferenciar um tipo de documento de outro (consequentemente, diferenciar uma obrigação de outra). A Figura 78 ilustra o conceito do TF-IDF, onde termos que aparecem em muitos documentos tem sua relevância reduzida.

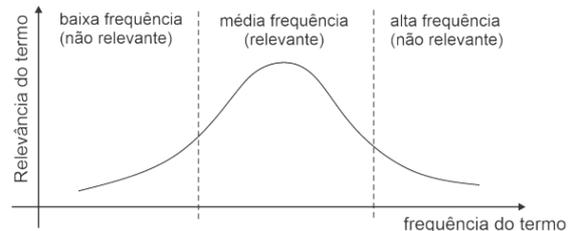


Figura 4 – Ilustração do conceito TF-IDF.

O TF-IDF é o produto de duas estatísticas, frequência de termo (TF) e frequência inversa de documento (IDF). Na primeira parte,  $TF(t; d)$  pode ser definida como a frequência do termo  $t$ :

$$TF(t, d) = \frac{f_{t,d}}{\sum_{t' \in d} f_{t',d}} \quad (6)$$

onde  $f_{t,d}$  é contagem de um termo em um documento, isto é, o número de vezes que o um termo  $t$  ocorre em um documento  $d$ . Já a frequência inversa do documento (IDF) é uma medida de quanta informação a palavra fornece, ou seja, se é comum ou rara em todos os documentos. É a fração inversa escalada por logaritmo dos documentos que contém a palavra:

$$IDF(t, D) = \frac{N}{|\{d \in D : t \in d\}|} \quad (7)$$

onde  $N$  é o número de documentos no corpus,  $N = |D|$  e  $|\{d \in D : t \in d\}| = n_t$  é o número de documentos onde o termo  $t$  aparece, ou seja,  $TF(t; d) \neq 0$ .

Finalmente, o TF-IDF pode ser obtido pelo produto das estatísticas anteriores:

$$TF - IDF(t, d) = TF(t, d) \cdot IDF(t, D) \quad (8)$$

Esta técnica possibilita atribuir valores numéricos para os elementos textuais e, portanto, pode ser explorada como um extrator de atributos e consequente aplicação de técnicas de *machine learning*. O resultado é exemplificado pela Figura 4.

Dicionário:	reclam	abstenh	realiz	cort	fornec	energ	elétric	inclu	autor	...
documento 1	2.376	2.677	6.599	0.000	6.599	10.998	8.798	2.376	2.200	...
documento 2	0.000	0.000	4.399	2.677	2.200	6.599	6.599	4.751	2.200	...
documento 3	2.376	0.000	2.200	0.000	2.200	4.399	2.200	0.000	2.200	...

Figura 5 – Ilustração do conceito TF-IDF.

Esta matriz de atributos é utilizada para treinar um modelo classificação baseado em Árvore de Decisão para classificar os documentos de acordo com suas obrigações jurídicas.

Junto com as obrigações, outras informações presentes na liminar são fundamentais para a execução das atividades. Para

isso, uma última etapa de mineração de texto (Friedl, 2009) foi desenvolvida para extração de informações de suporte. Estas informações envolvem: número do processo, nome do autor, conta contrato, município, estado, prazo, número de faturas, datas, número de documentos, entre outros.

### 2.2.2 Robotização Cognitiva

A partir das informações extraídas da liminar, o robô realiza consultas no sistema da concessionária para verificar a situação do consumidor. De posse de todas as informações necessárias, são elencadas as ações que devem ser executadas. Com isso, o robô foi desenvolvido para operar as seguintes plataformas:

- SAP CRM: abertura de notas de serviço (religamento) e consulta de faturas;
- SAP CCS: bloqueio de faturas ou conta e consulta de notas de serviço (corte ou religamento);
- Sistemas WEB: consulta ou retirada de inadimplentes como SERASA e SPC;
- Microsoft Outlook: envio de e-mail para áreas responsáveis pelas atividades;
- Microsoft Excel: armazenamento de informações do processo (como lista de e-mails, localidades e áreas responsáveis);
- Microsoft Sharepoint: status e compartilhamento de arquivos do processo (evidências).

Toda liminar é listada no Sharepoint onde os colaboradores podem visualizar o status de cada processo e acessar os arquivos de evidências quando concluídos.

### 2.2.3 Resultados

Foram avaliados mil documentos com reconhecimento total ou parcial das informações. Os documentos processados tem entre 1 e 60 páginas, cujo conteúdo corresponde a decisão judicial e outros documentos anexados, como faturas de energia, documentos dos clientes e outros despachos judiciais. A Figura 5 apresenta o desempenho do algoritmo no reconhecimento das obrigações de 475 liminares.

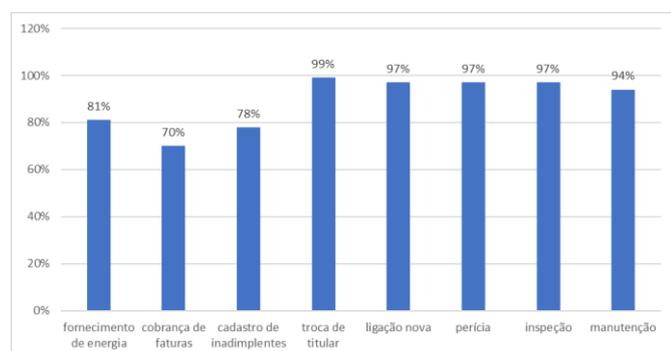


Figura 6 – Desempenho de classificação para cada tipo de obrigação.

O desempenho global do algoritmo para leitura e interpretação é de 87%, com tempos de processamento que variam entre 2 e

90 segundos, dependendo do número de páginas, qualidade do scanner e conteúdo anexado.

Já o tempo de execução do robô depende das tarefas que precisam ser realizadas e tempo de resposta dos sistemas operados. Estima-se ganhos de tempo com 30% a 80% dependendo do caso. Ressalta-se que durante a execução do robô, o colaborador é liberado para outras atividades.

Diante disso, a automação empregada tem impactos diretos na produtividade, com redução de Homem-Hora e redução de Tempo do Processo. Adicionalmente, em dias de alta demanda de liminares, menos colaboradores precisam ser alocados para tratar a atividade.

Outros benefícios devem ser observados a longo prazo como resposta rápida para o cliente e o cumprimento das obrigações dentro dos prazos da liminar. Portanto, impactando na Redução do Índice de Reclamações e Redução de Perdas Indenizatórias.

### 2.3 Discussão

As principais atividades robotizadas utilizando RPA normalmente são as de caráter repetitivo, com grande volume de trabalho, baseadas em regras e padrões de dados bem estabelecidos e com pouca ou nenhuma mudança processual em curtos períodos de tempo. Também vale destacar a importância da priorização das atividades a serem automatizadas segundo este princípio de escolha de processos. Ainda que existam várias atividades que atendam um ou mais critérios dos citados, é pouco viável que todas sejam automatizadas ao mesmo tempo. Ainda, a robotização de processos não se limita apenas às atividades citadas com regras bem estabelecidas. A junção do RPA com métodos de inteligência artificial (IA), por exemplo, permite que se expanda o horizonte de atividades automatizáveis, passando a incluir tarefas que necessitem de análise de dados históricos, reconhecimento de padrões, percepção e diversos outros conceitos cognitivos.

Os resultados obtidos com este projeto de P&D demonstraram que a integração de processos regulatórios e administrativos complexos com robôs de software a partir de técnicas de Inteligência Artificial, além viável é muito interessante para a organização, pois sedimenta procedimentos, assume atividades puramente manuais e repetitivas, e até contribui no desempenho operacional da empresa.

A robotização dos processos utilizados no projeto como ‘campos de teste e de validação’ apresentou bons resultados práticos e abriu outras oportunidades de Robotização Cognitiva de Processos (RCA = RPA + IA). No aspecto pesquisa ainda poderão haver outros resultados e desdobramentos a serem conduzidos pela própria equipe da Equatorial Energia.

## 3. CONCLUSÕES

Uma consequência praticamente inevitável após o uso do RPA é a inserção de algoritmos de Inteligência Artificial (IA) e Machine Learning (ML) em robôs de software originando o RCA. O uso puro de RPA não envolve tomadas de decisão, portanto, algoritmos inteligentes devem ser implementados. O

RCA tem um alcance maior, podendo automatizar atividades que requerem noções mais próximas do raciocínio e cognição humana, utilizando para isso diversas subáreas de conhecimento da inteligência artificial, tal qual: aprendizado de máquina, processamento de linguagem natural e reconhecimento de imagens. Ambas as tecnologias de automação de processos citadas estão em crescente adoção por empresas dos mais diversos segmentos. Diversas dessas empresas, têm reportado melhoras significativas, tanto do ponto de vista financeiro quanto processual. As organizações de hoje dependem fortemente de IA e ML para fornecer a desejada transformação digital que não substitui humano, mas viabiliza o desenvolvimento humano com uma ferramenta que aprimora e acelera essa transformação.

Com o aprimoramento da tecnologia de robotização de processos (RPA), o potencial para otimizar processos em todo o mundo dos negócios está crescendo significativamente. Enquanto os desenvolvedores trabalham para construir uma solução customizada para os processos internos, as empresas não precisam esperar por nova plataforma e podem implementar uma solução de RPA, o que economizará tempo e custo para a empresa. Devido ao escopo de sua aplicação, a robotização de processos está sendo amplamente utilizada em diferentes domínios e setores como: energia, manufatura, varejo, análise, aviação, petróleo e gás, e jurídico. A experiência advinda do projeto para a concessionária permitiu a abertura de diversas outras aplicações usando as técnicas e ferramentas aqui apresentadas, indicando a maturidade da empresa nas aplicações de Inteligência Artificial, Ciência dos Dados e Robôs de Software.

#### AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi financiado pelo Programa de Pesquisa e Desenvolvimento da Equatorial Energia, através de um projeto regulado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Os autores gostariam de agradecer a Equatorial Energia e a ANEEL pela oportunidade e suporte.

#### REFERÊNCIAS

- Cheng, L. and Yu, T. (2019). A new generation of AI: A review and perspective on machine learning technologies applied to smart energy and electric power systems. *In: Wiley Energ Res*, p. 1-46. DOI: 10.1002/er.4333.
- Dias, M., Pan, S. and Tim, Y. (2019). Knowledge Embodiment of Human and Machine Interactions: Robotic-Process-Automation at The Finland Government. [aisel.aisnet.org](http://aisel.aisnet.org).
- Dlamini, G., Kholmatova, Z., Kruglov, A., *et al.* Meta-analytical Comparison Of SVM and KNN for Text Classification. 2021 International Conference "Nonlinearity, Information and Robotics" (NIR), pp.1-6, 2021.
- Fischler, M. A. and Bolles, R. C. (1981). Random sample consensus: a paradigm for model fitting with applications to image analysis and automated cartography. *In: Communications of the ACM*, vol. 24, 6, 1981, pp. 381–395.
- Friedl, J. (2009). *Mastering Regular Expressions*. 3rd ed., O'Reilly Media.
- Harris, C. and Stephens, M. (1988). A Combined Corner and Edge Detector. *Alvey Vision Conference*, 1988. Vol. 15.
- Lai, J-P., Chang Y-M, et. al. A Survey of Machine Learning Models in Renewable Energy Predictions. *Appl. Sci.* 2020: 1-20. doi:10.3390/app10175975
- Madakam, S., Holmukhe, R. M and Jaiswal, D. K. (2019). The Future Digital Work Force: Robotic Process Automation (RPA). *Journal of Information Systems and Technology Management*.
- Mikolov, T., Chen, K., Corrado, G. and Dean, J. (2013). Efficient Estimation of Word Representations in Vector Space, arXiv preprint arXiv:1301.3781.
- Neena, A., Geetha, M.: Image classification using an ensemble-based deep CNN. *In: Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol. 709, pp. 445–456 (2018)
- Özlen Erkal Sönmez & Dilek Yılmaz Börekçi. A Conceptual Study on RPAs as of Intelligent Automation. *Springer Nature Switzerland*. 2020: 65–72. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-23756-1\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-030-23756-1_10)
- Pedretti A., Santini M., Scolimoski J., et al. Robotic Process Automation Extended with Artificial Intelligence Techniques in Power Distribution Utilities. *In Braz Arch Biol Techn (BABT)*. 2021; 64: 1-12. <https://doi.org/10.1590/1678-4324-75years-2021210217>
- Siderska, J. (2020). Robotic Process Automation – a driver of digital transformation? *In: Engineering Management in Production and Services*, 2020, 12(2), p. 21-31. doi: 10.2478/emj-2020-0009.
- Smith, J. (2007). An Overview of the Tesseract OCR Engine. *Proceedings of the Ninth International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2007)*. Curitiba, Brazil, 2007.
- Sowmya, V., Soman, K.P., Deepika, J.: Image classification using convolutional neural networks. *Int. J. Sci. Eng. Res.* 5(6), 1661–1668 (2014)
- Sparck Jones, K. (1972). A statistical interpretation of term specificity and its application in retrieval. *In: Journal of Documentation*, Vol. 28 No. 1, 1972, p. 11-21.
- Syed R, Suriadia S, Adamsa M, et al. Robotic Process Automation: Contemporary themes and challenges. *Elsevier, Comput Ind.* 2020;115:1-15. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2019.103162>
- Wang, Z., Bovik, A. C., Sheikh, H. R. and Simoncelli, E. P. (2004). Image quality assessment: from error visibility to structural similarity. *in IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 13, 4, pp. 600-612, 2004.
- Willcocks, L., Lacity, M. and Craig, A. (2015). The IT Function and Robotic Process Automation. *The Outsourcing Unit Working Research Paper Series*, 2015, no. October, p. 1–38.