

VINICIUS AUGUSTO GRANDE

**Desenvolvimento de um sistema para tomada de decisão sobre a automatização de
processos de negócio utilizando sistema de inferência *fuzzy***

Vinicius Augusto Grande

Desenvolvimento de um sistema para tomada de decisão sobre a automatização de processos de negócio utilizando sistema de inferência *fuzzy*

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá.

Orientador: Prof. Dr. Renato de Campos
Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Ana Lúcia Figueiredo Facin

Guaratinguetá - SP
2021

	Grande, Vinicius Augusto
G751d	Desenvolvimento de um sistema para tomada de decisão sobre a automatização de processos de negócio utilizando sistema de inferência Fuzzy / Vinicius Augusto Grande – Guaratinguetá, 2021. 96 f : il. Bibliografia: f. 83-92 Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2021. Orientador: Prof. Dr. Renato de Campos Coorientadora: Profª. Drª Ana Lúcia Figueiredo Facin 1. Processo decisório. 2. Automação. 3. Software de sistemas. I. Título.
	CDU 65.012.4

VINICIUS AUGUSTO GRANDE

ESTA DISSERTAÇÃO FOI JULGADA ADEQUADA PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO
DE
“MESTRE EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO”

PROGRAMA: ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO: MESTRADO PROFISSIONAL

APROVADA EM SUA FORMA FINAL PELO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO

Prof^a. Dr^a. Gislaine Cristina Batistela
Coordenador(a)

BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. RENATO DE CAMPOS
Orientador - UNESP
participou por videoconferência



Prof. Dr. ANTÔNIO AUGUSTO CHAVES
UNIFESP
participou por videoconferência



Prof^a. Dr^a. GISLAINE CRISTINA BATISTELA
UNEPS
participou por videoconferência

Novembro de 2021

DADOS CURRICULARES

VINICIUS AUGUSTO GRANDE

NASCIMENTO	02.06.1991 – Ariquemes / RO
FILIAÇÃO	Edivaldo Grande Aparecida Zerbinato Bezerra Grande
2010/2013	Bacharel em Ciência da Computação Universidade Estadual Paulista – Campus Rio Claro
2019/2021	Mestrado Profissional em Engenharia de Produção Universidade Estadual Paulista – Campus Guaratinguetá

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por me capacitar e dar sabedoria em todos os momentos.

À minha esposa, Nathalia, a maior incentivadora dos meus sonhos e projetos. Mesmo sabendo que a jornada não seria fácil, não poupou esforços para me proporcionar o ambiente necessário para que cada uma das etapas e objetivos fossem alcançados. Agradeço ao meu filho, Davi Vinicius, que se tornou meu maior motivador, mesmo em seus quatro anos de idade.

Agradeço a parceria entre a instituição bancária, objeto de estudo, e à UNESP pela parceria a qual permitiu que eu ingressasse no Mestrado Profissional em Engenharia de Produção. Esta oportunidade foi excepcional ao propiciar a oportunidade em utilizar experiências acadêmicas e práticas do mercado em conjunto para alcançar os objetivos propostos.

Ao professor Dr. Renato de Campos, designado como meu orientador no processo de obtenção do título de Mestre. Sua dedicação e orientações foram fundamentais, pois o tema proposto apresentou-se como um desafio e, mesmo assim, com muito afinho me auxiliou em cada uma das etapas.

À professora Dra. Ana Lúcia Figueiredo Facin, minha co-orientadora, pela paciência, disposição e por sempre colaborar com ideias relevantes, fazendo com que o trabalho ganhasse forma e robustez.

Agradeço a professora Dra. Gislaine Cristina Batistela que indicou literatura essenciais para o desenvolvimento do projeto, assim como sugestões e orientações que influenciaram diretamente no resultado final deste trabalho.

À toda minha família, meu pai Edivaldo e minha mãe Aparecida, meu irmão Guilherme e cunhada Talita, meus sogros Evandro e Neide e meus cunhados Evandro e Priscila pelo incentivo e apoio proporcionados.

Por fim, agradeço aos meus gestores e colegas de equipe por me apoiarem e, mesmo com os desafios diários do ambiente corporativo, me auxiliarem nas revisões dos textos e apresentações dos seminários.

“Se o conhecimento pode criar problemas, não
será através da ignorância que os resolveremos”;
Asimov, Isaac

RESUMO

Para lidar com o crescente volume de trabalho e a necessidade de eficiência, empresas têm inovado nas formas de digitalização e sistematização de processos a fim de se manterem competitivas. As instituições financeiras e bancos também enfrentam essa necessidade, competindo com empresas que já nascem digitais. Dessa forma, áreas primordiais nessas instituições, como o *back-office*, investem na automatização de processos de negócio por meio de *Robotic Process Automation* (RPA). Esta é uma tecnologia emergente que permite a automatização de processos, simulando ações humanas, não necessitando ou com o mínimo de envolvimento das áreas de Tecnologia da Informação. Muitos estudos comprovam a eficácia dessa tecnologia, porém se deparam com o dilema de quais processos devem ser selecionados para automatização e se serão efetivos ao serem automatizados. Assim, utilizando Design Science como modelo de pesquisa, fora proposto um sistema que permite auxiliar na identificação se um processo deve ou não ser automatizado. Realizou-se então entrevistas com especialistas em RPA das áreas de *back-office* de uma instituição bancária. Com isso, foi possível elencar critérios de processo, orçamento e tecnologias que são relevantes para tomada de decisão sobre automatizar processos utilizando técnicas de Lógica Fuzzy e sistemas de inferência Fuzzy. Os resultados obtidos refletem a eficiência dos sistemas de inferência Fuzzy ao representar a lógica humana, confirmados com simulações e pesquisas com casos reais em uma instituição pesquisada.

PALAVRAS-CHAVE: *Robotic process automation*. Modelo RPA. Suporte a decisão. Método de análise. *Back-office*.

ABSTRACT

To deal with the increasing work volume and efficiency need, companies must innovate in process digitalization and systematization in order to maintain competitive. Financial institutions and also banks are facing this necessity, competing against digital enterprises by default. Thus, primordial areas in these institutions, back-office for instance, are investing on business process automation through Robotic Process Automation (RPA). This is an emerging technology that allows to automate process with little or no IT areas involvement. Although many studies establish this technique efficacy, it faces the challenge of which business process may be selected to be automated and whether will be efficient. Hence, applying Design Science framework as research model, has been proposed a system that assists choosing if a process should be automated or not. A semi structured interview has been conducted with back-offices RPA experts from a bank institution. As a consequence, has been possible to list all process, budget and technological criteria that are relevant to help decide which process automate, using fuzzy logic and fuzzy inference system technics. The results reflect the fuzzy inference system efficiency to represent human logic, evidenced by simulations and real case simulations at the researched institution.

KEYWORDS: *Robotic process automation.* RPA model. Decision support. Analysis method. Back-office.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Campos de estudo agregados à RPA.....	21
Figura 2 – Principais benefícios da RPA	24
Figura 3 - Representação gráfica função de pertinência triangular	35
Figura 4 - Representação gráfica função de pertinência trapezoidal	36
Figura 5 - Representação gráfica função de pertinência gaussiana	37
Figura 6 - População total residente por faixa etária segundo as grandes regiões – 2010	37
Figura 7 - Gráfico representando conjuntos clássicos para classificação etária da população.	38
Figura 8 - Funções de pertinência para classificação de faixa etária.....	38
Figura 9 - Processo de um sistema de inferência <i>fuzzy</i>	41
Figura 10 - Método de acumulação: combinação de consequentes a partir de várias regras ...	42
Figura 11 - Etapas da abordagem quantitativa aplicadas no DSR.....	44
Figura 12 – Publicações de Artigos sobre RPA	46
Figura 13 - Tela inicial NVivo®	48
Figura 14 - Exemplo estrutura de um arquivo FLC	51
Figura 15 - Métodos para avaliação de artefatos	52
Figura 16 - Fluxograma etapas do projeto	55
Figura 17 – Número de referências nas transcrições por codificação.....	64
Figura 18 - Mapa de relevância: número de citação pelo número de referências codificadas .	65
Figura 19- Mapa de relevância: número de citação pelo número de itens codificados.....	65
Figura 20 - Esquematização das variáveis de entrada e saída do FIS	70
Figura 21 - Funções de pertinência para a variável regra_processo.....	71
Figura 22 - Variável de entrada disp_time após ajustes.....	72
Figura 23 - Variável de entrada custo após ajustes	72
Figura 24 - Variável de saída orçamento após ajustes	72
Figura 25 - Regras de inferência para o bloco ORCAMENTO	73
Figura 26 - Exemplo de documento da <i>collection</i> "parametros"	75
Figura 27 - Protótipo sistema para inserção de informações.....	76
Figura 28 - Simulação do FIS para validação das regras de inferência.....	77

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Áreas de aplicação de RPA.....	24
Quadro 2 - Critérios de Viabilidade Técnica	29
Quadro 3 - Critérios de Potencial de Negócio	29
Quadro 4 - Critérios sobre aspectos organizacionais.....	30
Quadro 5 - Indicadores para seleção de processo.....	31
Quadro 6 - Parâmetros de busca	45
Quadro 7 - Questões para levantamento de critérios nas entrevistas	47
Quadro 8 - Questionário para consolidação do formulário desenvolvido	54
Quadro 9 - Perfil dos Analistas selecionados	57
Quadro 10 - Novas questões elencadas para as entrevistas futuras	58
Quadro 11 - Consolidação da pesquisa piloto	58
Quadro 12 – Temas e códigos identificados na análise das entrevistas.....	62
Quadro 13 - Variáveis de entrada do bloco PROCESSO	69
Quadro 14 - Variáveis de entrada do bloco ORÇAMENTO	69
Quadro 15 - Variáveis de entrada do bloco TECNOLOGIA.....	70
Quadro 16 - Variáveis de saída para novo processamento	70
Quadro 17 - Variáveis de saída	70
Quadro 18 - Resultado execução do sistema em comparação com resultado real	79

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Número de referências identificados por código	63
Tabela 2 - Exemplo de dados utilizados para validação do algoritmo	78

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

API	Application Programming Interface
BPA	Business Process Automation
DSR	Design Science Research
FIS	Fuzzy Inference System
FLC	Fuzzy Logical Control
IFS	Intuitionistic Fuzzy Set
INSA	Instituto Nacional do Semiárido
IVIFV	Interval-Valued intuitionistic Fuzzy Set
JDK	Java Development Kit
MADM	Multi Attribute Decision Making
MCDM	Multi Criteria Decision Making
OCR	Optical Character Recognition
PoC	Proof of Concept
ROI	Return of Investment
RPA	Robotic Process Automation
TDMx	Transformed Decision Matrix
TI	Tecnologia da Informação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	QUESTÃO DE PESQUISA E OBJETIVO	16
1.2	JUSTIFICATIVA PARA A PESQUISA.....	17
1.3	ESTRUTURA DO TRABALHO	17
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
2.1	DEFININDO <i>BACK-OFFICE</i>	19
2.2	ROBOTIC PROCESS AUTOMATION	20
2.2.1	Benefícios da RPA.....	22
2.2.2	Desafios da RPA	25
2.2.3	Métodos para seleção do processo.....	28
2.3	CONCEITOS <i>FUZZY</i> E SISTEMAS DE INFERÊNCIA <i>FUZZY</i>	31
2.3.1	Fundamentos da Teoria de Conjuntos e Lógica <i>Fuzzy</i>.....	33
2.3.2	Definição de números <i>fuzzy</i>.....	34
2.3.3	Operações <i>fuzzy</i>.....	39
2.3.4	Sistemas de inferência <i>fuzzy</i>.....	40
3	MÉTODO DE PESQUISA.....	43
3.1	ETAPAS DA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA.....	45
3.2	CONDUÇÃO DE ENTREVISTAS.....	46
3.3	CONSTRUÇÃO DO ARTEFATO.....	49
3.4	VALIDAÇÃO E AVALIAÇÃO DO MÉTODO	52
3.5	FLUXOGRAMA DAS ETAPAS	54
4	DESENVOLVIMENTO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS.....	56
4.1	COLETA DOS DADOS	56
4.1.1	Condução das entrevistas piloto	57
4.1.2	Resultado da condução das entrevistas.....	60
4.2	DESENVOLVIMENTO DO ARTEFATO.....	65
4.2.1	Definição das variáveis de entrada e saída	65
4.2.2	Regras de inferência do sistema	73
4.3	RESULTADOS OBTIDOS.....	74
4.4	VALIDAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS	79
5	CONCLUSÃO.....	81
	REFERÊNCIAS.....	83

APÊNDICE A – Exemplo de Transcrição de Entrevista.....	93
APÊNDICE B – Arquivo FLC para o bloco ORCAMENTO.....	95

1 INTRODUÇÃO

Instituições bancárias, apesar de geralmente não serem detentoras de inovações tecnológicas, são responsáveis pelo aperfeiçoamento e robustez de seu uso. Um exemplo de seu fator de influência, segundo Diniz (2014), é o comércio eletrônico que não teria se expandido de forma tão ampla sem a forte colaboração dos bancos. Por consequência, analisar a aplicação de tecnologias no setor bancário não diz respeito somente ao crescimento dessa área, mas à tendência que será difundida no mercado e em outros setores.

Diniz (2014) também sugere que as frentes de inovação que influenciam os bancos dependem do padrão comportamental social e vice-versa. Por isso, classifica clientes de bancos em duas categorias: os nativos digitais, ou seja, novos clientes que utilizam serviços digitais e esperam agilidade e rapidez no atendimento na utilização dos serviços oferecidos; e os emergentes digitais, os quais estão acostumados com a força tradicional de operação dos bancos.

Os clientes nativos digitais impulsionaram o surgimento de instituições financeiras digitais, que possuem soluções e serviços agregando maior conveniência, comunidade e eficiência na relação com seus usuários. Essas instituições são denominadas como *fintechs* e, de acordo com Puschmann (2017), é a junção das palavras *financial* e *technology*, refletindo uma transformação dirigida pela tecnologia.

Dessa forma, para se manterem competitivos, os bancos estabelecem estratégias para obtenção de dados relevantes para definição de estratégias de diferentes fontes. Estes devem entregar informações de valores relevantes para fortificar, expandir ou ajustar suas ações, conforme proposto por Imgrund et al. (2018). Um dos pilares primordiais para a confiança contínua do cliente nos serviços oferecidos pelas instituições bancárias reside no setor de *back-office*.

Definir este setor e seus limites é um complicado processo, tendo em consideração que para isso é preciso estar bem estabelecido quais as suas funções e quais são atribuídas ao *front-office* (SAFIZADEH et al., 2003). A orientação ao cliente é uma métrica observada para realizar esta devida classificação, sendo que as atividades do *front-office* são dedicadas ao atendimento ao cliente e do *back-office* são voltadas a diversos processos administrativos que dão suporte às atividades de atendimento ao cliente, conforme Muniesa et al. (2011).

Apesar de sua relevância, o *back-office* está sempre sob pressão para minimizar seus custos no intuito de se manter altamente competitivo. Eficiências de custos devem estar equilibrados com outras imperativas como excelência do serviço oferecido, capacitação de negócios, escalabilidade, flexibilidade, segurança e *compliance*.

Back-offices de baixa performance podem ser transformado em alta performance pela aplicação de seis níveis de transformação: centralização de espaço físico e recursos, padronização de processos nas áreas de negócio, otimização de processos para reduzir erros e desperdícios, realocação de locais de alto custo para outro de baixo custo e aplicação de tecnologias (WILLCOCKS et al., 2015). Automações adicionaram um sexto nível para a transformação de um *back-office*.

Sendo assim, uma das mais recentes abordagens para aumentar o nível de automatização é conhecida como *Robotic Process Automation* (RPA). Esta é uma abordagem em ascensão que utiliza robôs baseados em *softwares* que automatizam tarefas que outrora exigia trabalhos manuais (MADAKAM et al., 2019). De acordo com o *Institute for Robotic Process Automation & Artificial Intelligence*¹, RPA é a aplicação de tecnologia para configurar *software* de robôs que capturam e interpretam aplicações existentes para processar transações, realizar manipulação de dados e comunicar-se com outros sistemas.

Segundo observado por Sobczak (2021), o conceito de RPA pode ser analisado por uma perspectiva limitada e uma mais ampla. Referente a visão limitada, RPA está condicionada ao conjunto de ferramentas tecnológicas para automatizar processos de negócios, resultando em robôs baseados em algoritmos pré-definidos. Além disso, Sobczak (2021) cita que um robô pode ser referenciado como um trabalhador digital.

Já quando analisado por uma visão mais ampla, RPA pode ser considerada como fator de mudanças tanto organizacionais quanto tecnológicas. Conforme discutido por Cao (2010), quando áreas de Tecnologia da Informação (TI) e outras áreas organizacionais competem umas com as outras, ao invés de cooperarem, afetam negativamente seus negócios e consequentemente, seus resultados.

Assim, de acordo com Willcocks et al. (2015), automatizações realizadas com RPA's tiraram a responsabilidade de criação de novos sistemas para processos manuais, pelas áreas de TI, evitando conflitos de interesses. Quando compreendido dessa forma, é criado um ecossistema composto de uma automatização e uma pessoa com habilidades específicas de conhecimento do processo de negócio. A aplicação deste entendimento quanto a RPA, conduz a uma visão não somente relacionada a tecnologia, mas também do ponto de vista organizacional e cultural (SOBCZAK, 2021).

Outros benefícios podem ser obtidos com a aplicação de RPA como melhor eficiência do negócio, aumento de produtividade, segurança de dados e melhoria na qualidade da execução

¹ Disponível em: <https://irpaa.com/what-is-robotic-process-automation/> - Acesso em: 20 de ago. de 2021.

dos processos (ANAGNOSTE, 2017; WILLCOCKS et al., 2017; SYED et al., 2020). Ainda, Anagnoste (2017) indica que, dessa forma, empresas podem direcionar os funcionários que outrora realizavam tarefas dispendiosas e repetitivas, para tarefas que necessitam de pensamento racional e criativo.

1.1 QUESTÃO DE PESQUISA E OBJETIVO

Em uma estrutura organizacional, o ambiente de negócios e seus processos associados são altamente dinâmicos. Com isso, torna-se difícil prever quais mudanças serão e quando ocorrerão.

Devido as automatizações serem altamente acopladas a um processo, uma aplicação equivocada de RPA gera resultados negativos para *back-offices*. Conforme analisado por Asatiani et al. (2016), pode haver um decréscimo de produtividade e aumento de erros, que afetam os negócios e os clientes, decorrentes de má-definições ou partes desconhecidas do processo. Além disso, se não mapeado ou analisado corretamente, ocorre desperdício de recursos e tempo (VAN DER AALST et al., 2018).

Mesmo com as discussões existentes a respeito destes problemas, a questão fundamental sobre o que deve ser automatizado e o que deve ser realizado por humanos não é respondida de forma satisfatória (VAN DER AALST et al., 2018). A escolha dos processos não ocorre de forma trivial, sendo necessário o conhecimento do detentor do negócio e de um especialista em RPA para a tomada decisão. Isto posto, a pesquisa pretende responder à seguinte pergunta: utilizando RPA, como identificar com clareza qual processo deve ser automatizado ou não?

Autores como Leopold et al. (2018), Leshob (2018), Riedl et al. (2019) e Wanner et al. (2020), propuseram métodos e formas a fim de determinar quais processos devem ser selecionados para serem automatizados. De forma geral, estes métodos propostos, apesar de auxiliarem na escolha de qual processo deve ser automatizado ou não, a captação dos dados de entrada não ocorre de forma trivial, ou ainda possuem complexidade na análise dos resultados.

Portanto, o presente trabalho teve por objetivo desenvolver um sistema, baseado em inferência *fuzzy*, para determinar com confiabilidade a possibilidade de automatizar determinado processo com sucesso ou não e qual processo deve ser automatizado prioritariamente.

Por haver subjetividade humana ao selecionar processos para automatização, o método proposto teve como base a experiência de especialistas em automatização de processos das áreas de *back-office* da empresa em estudo.

Essas percepções e pensamentos foram processados por meio de Sistema de Inferência *fuzzy* (FIS), método computacional baseado na teoria de conjuntos *fuzzy*. Este pode ser aplicado em diversos campos como controle, suporte a decisão, identificação de sistemas, entre outros (CASTELLANO et al., 2003). Por fim, o grau de relevância da automatização do processo foi determinado pela área de negócio que necessita da automatização do processo.

A fim de atingir os objetivos dessa pesquisa, foram utilizadas as etapas propostas pelo *Design Science Research* (DSR), que permite a criação e a valoração de artefatos com a intenção de solucionar problemas organizacionais (PEFFERS et al., 2007). De acordo com Peffers et al. (2007), esta metodologia envolve um processo rigoroso para desenho, pesquisa, validação e comunicação da proposta de solução, dado o problema observado.

1.2 JUSTIFICATIVA PARA A PESQUISA

Organizações operam em diferentes arquiteturas de processos de negócio que se diferem em várias características como duração e frequência de execução, número de departamentos envolvidos e a variação na entrada e saída de dados (WANNER et al., 2020). Mesmo que uma automação seja implementada rapidamente, utilize arquiteturas existentes e funcione 24 horas por dia e 7 dias por semana, o desenvolvimento incorreto da automação implica em tomada de decisões errôneas devido a mudanças contextuais. Por isso, RPA não é uma solução que se adequa a todos os cenários existentes e demanda análise prévia (GEYER-KLINGEBERG et al. 2018).

RPA é uma abordagem relativamente recente no campo de pesquisa da automatização de processos de negócios (*Business Process Automation* - BPA). Por conseguinte, poucas pesquisas foram realizadas a respeito de RPA, especialmente referente à complexidade de analisar e verificar se um processo existente é passível de automatização (LESHOB et al., 2018). Atualmente, não há um modelo que possa ser utilizado para definir e justificar a relevância na escolha de um processo de negócio para aplicação do RPA (IVANČIĆ et al., 2019).

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Esta pesquisa está estruturada em cinco capítulos, descritos a seguir. O Capítulo 1 é este que apresenta o trabalho. O Capítulo 2, "Fundamentação Teórica", contém uma revisão da literatura sobre *back-office*, definição de RPA, benefícios e desafios do mesmo, métodos de seleção de processos para serem automatizados e lógica *fuzzy*. O Capítulo 3, "Método de Pesquisa",

apresenta a escolha do método de pesquisa, a descrição do objeto de estudo e como cada uma das etapas do método proposto foram realizadas.

Posteriormente, no Capítulo 4, tem-se o desenvolvimento de cada uma das etapas propostas e a discussão dos resultados obtidos. Por fim, as conclusões referentes ao trabalho desenvolvido estão no Capítulo 5, seguido pelas referências bibliográficas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo são apresentados os conceitos que norteiam a pesquisa, assim como apresenta-se definições relevantes para entendimento referente ao que é um *back-office* e sua relevância. Além disso, explana-se o que é RPA, os principais benefícios e desafios que essa tecnologia introduz.

Por fim, são introduzidos conceitos fundamentais relacionado aos números *fuzzy*, definições dos conjuntos *fuzzy* e aos sistemas de inferência *fuzzy*.

2.1 DEFININDO *BACK-OFFICE*

De forma tradicional, Gemmel et al. (2014) sugerem realizar uma distinção entre processos que são realizados na presença de um cliente ou consumidor, tanto fisicamente quanto virtualmente, e aqueles que podem ser separados para serem realizados em outro momento. Quanto ao primeiro formato, denota-se operações de *front-office*; já o segundo, denomina-se operações de *back-office*. Tarefas realizadas pelo *front-office* tendem a ser mais urgentes devido à presença do cliente, que deseja a resolução do seu problema (LEGROS et al., 2020).

Apesar da definição de Gemmel et al. (2014) ser baseada nas ideias dos autores Chase (1978) e Chase e Tansik (1983), não há um limiar claro entre serviços que requerem a presença física de um consumidor daquelas que envolvem um alto grau de interação, física ou não, com o cliente (WEMMERLÖV, 1990). Segundo Safizadeh et al. (2003), o contato com o consumidor e o seu envolvimento na entrega do serviço afetam diretamente a eficácia e eficiência dos serviços operacionais.

Sendo assim, Mersha (1990) introduz o conceito de contato ativo e contato passivo para melhor definição com a interação com o cliente, onde o passivo envolve pouco ou nenhuma interação entre o consumidor e o provedor do serviço e para o ativo, contato significa a existência de interação.

Isto posto, as empresas devem dividir os seus serviços operacionais naqueles que serão realizados diante do consumidor e aqueles que devem ser derivados para um atendimento especializado que não envolva atendimento direto, ou seja, para o *back-office*. Quando o contato é passivo ou inexistente, os processos ganham vantagens em questão de padronização e automatização, permitindo o ganho de eficiência na operação, os quais são esperados em tarefas de *back-office*. Neste, a execução do serviço é separada do restante do ambiente, pois, como a

interação com o cliente não é possível, a inserção de incertezas é reduzida (BROEKHUIS et al., 2009).

Back-offices estão sempre sob pressão para contenção de gastos e para se manterem altamente competitivos (LACITY; WILLCOCKS, 2016). Dessa forma, empresas que estão adotando o uso de RPA percebem os ganhos e benefícios trazidos por essa transformação tecnológica, entregando com menos custos, enquanto há aumento na qualidade do serviço e diminuição do tempo de entrega dos serviços. Como exemplo de benefícios, Lacity e Willcocks (2016) destacaram um retorno de investimento em 3 anos entre 650 e 800%. Anagnoste (2017) observou em um processo automatizado a redução de 90% no tempo para a realização de uma tarefa em comparação com o processo manual. Aguirre e Rodriguez (2017), também relataram como principais benefícios obtidos, a redução de custos e o aumento de produtividade.

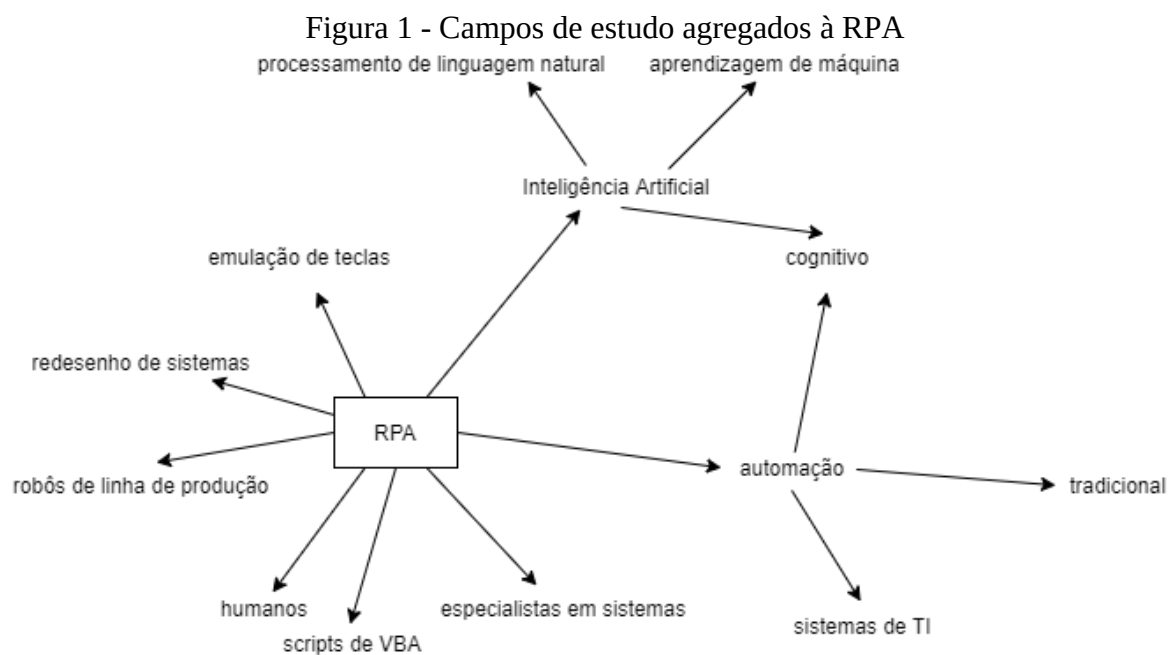
2.2 ROBOTIC PROCESS AUTOMATION

Apesar de sugerir, devido sua nomenclatura, RPA não está relacionado a robôs físicos realizando ações, que outrora eram realizadas por humanos. RPA é uma tecnologia, baseada em *softwares* e algoritmos, que possibilita a automatização de processos ao executar tarefas em *softwares* e aplicativos em níveis que um humano operaria (KANAKOV; PROKHOROV, 2020). Com isso, não há necessidade de desenvolvimento de novos sistemas por áreas de TI, pois RPA permite a emulação das ações e interações humanas, seja por cliques, atalhos de teclados ou ações nos sistemas. Aguirre e Rodriguez (2017, p. 70, tradução nossa) definem RPA como “tecnologia de automatização baseada em ferramentas de *softwares* que podem imitar e replicar comportamentos humanos para tarefas repetitivas e que não possuem valor agregado”.

A tecnologia RPA também recebe este nome pois atua como um robô ao permitir que tarefas repetitivas sejam executadas de forma precisa ao interpretar a aplicação. Também, condiz com o fato do programa RPA executar o que foi instruído pelo desenvolvedor e se comunicar com aplicações por meio de gravação de comandos e execução de variáveis (SIDERSKA, 2020). A automatização é estimulada a produzir resultados referentes a essas interações. As ações realizadas podem ser a leitura e escrita de arquivos, cópia e escrita de dados, *log* das execuções, abertura e leitura de e-mail, preenchimento de formulário, captura de dados e *websites*, entre outros (VAN DER AALST et al., 2018). A Figura 1 ilustra o valor que RPA agrega e as suas possíveis ramificações.

O conceito de RPA também é definido como automatização de processos. De acordo com Lacity e Willcock (2016, p. 10, tradução nossa), “RPA pode automatizar processos baseados

em regras que envolvem tarefas rotineiras, dados estruturados e resultados determinísticos”. Segundo Siderska (2020), muitas aplicações foram criadas para melhorar os processos de negócio. A utilização desses *softwares* se baseia no mapeamento de processos novos ou já ativos, conectando com aplicações existentes e permitindo que sejam executados de forma agendada, independente do dia ou horário, um ou mais simultaneamente, dependendo do processo (FERNANDEZ; AMAN, 2018).



Fonte: Adaptado de Zhang; Liu (2018).

Segundo Zhang et al. (2018) o termo RPA vem ganhando destaque desde 2015 por meio de estudo de casos em diversos setores, tais como financeiro (LACITY; WILLCOCKS; CRAIG, 2016), telecomunicações (LACITY; WILLCOCKS; CRAIG, 2016), educação (HERBERT; DHAYALAN; SCOTT, 2016), bancário (LACITY; WILLCOCKS; CRAIG, 2017), entre outros.

Esses estudos mostram o impacto positivo, financeiro e de negócio, que essa técnica pode proporcionar. Estimou-se que até o final de 2020 90% das empresas de pequeno e médio porte estariam de alguma forma usando RPA em suas organizações (GARTNER, 2018). Conforme elencado por Anagnoste (2017), os principais detentores de ferramentas de desenvolvimento de RPA são empresas como UiPath, Automation Anywhere, NICE, EdgeVerve Systems e Blue Prism.

Autores como Fung (2014) salientam que RPA é mais indicado para processos repetitivos e altamente estruturados para que suas chances de sucesso sejam alcançadas. Esses cenários

podem ser encontrados em processos de negócio de *back-offices*. No entanto, alguns critérios devem ser observados, conforme apontam William e William (2019):

- Processos baseados em regras: Terem regras bem definidas em suas execuções e não possuírem diversos tratamentos excepcionais pra que sejam completados;
- Processos repetitivos: Necessitam ser executados, realizados e repetidos regularmente;
- Processos com alta volumetria: Lidam com uma alta quantidade de transações que requerem excessivo trabalho humano.

2.2.1 Benefícios da RPA

Ao contrário de sistemas tradicionais desenvolvidos pelas áreas de TI, soluções RPA permitem que áreas de negócio, *back-office* e a organização automatizem processos com custo reduzido e com menor tempo de implementação. Setores de TI investiram na terceirização de seus serviços para trazer redução de custo e aumento de eficiência nas entregas (AUBERT; RIVARD; PATRY, 2004). No entanto, como analisado por Asatiani e Penttinen (2016), enquanto a terceirização ajuda na redução de custo referente a quantidade de funcionários e na retenção de somente funções primordiais, há custos não perceptíveis como em gerenciamento das equipes, problemas de comunicação e problemas referente às relações de trabalho.

Aguirre e Rodriguez (2017), Leopold et al. (2018), Van der Aalst et al. (2018), Varis (2018) trazem como um dos principais benefícios da utilização de RPA a redução do custo. Todavia, Syed et al. (2020) analisam que um dos desafios é medir de forma padronizada e coerente os benefícios entregues por soluções utilizando RPA. Geralmente, seus benefícios são medidos em relação a redução no tempo, custo, erro e recursos humanos.

Assim, os principais benefícios ao se utilizar uma solução com RPA são precisão, produtividade, consistência, tecnologia não invasiva, *compliance* e baixa barreira técnica, conforme elencados por Asquith e Horsman (2019) e ilustrados na Figura 2. A contextualização de cada uma encontra-se a seguir:

- (a) Precisão: Ao automatizar um processo com RPA, este será executado de forma automática consistentemente e menos propenso a erros procedurais que podem ocorrer quando as mesmas tarefas são executadas por humanos. Dessa forma, assumindo que qualquer robô foi parametrizado corretamente, com suas

funcionalidades testadas e verificadas, será executado todas as vezes com consistência. Qualquer mudança de variável acarretará em um erro, que acionará um alerta para o usuário indicando que o processo não foi completado da maneira prevista (LEOPOLD et al., 2018; ROMAO et al., 2019).

- (b) **Produtividade:** Assim como observado por William e William (2019), Siderska (2020), Asatiani e Penttinen (2016) e Aguirre e Rodriguez (2017), a produtividade é potencialmente aumentada pois o ciclo de execução de um robô é consideravelmente mais rápido comparado ao realizado manualmente. Mesmo quando um especialista em determinado processo o executa com familiaridade e velocidade, um robô em RPA é mais eficiente, pois a velocidade computacional excede a eficiência de um indivíduo operando um computador. Em contrapartida, isso permite que este especialista fique liberado desta tarefa, permitindo o engajamento em atividades que demandem investigação e interpretação. Além disso, robôs podem executar durante todo o dia ininterruptamente.
- (c) **Consistência:** Um dos maiores benefícios ao utilizar RPA, conforme também apontado por Willcocks et al. (2017) e Madakam et al. (2019), é que rotinas de tarefas podem ser executadas da mesma forma todas as vezes após a sua implementação. Como robôs só podem executar comando previamente programados, desvio de tarefa não esperado não é possível. Assim, enquanto realizar a tarefa com precisão é importante, se o robô foi programado corretamente, a implementação com consistência deve ocorrer naturalmente.
- (d) **Tecnologia não-invasiva:** Não deve haver disfunção e perturbação nos sistemas de TI aos quais são utilizados durante a execução do robô. RPA se posiciona acima das camadas de aplicação, comportando-se e interagindo como um usuário, conforme também constatado por Madakam et al. (2019) e Riedl et al. (2019).
- (e) **Compliance:** Robôs desenvolvidos em RPA seguem as conformidades regulatórias pois só podem operar em ações sequenciais. Se uma empresa tem políticas e padrões que devem ser seguidas ao conduzir determinada ação ou tarefa, com a tecnologia RPA pode segui-las pois serão desenvolvidas por um funcionário que deverá conhecer os procedimentos. Além disso, o robô provê uma trilha de auditoria das ações executadas e gravações de detalhes de erros caso algum problema aconteça (WILLCOCKS et al., 2015; USKENBAYEVA et al., 2019).
- (f) **Baixa barreira técnica:** Apesar de exigir certo nível de conhecimento, assim como qualquer tecnologia desconhecida, RPA oferece relativa baixa complexidade para

utilizá-lo, pois não é pré-requisito ter conhecimento em programação para a configuração de um robô.

Figura 2 – Principais benefícios da RPA



Fonte: Adaptado de Madakam et al. (2019).

Adicionalmente, o Quadro 1 sumariza os benefícios obtidos ao implementar RPA em um determinado fluxo ou área. Esses resultados foram analisados através de estudos de caso em diversas áreas da indústria.

Quadro 1 – Áreas de aplicação de RPA

Autor(es)	Área de Aplicação	Benefício Observado
Uskenbayeva et al. (2019)	Processos Administrativos – Administração Pública	Mesmo com as exigências do governo, houve aumento na performance das agências para atendimento da população, além de redução de custos governamentais.
William e William (2019)	Secretaria	Criado robôs com RPA para automatizar processos de secretaria para aumento de produtividade em processos de <i>compliance</i> anuais e requisições de clientes.
Costa e Ortiz (2020)	Financeiro	Foi conduzido um trabalho empírico e observou-se ganho considerável em eficiência e consumo de tempo ao comparar o esforço manual ao do processo automatizado, desconsiderando a curva de aprendizagem ao construir os robôs.
Asquith e Horsman (2019)	Forense Digital	O autor observou que robôs podem ser desenvolvidos em processos mais padronizados

		e que tradicionalmente são realizados por técnicos de nível iniciante, liberando-os de tarefas repetitivas para focar em tarefas investigativas, que demandam interpretação e criatividade.
Huang e Vasarhelyi (2019)	Auditoria	Com a aplicação de RPA, os robôs realizaram as tarefas iniciais do processo, permitindo que os auditores focassem em tarefas de alto nível, como por exemplo análise de evidências contraditórias. Foi observado também como benefício a minimização ou eliminação de erros humanos, em tarefas que exigem conferência de valores, em uma taxa de acerto de 99.9% de precisão.
Ratia et al. (2018)	Saúde	Foram analisados os ganhos diretos e indiretos ao automatizar processos da área de saúde. A respeito dos benefícios diretos, eficiências em valores financeiros através de redução de trabalhos administrativos manuais e aumento da excelência operacional.
Willcocks et al. (2017)	Provedores de Tecnologia	Após a aquisição de uma empresa terceira de TI, a companhia estudada sofreu com prejuízos. No estudo de caso, o robô desenvolvido realizava as tarefas do processo automatizado em 30 minutos o que era realizado em dias. Além disso, apesar de estimado que o robô conseguiria completar 80% dos casos, na prática foi alcançada uma taxa de 93% de sucesso.
Stolpe et al. (2017)	Bancos	Um dos benefícios observado foi integração em termos de tecnologia entre as áreas de negócio e áreas de TI, pois com automações construídas, foi possível integrar solução sem intervenções sistêmicas e sem a necessidade de desenvolvimento de padrões técnicos para suportarem esta integração.

Fonte: Autoria própria.

2.2.2 Desafios da RPA

O crescimento da utilização de RPA é notório pelo fato de robôs criados para resolver tarefas outrora manuais serem desenvolvidos sobre sistemas computacionais já existentes, ajudando a reduzir o peso que fica totalmente nas áreas de TI das empresas (LACITY; WILLCOCKS; CRAIG, 2015). Apesar disso, conforme Willcocks et al. (2015), se implementado de forma incorreta como se fosse uma ferramenta sem necessidade dos

conhecimentos das áreas TI, pode trazer severas consequências de segurança, arquiteturas de sistemas e empresariais, assim como trazer riscos operacionais antes inexistentes.

Embora a combinação de recursos digitais e RPA pareçam simples, conforme Lamberton et al. (2017), a criação do robô exige cuidado para garantir que este esteja navegando somente nas camadas de aplicação destinadas à *interface* de usuário nos *softwares* utilizados. Também, deve garantir que os requisitos de controles de segurança e volumetria estejam sendo cumpridos sem comprometer as capacidades de desempenho. Lamberton et al. (2017), através da identificação de erros comuns em projetos que falharam em ser automatizados e problemas que se multiplicaram com más implementações, descrevem dez erros comuns ao se automatizar processos. Estes erros são observados e endossados por autores, elencados a seguir:

- Indicar processos indevidos para automatização: utilizar RPA para processos de alta complexidade é um erro recorrente. Os resultados são custos desnecessários em automações, quando estes poderiam ser investidos em automatizações de processos menos complexos (ANAGNOSTE, 2017; LEOPOLD et al., 2018; SIDERSKA, 2020);
- Utilizar metodologias indevidas para implantação dos robôs: Empresas geralmente tentam definir governanças de implantações através de *softwares* de controles sofisticados que não agregam valor. No fim, o benefício de desenvolvimento e aplicação rápida dos robôs em semanas transformam-se em meses (Lamberton et al., 2017);
- Associar que habilidades requeridas para criação de Provas de Conceito (PoC) são as mesmas para desenvolver robôs produtivos: apesar de autores (ASATIANI; PENTTINEN, 2016; ASQUITH; HORSMAN, 2019) defenderem que automatizar processos com RPA é simples, não sendo necessário conhecimento em linguagens de programação, imaginar que treinar por um ou dois dias usuários das áreas negócio seja o suficiente para automatizar pequenos processos é um erro. Leva-se tempo para adquirir as habilidades necessárias quando se trata de criar robôs escaláveis e resilientes para processos, dos mais simples ao mais complexos;
- Automatizar demais um processo ou não o otimizar para utilizar RPA: Tentar eliminar ação humana totalmente em um processo leva ao aumento desnecessário no esforço da automatização, trazendo mais custos e/ou demora para se obter os benefícios. Em contrapartida, realizar uma análise ou investimento para alteração

dos processos pode permitir que a implementação do RPA ocorra da melhor forma possível;

- Esquecer que existe uma infraestrutura de TI: A maioria das ferramentas de RPA funcionam em um ambiente virtualizado, permitindo redimensionamento e escalabilidade. Como o tempo para construção e necessidade de implantação de um processo automatizado é consideravelmente menor comparado ao desenvolvimento de uma nova aplicação (WILLCOCKS et al., 2015), as áreas de TI não possuem tempo hábil para preparar uma infraestrutura produtiva e pode se tornar caminho crítico para a entrega;
- Elencar RPA como único recurso para alcançar alto Retorno de Investimento (ROI): enquanto as ferramentas disponíveis atualmente de RPA podem automatizar grande parte dos processos, isso não pode ser feito totalmente, pois alguns processos iniciam através de ligação ou leitura de documento (HUANG; VASARHELYI, 2019). Dessa forma, há geração de automatizações em pequenas partes e não há um investimento em ferramentas de OCR (*Optical character recognition*) e inteligência artificial, deixando de aumentar a automatização do processo;
- Robôs em RPA devem ser geridos pela TI: como a ferramenta RPA é um *software*, empresas tendem a inferir que devem ser controlados por áreas de TI. Porém, essa abordagem limita a ação das áreas de negócio, assim como conduz à grande perda de agilidade, investimento e potencial;
- Não pensar na escalabilidade do robô: Lamberton et al. (2017) destacam que um caminho comum para as empresas verificarem a capacidade do RPA é através do desenvolvimento de uma PoC. Todavia, há grande diferença entre uma PoC bem-sucedida e uma automação de larga-escala, pois perguntas como “Onde aplicar RPA?”, “Quanto irá custar?” e “Qual o Retorno?” não podem ser facilmente respondidas, como também observado por Syed et al. (2020);
- Não considerar se processos anteriores ou posteriores ao projeto atual já foram automatizados: automatizar um processo no qual RPA será utilizada exige planejamento e estudo (MA et al., 2019; BALASUNDARAM; VENKATAGIRI, 2020).
- Ignorar as formas de como manter o processo sempre atualizado e monitorado e definir quem irá executar e acompanhar a execução dos robôs.

Dessa forma, a viabilidade de utilização de RPA em uma empresa deve levar em consideração diversos fatores como contratação de licença de robôs ou desenvolvimento de automação pela própria companhia, sendo internamente ou através de terceirização (ANAGNOSTE, 2017). Caso seja feito em RPA, o investimento em treinamento, alocação de recursos em novas áreas e processos a serem automatizados devem ser levados em consideração (LEOPOLD et al., 2018).

Por fim, a escolha da atividade correta para ser automatizada é um dos maiores desafios para a adoção de forma bem-sucedida de RPA, conforme Syed et al. (2020), Huang e Vasarhelyi (2019), Leshob et al. (2018), Anagnoste (2018), entre outros. Há falta de validação empírica para critérios e princípios que norteiem a seleção de tarefas candidatas para utilização do RPA, conforme será abordado no tópico 2.2.3.

2.2.3 Métodos para seleção do processo

Os resultados da pesquisa referentes à utilização de automação de processos, em específico com RPA, reportam os vários benefícios de implementar RPA em organizações (HALLIKAINEN et al., 2018). Apesar do rápido desenvolvimento do mercado em relação à automação de processos, não foi definido processo ou guia que permite selecionar propriamente processos para serem automatizados.

Leopold et al. (2018) propõem um método que determina o grau de automação de um negócio por meio de processamento de descrição de texto. Dessa forma, são selecionadas palavras que permitem o relacionamento do processo com a possibilidade da utilização de um RPA. Para isso, o processo precisa ser descrito de forma textual, realizando posteriormente um pré-processamento linguístico, resultando em um texto com anotações relevantes, que permite realizar computações usadas para predição metalinguísticas, gerando uma classificação do grau de automação do processo. Apesar disso, esta abordagem não consegue garantir a identificação de processos passíveis de serem automatizado.

Já Leshob (2018) descreve uma abordagem que possui quatro passos que analisam processos de negócios e verificam se estes são elegíveis para automação, os quais são: elegibilidade do processo para um RPA, valoração do potencial para criação de um RPA no processo, valoração da relevância do RPA e por último a classificação do processo aplicando-se o RPA. Contudo, mesmo com quatro passos bem definidos, não há conjunto de métricas que suportem a análise, modelagem e criação de uma ferramenta para este método.

Riedl et al. (2019) desenvolveram um modelo com 14 critérios para serem respondidos que podem determinar se um processo é automatizável. Esses critérios estão divididos em viabilidade técnica, potencial de negócio e aspectos organizacionais, e possuem um valor esperado de resposta. A respeito da dimensão técnica, avalia-se a possibilidade de automatizar um processo com as tecnologias de RPA disponíveis no momento, ilustrados no Quadro 2.

Quadro 2 - Critérios de Viabilidade Técnica

Critério	Definição
Grau o qual o processo está baseado em regras	Indica se um processo segue um fluxo lógico (se-então decisões), possuindo regras claras.
Grau de intervenção humana	Leva em consideração o nível de intervenção humana em um processo para avaliar o quanto de julgamento cognitivo, interpretações ou comunicação verbal é necessário no processo.
Grau de estruturação dos dados	Indica o quanto os dados estão estruturados, podendo ser através de tabelas, relações ou padrões bem definidos.
Grau de digitalização do processo	Aponta se os processos podem ser realizados de forma eletrônica, permitindo a execução do RPA.
Grau de similaridade dos ambientes	Indica similaridade entre os ambientes de desenvolvimento, homologação e produção.

Fonte: Riedl et al. (2019).

Quanto ao critério de potencial de negócio, os autores levantam o nível de benefício esperado com a automatização do processo. Assim, essa dimensão foca na análise do cruzamento do benefício esperado em relação ao tempo de desenvolvimento e manutenções esperadas, conforme ilustra o Quadro 3.

Quadro 3 - Critérios de Potencial de Negócio

Critério	Definição
Intensidade de trabalho manual	Relacionado ao volume do produto do processo sobre um certo período de tempo versus a quantidade de tempo necessário para realização do processo.
Número de sistemas envolvidos	Indica a quantidade de aplicações sistêmicas que precisam ser consultadas, executadas ou envolvidas durante as tarefas do processo.
Grau de maturidade do processo	Referente à frequência que acontecem as mudanças na execução do processo ou regras relacionadas ao processo.

Conhecimento sobre o custo do processo	Necessário para avaliar o quanto o negócio possui conhecimento sobre o custo envolvido em realizar o processo de forma manual.
Número de exceções conhecidas	Provê análise referente a quantidade de fluxo de exceção existentes a determinado processo.
Frequência de alterações sistêmicas	Indica a quantidade de atualizações de interface ou funcionalidades das aplicações sistêmicas utilizadas durante a execução do processo
Número de passos do processo	Indica a quantidade de trabalho nas tarefas individuais nas etapas ao realizar processo.

Fonte: Riedl et al. (2019).

A terceira dimensão, aspectos organizacionais, conecta todos os pontos nos aspectos empresariais e o processo relacionado. Esta última visa demonstrar que não deve ser levado em consideração apenas a viabilidade técnica e de negócio, mas também aspectos organizacionais. Além disso, atua como critério de desempate quando as outras duas dimensões possuem resultados iguais na avaliação dos processos. O Quadro 4 ilustra os critérios inerentes aos aspectos organizacionais.

Quadro 4 - Critérios sobre aspectos organizacionais

Critério	Descrição
Tendência a risco	Indica a suscetibilidade ao risco operacional automatizando o processo, caso esta não seja desenvolvida corretamente, pois não está preparada para mudanças ou é fortemente dependente da estabilidade da plataforma
Padronização do processo	Determina a padronização dos processos, a qual pode ser expressa em um processo uniforme na empresa, independente das áreas a qual compete interesse.

Fonte: Riedl et al. (2019).

Apesar dos critérios bem definidos para o modelo, é necessária a realização de uma pré-seleção de alto nível para aplicação do mesmo. Riedl et al. (2019) sugerem que especialistas em RPA analisem o processo e selecionem somente processos bem definidos, os quais não necessitarão de padronizações ou otimizações para serem automatizados. Além disso, esse modelo necessita ter as respostas analisadas uma a uma e plotadas em um gráfico para determinar a elegibilidade do processo (RIEDL et al., 2019).

Já Wanner et al. (2020) desenvolveram um método que consiste em 3 etapas para quantificar a seleção de um processo para automatização: potencial de automatização, análise

de retorno e valor econômico. Ao contrário dos critérios identificados por Riedl et al. (2019), para determinar o potencial de automatização foram elencados 6 critérios conforme Quadro 5.

O resultado é um modelo matemático o qual retorna uma lista de indicadores quantitativos e recomendações que suportam as decisões subsequentes.

Quadro 5 - Indicadores para seleção de processo

Indicadores	Descrição
Frequência de execução	Tarefas repetitivas com um grande volume de transações, tarefas e interações entre sistemas e interfaces
Tempo de execução	Tempo de execução média de uma tarefa do processo
Padronização	Conhecimento dos possíveis resultados das tarefas durante a execução do processo
Estabilidade	Tarefas do processo com baixa probabilidade de exceções e alto poder preditivo dos resultados
Taxa de Falhas	Taxa de retrabalho até a tarefa do processo ser completada com sucesso
Taxa de Automatização	Taxa que mede a quantidade de automatização de tarefas do processo

Fonte: Wanner et al. (2020).

2.3 CONCEITOS *FUZZY* E SISTEMAS DE INFERÊNCIA *FUZZY*

Diariamente se faz necessário lidar com informações que, por natureza, não podem ser representadas por valores numéricos precisos e, apesar disso, é preciso analisá-las para tomadas de decisões. Embora possam ser determinadas, essas informações envolvem certo grau de incerteza e interpretação subjetiva e, se analisadas por diferentes pessoas, podem levar a diferentes resultados (LAKOFF, 1970).

Quando necessário o deslocamento de um ponto a outro, um indivíduo não pensa no número de passos que terá de caminhar para decidir se a melhor forma de transporte é andando ou de ônibus, sendo necessário analisar somente se o destino é perto o longe. Contextualmente, os termos perto e longe estão, portanto, inerentemente ligados à medida de distância, contudo de uma forma subjetiva e imprecisa (GAIFMAN, 2010).

A interpretação e análise destes conceitos ocorre de forma subjetiva, uma característica do raciocínio humano. O conceito de uma pessoa considerada alta ou baixa depende da análise de um indivíduo de acordo com sua vivência e sua própria altura (BARKER, 2002). Esta

abstração e a imprecisão nela envolvida permitem o seguinte questionamento: a partir de quantos centímetros uma pessoa deixa de ser considerada baixa e passa a ser considerada alta? Um único centímetro é o suficiente para alterar essa percepção?

No século IV a.C., o filósofo Eubulides, o Megariano, utilizou este mesmo raciocínio na proposição que ficou conhecida como Paradoxo Sorites: “quando um monte de areia deixa de ser um monte de areia, caso retiremos um grão de cada vez?”. Assim, define-se que se n grãos de areia são um monte, $(n-1)$ grãos de areia também seriam um monte. Ou seja, um único grão de areia não deveria fazer diferença nesta classificação. Analogamente, um grão de areia não faz um monte, ao adicionar mais um único grão não alteraria esta classificação. Portanto, pode-se assumir que nunca haverá um monte de areia, por mais que se junte os grãos um a um (HÁJEK; NOVÁK, 2017).

Dessa forma, classes de objetos encontrados no mundo real possuem dificuldades de serem representadas computacionalmente. Por isso, o conjunto dos números inteiros ($\mathbb{Z}$), apesar de infinito, é claramente definido por:

$$\mathbb{Z} = \{\dots, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, \dots\} \quad (1)$$

Porém, há universos que são definidos por humanos linguisticamente que não possuem conotação no âmbito artificial. Ainda, essas classes imprecisas possuem um papel importante no pensamento humano, particularmente nos domínios de reconhecimento de padrões, comunicação da informação e abstração (ZADEH, 1965).

A teoria de conjuntos *fuzzy* foi concebida por Zadeh (1964) com o objetivo de fornecer um ferramental matemático para o tratamento de informações de caráter impreciso ou vago. A lógica *fuzzy*, baseada nessa teoria, foi inicialmente construída a partir dos conceitos já estabelecidos de lógica clássica; operadores foram definidos à semelhança dos tradicionalmente utilizados e outros foram introduzidos ao longo do tempo, muitas vezes por necessidades de caráter eminentemente prático.

Assim, Zadeh (1975) introduziu o conceito de variável linguística a qual os seus valores são representados por palavras ou sentenças definidas como naturais ou artificiais. Como exemplo, Idade pode assumir um conjunto definido por números inteiros positivos (22, 36, 73, entre outros), mas pode se tornar uma variável linguística caso assuma valores linguístico ao invés de valores numérico, como jovem, não jovem, muito jovem, idoso, não muito idoso e não muito jovem.

2.3.1 Fundamentos da Teoria de Conjuntos e Lógica Fuzzy

A lógica *fuzzy*, a qual baseia-se na teoria de conjuntos *fuzzy*, foi em princípio formulada a partir dos conceitos já estabelecidos da lógica clássica. Para Yen e Langari (1999), a lógica *fuzzy* pode ser analisada de duas formas. Na primeira é dada como um sistema lógico que generaliza o sistema lógico binário, ou sistema lógico tradicional. Na segunda, considerando um senso abrangente, a lógica *fuzzy* refere-se a toda a teoria e tecnologia que emprega conjuntos *fuzzy*, que são classes que não tem ou não possuem fronteiras bem definidas.

Tipicamente, uma proposição lógica clássica possui duas possibilidades: ou a premissa é falsa ou é verdadeira, havendo somente um resultado possível. Portanto, na matemática clássica, a função que define se um elemento pertence ou não pertence a um determinado conjunto somente poderá assumir os valores 0 (falso), ou 1 (verdadeiro), conforme a Definição 1.

Definição 1. *Seja U um universo de discurso e A um subconjunto de U . A função característica de A é dada por*

$$X_A(x) = \begin{cases} 1, & \text{se } x \in A \\ 0, & \text{se } x \notin A \end{cases} \quad (2)$$

Assim, X_A é uma função cujo domínio é U e a imagem está contida no conjunto $\{0,1\}$.

Aqui, $X_A(x) = 1$ indica que o elemento x está em A , enquanto $X_A(x) = 0$ indica que x não é elemento de A . Dessa forma, a função característica consegue descrever completamente o conjunto A e todos os elementos do universo U também são elementos de A . Ainda, existem casos em que a pertinência entre os elementos e os conjuntos não são precisas, podendo então ser formalizado o conceito da teoria dos conjuntos *fuzzy* com a noção de subconjunto *fuzzy*.

Na lógica *fuzzy*, o resultado desta proposição poderá variar em graus de verdade, em que pode considerá-lo como parcialmente verdadeiro, ou parcialmente falso. Isto é, um elemento pode pertencer parcialmente a um conjunto. Desta forma, a função de pertinência $\mu(x)$ de um elemento a um conjunto *fuzzy* pode assumir infinitos valores no intervalo $[0,1]$, entre o totalmente falso e o totalmente verdadeiro, conforme Definição 2.

Definição 2. *Seja U um universo de discurso. Um subconjunto F de U é caracterizado por uma função*

$$\varphi_F: U \rightarrow [0,1], \quad (3)$$

Pré-fixada, chamada função de pertinência do subconjunto fuzzy F.

A classe de todos os subconjuntos *fuzzy* de U é denominada por $F(U)$. O valor $\varphi_F(x)$ indica o grau com que o elemento x de U está no conjunto *fuzzy* F . Em particular, $\varphi_F(x) = 0$ e $\varphi_F(x) = 1$ indicam, respectivamente, a não pertinência e a pertinência completa de x ao conjunto *fuzzy* F .

Como o grau de pertinência não é mais um dado binário, ou seja, não é somente pertence ou não pertence a um conjunto, um conjunto *fuzzy* não é definido apenas pelos seus elementos. Conjuntos *fuzzy* são definidos por pares ordenados que indicam cada elemento com seu grau de pertinência para com o conjunto em questão, como indicado pela Equação 4:

$$A = \{(x, \mu_A(x)) | x \in U\} \quad (4)$$

2.3.2 Definição de números *fuzzy*

Os números *fuzzy* são constituídos por conjuntos *fuzzy* que atendem às propriedades de convexidade geométrica e de normalidade (pelo menos um ponto do conjunto deve apresentar $\mu_A(x)$ igual a 1). Estes permitem a quantificação da imprecisão associada a uma certa informação. A representação de grandezas associadas a subjetividades como “em torno de 30”, “perto de 90”, “aproximadamente 1000” pode ser feita por meio de números *fuzzy* (ZIMMERMANN, 1987).

Definição 3. *Um número fuzzy F é um conjunto fuzzy associado a uma função de pertinência*

$$\mu_F: \mathbb{R} \rightarrow [0,1] \quad (5)$$

que satisfaça as seguintes condições:

- (1) *F é normal, ou seja, existe um número real m, tal qual $\mu_F(m) = 1$.*
- (2) *F é Fuzzy convexo, ou seja, para qualquer par x, y pertencente para auxiliar (F),*

$$\mu_F(\lambda x + (1 - \lambda)y) \geq \min\{\mu_F(x), \mu_F(y)\}, \forall \lambda \in [0,1]$$

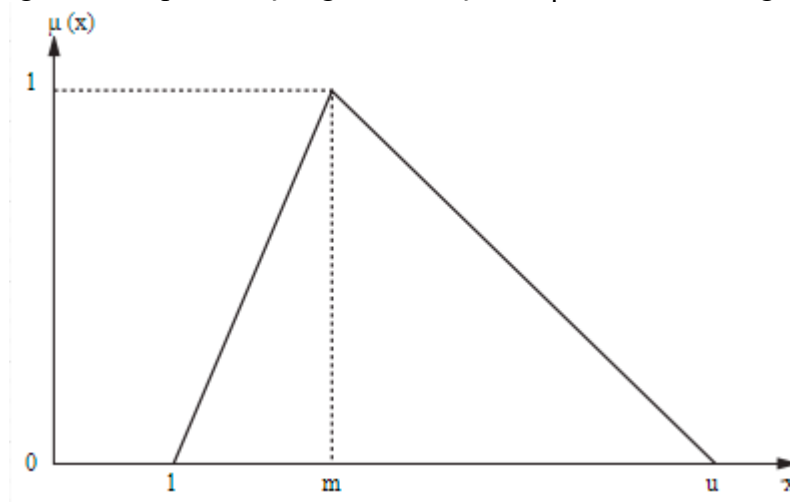
onde (F) auxiliar é o suporte de F e de $(F) = \{x \in \mathbb{R} \mid \mu(x) > 0\}$

(3) Para cada $\alpha \in (0,1)$, o nível- α do conjunto $[F]_\alpha = \{x \in R \mid \mu(x) \geq \alpha\}$ é fechado.

Então, a morfologia de um número *fuzzy* é definida por meio do comportamento de $\mu(x)$. Conforme Figura 3, um número *fuzzy* triangular é descrito por sua função de pertinência que constitui segmentos lineares em formato triangular. Segundo Yen et al. (1999), este pode ser escrito na forma (l, m, u) , onde m denota um valor *crisp* formal para o conjunto *fuzzy* ($m \in R$), l é o limite inferior e u é o limite superior. Sua função é dada pela Equação 6:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & \text{se } x \leq l \\ \frac{x-l}{m-l}, & \text{se } x \in [l, m] \\ \frac{u-x}{u-m}, & \text{se } x \in [m, u] \\ 0, & \text{se } x \geq u \end{cases} \quad (6)$$

Figura 3 - Representação gráfica função de pertinência triangular

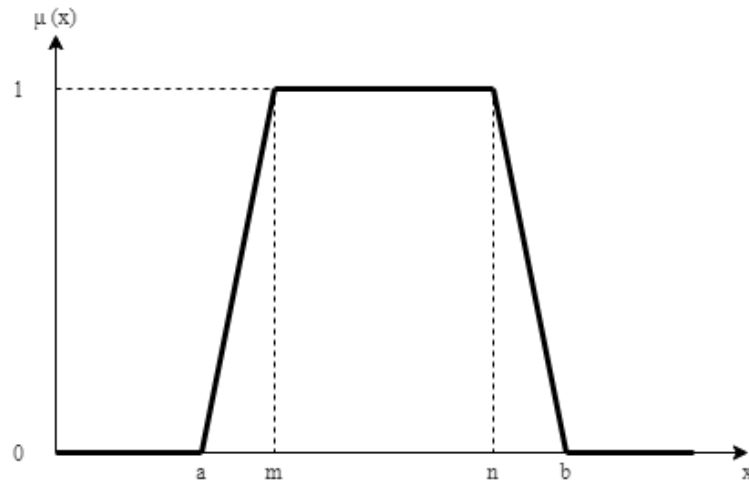


Fonte: Adaptado de Yen et al. (1999).

Outra morfologia bastante comum consiste no número *fuzzy* trapezoidal, mostrado na Figura 4, cuja função linear é caracterizada por 4 parâmetros (a, m, n, b) , expressa pela Equação 7.

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & \text{se } x \leq a \\ \frac{x-a}{m-a}, & \text{se } x \in [a, m] \\ 1, & \text{se } x \in [m, n] \\ \frac{b-x}{b-n}, & \text{se } x \in [n, b] \\ 0, & \text{se } x \geq b \end{cases} \quad (7)$$

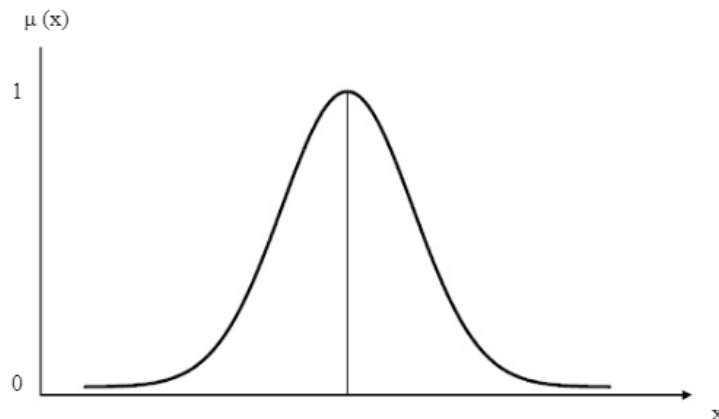
Figura 4 - Representação gráfica função de pertinência trapezoidal



Fonte: Adaptado de Pedrycz e Gomide (1998).

Além disso, funções de pertinência não lineares também são usadas em aplicações que utilizam conjuntos *fuzzy*. Um tipo de função não linear regularmente utilizada é a função gaussiana, ilustrada na Figura 5 (PEDRYCZ; GOMIDE, 1998). Nesta, a corresponde à altura do pico da curva, b é a posição central e c controla a largura, dada pela Equação 8.

$$\mu_A(x) = a \cdot e^{-\frac{(x-b)^2}{2 \cdot c^2}} \quad (8)$$

Figura 5 - Representação gráfica função de pertinência gaussiana

Fonte: Adaptado de Pedrycz e Gomide (1998).

Como exemplo (GOMES; RODRIGUES, 2016), será utilizado como base a classificação oficial do Instituto Nacional do Semiárido (INSA), em que a população brasileira é classificada conforme ilustrado na Figura 6.

Figura 6 - População total residente por faixa etária segundo as grandes regiões – 2010

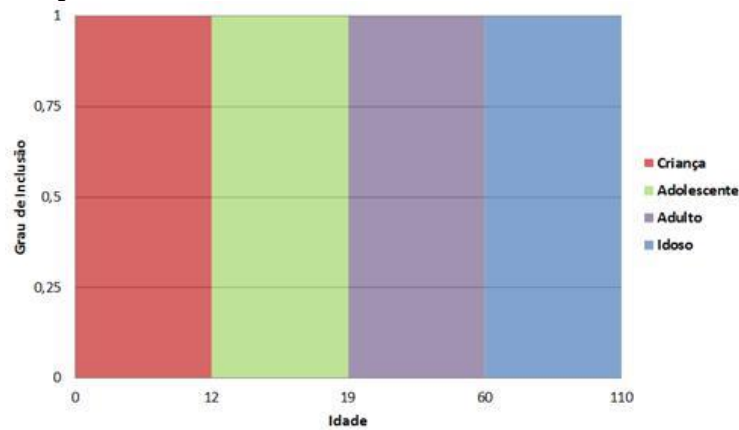
Unidades da Federação e Grandes Regiões	Número de habitantes por faixa etária				
	Criança até 11 anos)	Adolescente (12 a 18 anos)	Adulto (19 a 59 anos)	Idoso (60 anos ou mais)	Total
Semiárido	4.722.340	3.244.189	12.027.570	2.604.219	22.598.318
Nordeste	10.949.635	7.346.838	29.329.300	5.456.177	53.081.950
Sudeste	13.477.441	9.263.339	48.096.276	9.527.354	80.364.410
Centro-Oeste	2.684.884	1.774.688	8.360.388	1.238.134	14.058.094
Norte	3.909.162	2.382.544	8.491.279	1.081.469	15.864.454
Sul	4.602.472	3.266.336	16.230.618	3.287.465	27.386.891
Brasil	35.623.594	24.033.745	110.507.861	20.590.599	190.755.799

Fonte: INSA (2021).

As informações de classificação etárias possuem um modelo em que são definidos valores limítrofes entre os conjuntos, de maneira que a classificação de um indivíduo em cada faixa etária sofrerá transições abruptas à medida que sua idade avança.

Assim, uma pessoa com 18 anos, 11 meses e 30 dias é considerada como um adolescente. Mas, no dia seguinte, ao completar 19, esta mesma pessoa será diretamente reclassificada como adulto, mesmo que não tenham ocorrido mudanças biológicas ou psicomotoras em sua constituição de um dia para o outros. Tradicionalmente, esta classificação poderia ser descrita pelo diagrama conforme Figura 7.

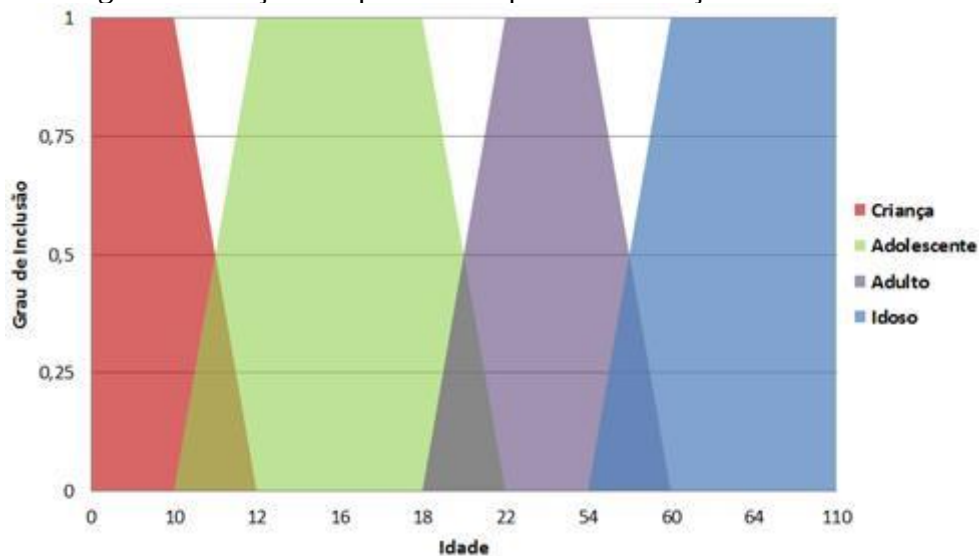
Figura 7 - Gráfico representando conjuntos clássicos para classificação etária da população



Fonte: Gomes e Rodrigues (2016).

Porém, ao utilizar funções de pertinência *fuzzy*, este mesmo cenário pode ser representado na forma como ilustrado na Figura 8.

Figura 8 - Funções de pertinência para classificação de faixa etária



Fonte: Gomes e Rodrigues (2016).

Nota-se que as fronteiras entre os conjuntos não são nitidamente definidas, havendo inclusive interseção entre elas. Assim sendo, há uma transição gradativa dos graus de pertinência entre os conjuntos à medida que a idade do indivíduo avança.

O conjunto adulto assumiu um formato trapezoidal, iniciando-se a partir dos 18 anos, com um grau de pertinência zero, aumentando gradativamente até chegar a um pico iniciando aos 22 anos (onde um indivíduo será claramente definido como adulto) com grau de pertinência igual a um, e depois diminuindo à medida que sua classificação transita para o conjunto seguinte, chegando novamente ao valor zero aos 60 anos.

Assim, uma pessoa de treze anos pertence aos conjuntos ‘Criança’ e ‘Adolescente’ em diferentes graus de inclusão, mas não pertence aos conjuntos ‘Adulto’ e ‘Idoso’, pois nestes dois últimos casos o grau de pertinência é zero. Este indivíduo com treze anos pertence predominantemente ao conjunto adolescente, mas não deixando de ser, porém, classificado também como criança em um menor grau de pertinência.

2.3.3 Operações *fuzzy*

Assim como para a álgebra tradicional, Zadeh (1965) propôs uma série de definições e operações envolvendo conjuntos *fuzzy*. Aqui são introduzidas somente os operadores que servirão como base para o trabalho em questão. Dessa forma, estende-se a definição de união de conjuntos e intersecção de conjuntos em termos *fuzzy* conforme as Definições 4 e 5.

Definição 4. *Sejam as funções de pertinência μ_A e $\mu_B(x)$, referentes respectivamente aos conjuntos A e B pertencentes ao universo de discurso U , a união dos conjuntos é dado por:*

$$\mu_{A \cup B}(x) = \mu_A(x) \vee \mu_B(x) \quad \forall x \in X \quad (9)$$

onde $\vee$ refere-se ao operador máximo.

Definição 5. *Sejam as funções de pertinência μ_A e $\mu_B(x)$, referentes respectivamente aos conjuntos A e B pertencentes ao universo de discurso U , a intersecção dos conjuntos é dado por:*

$$\mu_{A \cap B}(x) = \mu_A(x) \wedge \mu_B(x) \quad \forall x \in X \quad (10)$$

onde $\wedge$ refere-se ao operador mínimo.

Com o objetivo de generalização, Zadeh (1965) definiu operadores de base axiomática, utilizando-se conceitos de norma triangular (norma-t), dada pela expressão $\mu_{A \cap B}(x) = \mu_A(x) \Gamma \mu_B(x)$, e co-norma triangular (co-norma-t ou norma-s), dada pela expressão $\mu_{A \cup B}(x) = \mu_A(x) \& \mu_B(x)$. As equações 11 e 12 exemplificam a norma-t e a norma-s, respectivamente:

$$\mu_{A \cap B}(x) = \min\{\mu_A(x), \mu_B(x)\} \quad (11)$$

$$\mu_{A \cup B}(x) = \max\{\mu_A(x), \mu_B(x)\} \quad (12)$$

2.3.4 Sistemas de inferência *fuzzy*

Uma das mais famosas aplicações da lógica *fuzzy* e da teoria dos conjuntos *fuzzy*, combinando-os em uma estrutura lógica são os Sistemas de Inferência *Fuzzy* ou *Fuzzy Inference Systems* (FIS) (ZADEH, 1965). Estes são úteis no auxílio de tarefas de classificação, processos de simulação, ferramentas de suporte a decisão, controle de processos, entre outros.

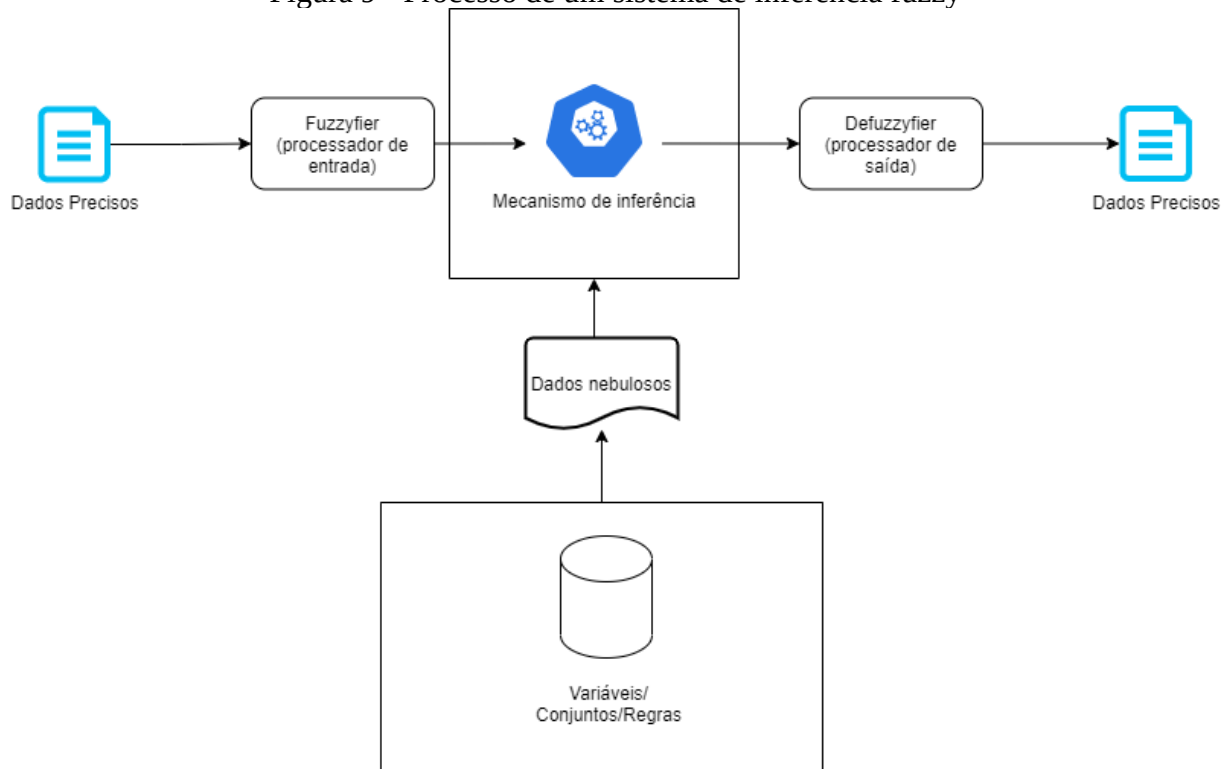
Em um FIS, as variáveis de saída *fuzzy* são inferidas a partir de uma ou mais variáveis de entrada, de acordo com um conjunto de regras de inferências, que constituem a base de conhecimento de um sistema *Fuzzy* (ORDOOBADI, 2009).

O primeiro FIS foi proposto por Mamdani e Assilian (1975), o qual foi originalmente proposto para reproduzir os comandos de operadores humanos encarregados de controlarem processos industriais. Mamdani e Assilian (1975) propuseram uma forma de simular a experiência do operador em termos de um conjunto de regras Se-Então, em função de termos linguísticos, as quais poderiam ser utilizados por uma máquina para controlar o processo.

A Figura 9 sintetiza o processo proposto, que consiste em base de dados, base contendo os conjuntos de regras Se-Então, processador de entrada (fuzificação ou *fuzzyfier*), mecanismo de inferência, processador de saída (defuzificação ou *defuzzyfier*).

O processo inicia-se ao introduzir um conjunto de valores numéricos precisos, que consistem na base de dados, a um sistema de inferência *fuzzy*. Dessa forma, o processo de fuzificação associa cada um dos valores a um termo linguístico, ao comparar as variáveis de entrada com funções de pertinência para obter os valores de pertencimento.

Figura 9 - Processo de um sistema de inferência fuzzy



Fonte: Adaptado de Mamdani e Assilian (1975).

Com os valores fuzzificados, no mecanismo de inferência são aplicados os conjuntos de regras de inferência que estabelecem relações. As regras de inferência são definidas por Mamdani e Assilian (1975) e podem ser expressas na forma:

Regra i : SE x_1 é A_{1j} , ..., $E x_N$ é A_{Nj} , ENTÃO y_1 É y_{j1} , ..., $E y_P$ É y_{jP} . ($j = 1, 2, \dots, M$)

onde x_i ($i = 1, 2, \dots, N$) são conjuntos *fuzzy*, A_{ij} ($i = 1, 2, \dots, N$) são termos linguísticos e y_{jp} são números reais em $[0, 1]$.

As regras de inferência que melhor representam os valores de entrada fuzzificados serão então ativadas. No método de inferência Mamdani, os consequentes (dados pela definição das regras ENTÃO) da base de regras são definidos por opinião de especialistas. Assim sendo, este método é mais adequado para processos de tomadas de decisão (AMINDOUST et al., 2012), apresentando um conjunto de hipóteses sobre o comportamento do problema modelado.

Para cada dado de entrada, o acionamento da regra é processado paralelamente umas as outras. Como resultado, o conjunto de regras aplicados são combinados em uma operação de agregação para gerar o valor de saída do sistema, conforme ilustrado na Figura 10. Agregação

pode ser realizada por diferentes operadores como aritmético, geométrico, média, mínimo e máximo.

Figura 10 - Método de acumulação: combinação de consequentes a partir de várias regras



Fonte: Cingolani (2013).

Por fim, o conjunto *fuzzy* obtido como resultado da agregação precisa ser expresso em valores numéricos (*crisp*). Este é convertido por meio do uso de um operador de defuzzificação e posteriormente é apresentado ao usuário do sistema (MAMDANI; ASSILIAN, 1975). Apesar de existirem diversos métodos, destacam-se os seguintes:

- Média dos máximos: $média(x) | \mu(x) = \max(\mu(x))$.
- Centro de gravidade: $\frac{\int x\mu(x)dx}{\int \mu(x)dx}$.
- Centro de área: $u | \int_{-\infty}^u \mu(x)dx = \int_u^{\infty} \mu(x)dx$.

3 MÉTODO DE PESQUISA

A empresa em estudo é uma instituição bancária com mais de 90 anos de atuação desde sua fundação, atuando nos mais diversos setores, tanto com pessoas físicas como pessoas jurídicas, como cartões, agronegócio, crédito imobiliário, consignados, entre outros. Este possui mais de 80 mil colaboradores e milhões de clientes.

Devido a sua magnitude, sua estrutura é sementada para atender aos diversos perfis de clientes, seja de varejo ou alta renda. A fim de manter a competitividade, assim como outras instituições, investe em tecnologias e busca pioneirismo na empregabilidade destas.

Por isso, o objeto de estudo em questão teve por desígnio e resultado a criação de um método aplicável, por meio de um sistema, que permita auxiliar na determinação se um processo pode ser automatizado ou não. Um método, no âmbito da TI, é um artefato composto por algoritmos e práticas. March et al. (1995) propõem que o entendimento e direcionamento dos problemas inerentes a desenvolver e implantar com sucesso uma classe de problemas em organizações pode ser obtida com o desenvolvimento e criação de artefatos.

Assim, a pesquisa na Ciência Comportamental tem seus princípios nas explicações de fenômenos, ou seja, seu objetivo é a verdade, de acordo com Hevner et al. (2004). Já o objetivo da pesquisa na Ciência do Projeto (*Design Science Research*) é a utilidade. Dessa forma, a pesquisa da Ciência do Projeto (doravante citado como *Design Science Research* ou DSR) pode ser definido como:

[...] um paradigma de pesquisa o qual um projetista responde questões relevantes aos problemas dos seres-humanos pela criação de artefatos inovadores, assim contribuindo no endosso com novo conhecimento de evidências ao corpo científico. Os artefatos criados são tão usuais quanto fundamentais no entendimento de um dado problema. (HEVNER; CHATTERJEE, 2010, p. 5, tradução nossa)

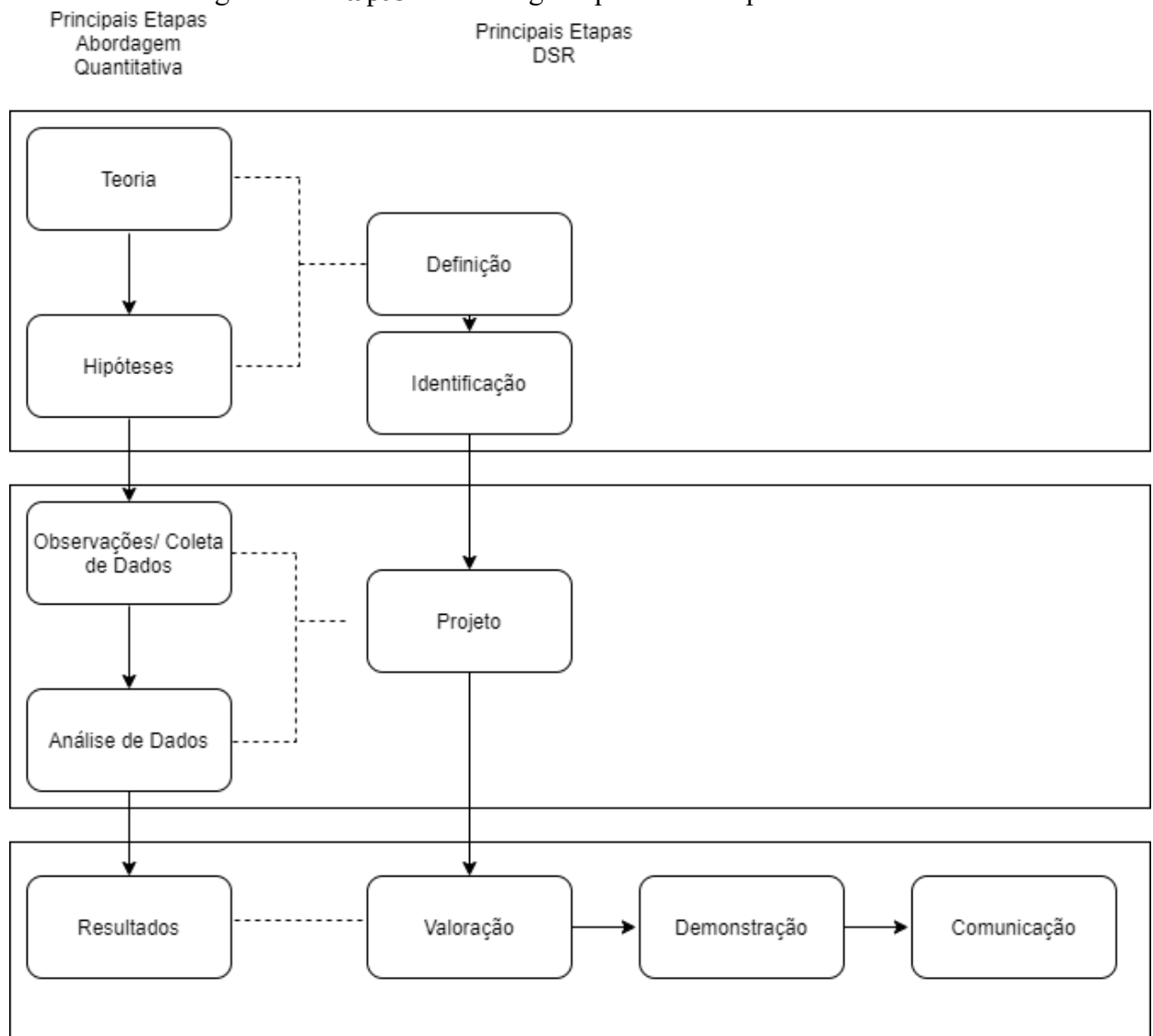
Dessa forma, DSR endereça as principais preocupações da abordagem quantitativas, conforme descrito por Bryman (2003), as quais são mensurabilidade, causalidade, generalização, replicação. A Figura 11 ilustra as principais etapas da abordagem quantitativa aplicadas no DSR.

Conforme proposto por Hevner et al. (2004), a condução de uma pesquisa baseada em DSR tem como atividade inicial a identificação do problema e a motivação para qual está se buscando a solução do mesmo. Este problema dará o rumo para o desenvolvimento do artefato o qual pode prover uma solução efetiva.

Após a identificação do problema, é necessário a definição dos objetivos para obter a solução, inferindo pela definição do problema e conhecimentos adquiridos para verificar o que é possível e o que é factível de ser desenvolvido. Assim, para alcançar o objetivo neste trabalho (Seção 1.1), a pesquisa possui quatro passos essenciais para desenvolvimento e avaliação do artefato a ser criado, os quais são:

- i. Revisão sistemática da literatura para identificação dos critérios de seleção de processos;
- ii. Condução de entrevistas para identificação dos critérios;
- iii. Construção do algoritmo (artefato);
- iv. Validação e avaliação do artefato criado frente ao método proposto.

Figura 11 - Etapas da abordagem quantitativa aplicadas no DSR



Fonte: Adaptado de Hevner et al. (2004).

3.1 ETAPAS DA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Os artigos baseados como referencial teórico foram buscados em três repositórios acadêmicos: *Science Direct*², *Scopus*³, *Web of Science*⁴. Estas bases de dados digitais foram escolhidas a fim de selecionar fontes relevantes que descrevem a utilização de RPA nas áreas de tecnologia da informação e automatização de processos. Não houve restrição nos parâmetros de data de publicação do artigo, pois este é um campo de pesquisa novo e com pouca visibilidade no âmbito acadêmico. Além disso, foram considerados todos os campos de atuação de pesquisa em que foram utilizados RPA, desde ciência forense (ASQUITH; HORSMAN, 2019) a bancos (STOLPE et al., 2017).

Palavras-chave foram empregadas em busca no título do artigo, assim como resumo do mesmo, excluindo-se artigos que tinham uma definição diferente para RPA do proposto para este trabalho, por exemplo, com o significado da proteína que faz a ligação das fitas do DNA. Também, foram desconsideradas fontes com nenhuma citação. O Quadro 6 indica o método de pesquisa empregado para embasamento teórico. Além disso, artigos encontrados em vários repositórios foram considerados somente uma única vez.

Quadro 6 - Parâmetros de busca

Coleções de dados	Science Direct, Scopus e Web of Science
Termos utilizados	“RPA”, “Robotic process automation”, “RPA model”
Critério incluso	“robotic process automation”
Críticos excluídos	Definição diferente para RPA; Fontes sem citação

Fonte: Autoria própria.

Foram encontrados 37 artigos de maior relevância de acordo com os parâmetros de busca propostos. A Figura 12 representa a frequência de publicação dos artigos (2015-2020), de acordo com a data da mesma. É possível notar que destes, em 2018 houve um aumento significativo de publicações relacionados a utilização de RPA, o que foi analisado e constado por Ivančić et al. (2019) mediante a uma revisão sistemática da literatura. Este encontrou 27 artigos buscando nos repositórios do *Scopus* e *Web of Science* somente pelo termo “robotic process

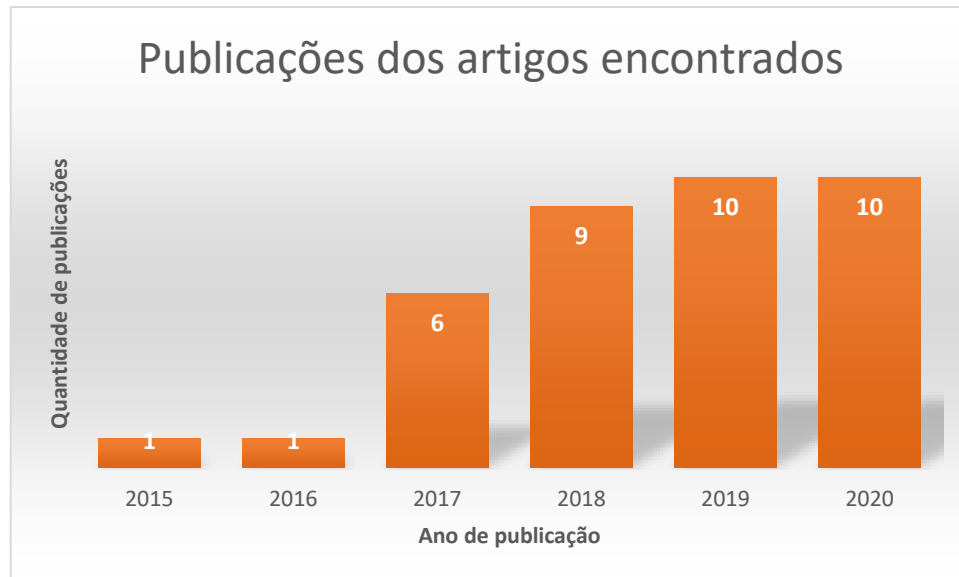
² Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/>. Acesso em: 02 jul. 2021.

³ Disponível em: <https://www.scopus.com/>. Acesso em: 02 jul. de 2021.

⁴ Disponível em: <https://www.webofknowledge.com>. Acesso em: 02 jul. de 2021.

automation”, dos quais 18 utilizaram modelo empírico de pesquisa (16 qualitativos e 2 quantitativos), 4 utilizaram uma abordagem axiomática e 5 apresentaram uma revisão de literatura.

Figura 12 – Publicações de Artigos sobre RPA



Fonte: Autoria própria.

3.2 CONDUÇÃO DE ENTREVISTAS

A realidade empírica, de acordo com Bradley (1993), no contexto de dados capturados por um entrevistador e que serão interpretados, é complexa, entrelaçada, entendida pelo contexto como um todo e inseparável do conhecimento dos indivíduos a respeito daquela realidade.

Fontana et al. (2000) definem vários tipos de entrevistas qualitativas, as quais vale destacar a entrevista estruturada e a entrevista semiestruturada. Para o levantamento dos critérios, fora conduzida entrevistas semiestruturada, conforme proposto por Myers e Newman (2007). Os autores propõem que, como uma entrevista é uma interação social, a mesma pode ser conduzida como uma peça teatral. Os elementos encontrados na peça teatral podem ser paralelizados com a entrevista, os quais são o Palco, Atores, Audiência, Roteiro, Ato Inicial, Ato Final.

A condução das entrevistas ocorrera dentro do ambiente organizacional da empresa a qual a pesquisa está sendo realizada. Estas, devido ao cenário de pandemia de COVID-19, realizaram-se por videochamada com 20 áreas distintas que atualmente utilizam RPA ou outras formas para automatização de processos. A pesquisa teve como propósito o levantamento de

critérios que foram utilizados como variáveis de entrada para o artefato a ser construído. Das 20 entrevistas planejadas, duas foram consideradas como piloto, auxiliando na identificação de melhorias e possíveis lacunas nas perguntas.

O entrevistador utilizou uma lista de perguntas pré-elaboradas, de acordo com pesquisa na literatura e indicado na Seção 2.2, considerando pesquisas de autores como Willcocks et al. (2015), Anagnoste (2017), Leopold et al. (2018), Leshob (2018), William e William (2019), entre outros. Já o entrevistado não possuía um roteiro e respondeu às perguntas de acordo com seu conhecimento. As perguntas foram semiestruturadas, dissertativas e contaram com a interpretação do entrevistador, assim como com o conhecimento e objetividade do entrevistado.

O pesquisador atuou como entrevistador e os entrevistados são especialistas ou líderes técnicos que atuam há pelo menos 1 ano com automatização de processos, visto que esta é uma área de atuação nova na empresa em questão. As respostas foram analisadas a fim de extrair os critérios em comuns obtidos com as entrevistas. Não foi necessário realizar uma segunda rodada de entrevistas. O Quadro 7 informa as perguntas e qual o resultado esperado.

Quadro 7 - Questões para levantamento de critérios nas entrevistas

Questão	Objetivo	Fonte
Quais critérios foram levados em consideração nos projetos já realizados?	Entender, de forma geral, quais os critérios o entrevistado levou em consideração ao selecionar processos para ser automatizado.	Riedl et al. (2019); Wanner et al. (2020).
Como é realizada a priorização de um processo para automatização?	Elencar critérios relevantes na priorização de um processo, como risco de imagem, benefício financeiro ou risco operacional.	Willcocks et al. (2017); Wanner et al. (2020).
Como um processo é mapeado para definir o fluxo automático?	Identificar se há métodos estabelecidos no mapeamento dos processos e fatores determinantes para prosseguir ou não com a automatização do processo.	Van der Aalst et al. (2018); Willcocks et al. (2015).
Existem limitações sistêmicas ao automatizar um processo?	Verificar se os processos são dependentes de sistemas não automatizáveis ou com acesso limitado.	Anagnoste (2017); Asatini et al. (2016); Syed et al. (2020);.
A automatização é realizada por colaboradores internos ou externos (terceiros)?	Detectar fatores financeiros e de disponibilidade de recursos.	Anagnoste (2018); Riedl et al. (2019).
Quais os recursos de infraestrutura/tecnológicos estão disponíveis para a automatização do processo?	Identificar limitações tecnológicas disponíveis no âmbito organizacional e os quais os processos são dependentes (interpretação humana, escuta de ligação, interpretação de imagens, entre outros)	Anagnoste (2018); Riedl et al. (2019).

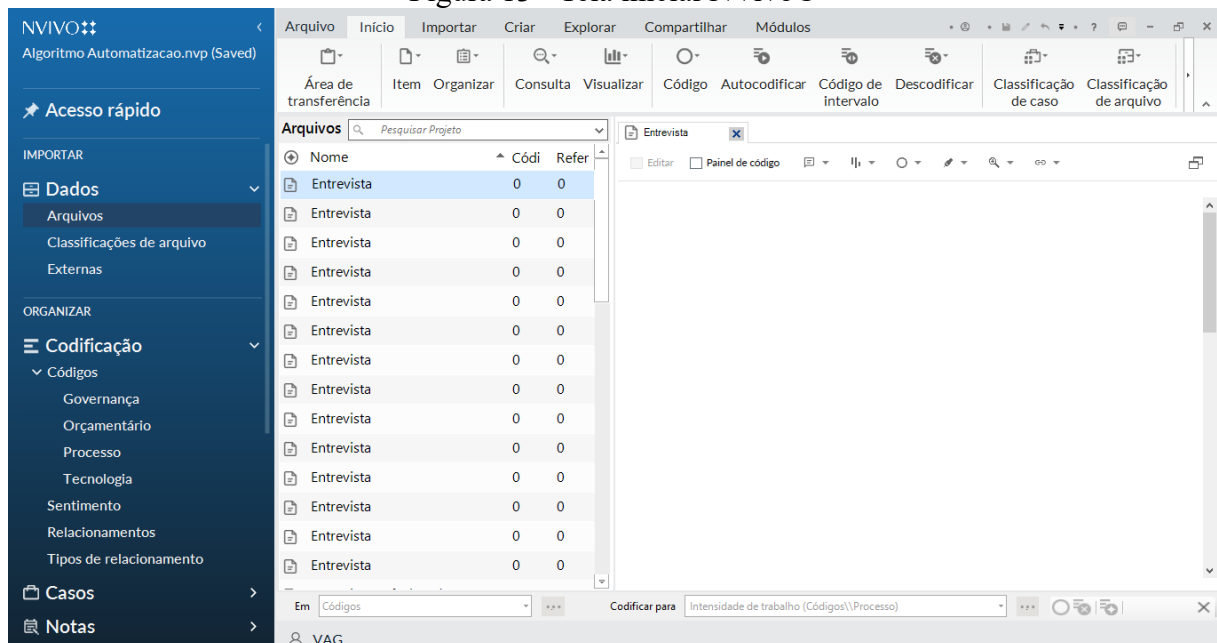
Os processos automatizados podem impactar o cliente financeiramente? Se sim, como?	Constatar fatores de risco ao automatizar o processo.	Willcocks et al. (2015); Romao et al. (2019); Syed et al. (2020).
Os processos automatizados possuem risco de imagem a empresa? Se sim, de que forma?	Constatar fatores de risco ao automatizar o processo.	Leopold et al. (2018); Anagnoste (2017); Anagnoste (2018).

Fonte: Autoria própria.

A princípio, foi selecionado uma amostra de 10% do público para as entrevistas, respeitando os pré-requisitos elencados. Contudo, ainda pode-se observar a incidência de novos códigos e temas com este público inicial e, dessa forma, foi realizado um total de entrevistas referente a 20% da população identificada.

Para auxiliar na identificação dos critérios e organização das transcrições das entrevistas, foi utilizado o *software NVivo®*⁵. Este auxilia no processo de análise, gerenciamento e formato de dados qualitativos. Sua interface amigável, representado na Figura 13, é padronizada e de fácil utilização.

Figura 13 - Tela inicial NVivo®



Fonte: Autoria própria.

Além disso, permite armazenar todos os dados, seja arquivos texto, imagens ou áudio juntamente em um único arquivo, facilitando a interpretação dos dados. Possui também a opção de exibir graficamente os códigos e categorias criadas pelo pesquisador. A empresa QSR

⁵ Disponível em: <https://www.qsrinternational.com/nvivo-qualitative-data-analysis-software/support-services/nvivo-downloads>. Acesso em: 5 maio 2021.

International, detentora do *software*, disponibiliza a versão demonstrativa do programa, utilizada no desenvolvimento deste projeto.

3.3 CONSTRUÇÃO DO ARTEFATO

Diariamente pessoas enfrentam problemas com variados critérios na hora de realizar uma decisão (*Multicriteria Analysis Decision Methods* - MCDM). As informações expressas pelos problemas MCDM não podem sempre ser expressos por números claros, pois são incertos e nebulosos (*fuzzy*). Dessa forma, Zadeh (1965) introduziu o conceito de teoria *fuzzy* para lidar com decisões imprecisas e incertas. Conforme definiu Brown (1971), nas situações do mundo real, principalmente quando há problemas relacionados a classificação por padrões, informações nebulosas não são mais a exceção, e sim a regra.

Assim, logicamente falando, há problemas que determinada resposta não pode ser definida como verdade absoluta, definida pelo valor booleano 1; nem como falso absoluto, definido pelo valor absoluto 0. Por isso, a lógica *fuzzy* propõe que há valores que podem ser expressos entre o intervalo de 0 a 1. Dessa forma, é possível representar matematicamente e computacionalmente respostas que só eram compreensíveis na linguagem humana, dotadas de incertezas e metalinguística (WAN; LI, 2015).

Com isso, surgiram novos campos de pesquisa para poder definir problemas *fuzzy*, como discutido por Kickert (1978) a respeito de problemas MCDM. Zimmermann (1987) demonstra uma abordagem para conjuntos *fuzzy* e estende esses conceitos. Yager (1978) apresentou métodos de tomada de decisões com multiatributos *fuzzy*.

Como então tratar dados não convencionais poderá expressar situações cotidianas para problemas de tomada de decisão? Operações matemáticas tradicionais não podem ser aplicadas diretamente a números *fuzzy* e, então, Dubois et al. (1979) introduziram o conceito de operações *fuzzy*. Dessa forma, como proposto por Triantaphyllou e Chi-Tun (1996), é possível “fuzzificar” métodos de tomada de decisão tradicionais em métodos de tomada de decisão o qual a entrada é nebulosa.

A princípio, ao se deparar com o problema proposto nesta pesquisa, erroneamente leva-se a construir o artefato simplesmente para responder à pergunta “é possível automatizar um dado processo proposto?” com “Sim” e “Não”. Na verdade, ao olhar o âmbito organizacional, essa solução é nebulosa ao definir um critério de aceite para considerar quando um processo deve ser de fato automatizado ou não. Estabelecendo como premissa que um dado processo x em uma área A e um processo y em uma área B podem ter o mesmo percentual do processo

automatizado, pode-se afirmar que os dois serão satisfatoriamente automatizados? Definitivamente não é possível declarar isso, dada a nebulosidade envolvida em cada um dos processos.

Conforme indicado por Hevner et al. (2004), a etapa de criação e desenvolvimento do artefato inclui determinar as funcionalidades desejadas para este, assim como a arquitetura e então a criação propriamente dita. Isto posto, o artefato será um método consistido em uma aplicação computacional que poderá, dado o preenchimento de informações de entrada, definir o percentual da possibilidade de automatização de um determinado processo.

Para isso, o resultado da condução das entrevistas explanado na Seção 3.2 será analisado em conjunto com os critérios encontrados na literatura, conforme visto na Seção 2.2.3. A fim de obter um resultado satisfatório, foi desenvolvido um algoritmo computacional utilizando teoria dos conjuntos *fuzzy* por meio da construção de um Sistema de Inferência Difuso (*Fuzzy Inference Systems – FIS*) utilizando o método Mamdani (MAMDANI; ASSILIAN, 1974).

O método de Mamdani é aceito amplamente pela forma de capturar o conhecimento de especialistas em um determinado assunto, o qual se deseja representar em um modelo computacional. Este permite a descrição do conhecimento do especialista de uma forma intuitiva e parecida com a forma de raciocínio humano (KAUR; KAUR, 2012). Cada um dos critérios estabelecidos serviu como variáveis de entrada e o resultado pode ser obtido após a defuzzificação da área do modelo ativada.

Como resultado, obteve-se um sistema que apresenta ao usuário um formulário com dez perguntas, desenvolvido na linguagem de programação *JAVA*, utilizando a última versão disponível do JDK (*Java SE Development Kit*). Este formulário teve como propósito coletar os valores para as variáveis de entrada. Todos os dados que precisaram ser armazenados a fim de processamento ou registro operacional foram armazenados utilizando *MongoDB*⁶. Este é um banco de dados de propósito geral, não relacional, onde suas informações são armazenadas em documentos e coleções, ao invés de tabelas e registros.

Logo, para evitar a reconstrução dos algoritmos e modelos matemáticos para realizar o processamento das regras de inferência, assim como a fuzificação e defuzzificação para obtenção dos resultados, foi utilizado o componente *JFuzzyLogic* (CINGOLANI; ALCALA-FDEZ, 2012). Este é um componente de código aberto escrito em *Java* e que implementa um *Fuzzy Logic Controller (FLC)*, baseado na especificação IEC 61131-7.

⁶ Disponível em: <<https://www.mongodb.com/pt-br>>. Acesso em: 29 ago. 2021.

O pacote *JFuzzyLogic* permite a sua implementação de forma simplificada pois utiliza uma linguagem de programação padronizada que reduz a curva de aprendizagem, providenciando uma implementação completa e funcional de um FIS. Este é disponibilizado por meio de uma API que pode ser consumida e expandida por desenvolvedores (CINGOLANI; ALCALA-FDEZ, 2013).

As definições dos parâmetros do controlador *fuzzy* são realizadas através de um arquivo texto no formato FCL, os quais através de um *plugin* para *Eclipse*⁷, podem ser escritos e implementados intuitivamente. O arquivo define as variáveis e partições *fuzzy*, além da base de regras, sendo composto por: um bloco para declaração das variáveis de entrada e saída, um bloco que implementa a fuzificação para tradução dos valores numéricos das variáveis de entrada em representações *fuzzy* e, por fim, um bloco de defuzificação, que traduz os valores das variáveis de saída em um valor numérico. A Figura 14 ilustra a estrutura de um arquivo FLC.

Figura 14 - Exemplo estrutura de um arquivo FLC

```
FUNCTION_BLOCK simulador // Início do bloco de definições

VAR_INPUT // Definição das variáveis de entrada
    nome_variavel_entrada: REAL;
END_VAR

VAR_OUTPUT // Definição das variáveis de saída
    nome_variavel_saida: REAL;
END_VAR

FUZZIFY nome_variavel_entrada
    // definição das partições fuzzy e seus intervalos para cada variável de entrada
    TERM PARTICAO_X := (0.0, 0) (10.0, 1) (20.0, 0)
END_FUZZIFY

DEFUZZIFY nome_variavel_saida
    // definição das partições fuzzy e seus intervalos para cada variável de saída

    TERM PARTICAO_Y := (0.0, 0) (50.0, 1) (100.0, 0) ;
    METHOD : COG; // Método de defuzzificação (Padrão é o Centro de Gravidade)
    DEFAULT := 0; // Valor default caso nenhuma regra seja ativada
END_DEFUZZIFY

RULEBLOCK No1
    // Definição do conjunto de regras para o controlador Fuzzy. Este bloco irá descrever
    // as correlações entre as partições da variável de entrada com uma partição da variável
    // de saída

    AND : MIN; // Método MIN utilizado no processamento do operador lógico AND
    ACT : MIN; // Método de ativação
    ACCU : MAX; // método de acumulação

    // Início da descrição de cada regra
    // RULE 1 : IF variavel_entrada1 IS PARTICAO1 AND variavel_entrada1 IS particao2 THEN vari
END_RULEBLOCK
```

Fonte: Gomes e Rodrigues (2016).

Consequentemente, após processamento das regras definidas, esperou-se obter como valor resultante o percentual provável de automatização do processo. Este resultado auxiliará

⁷ Disponível em: <https://www.eclipse.org/>. Acesso em: 29 ago. 2021.

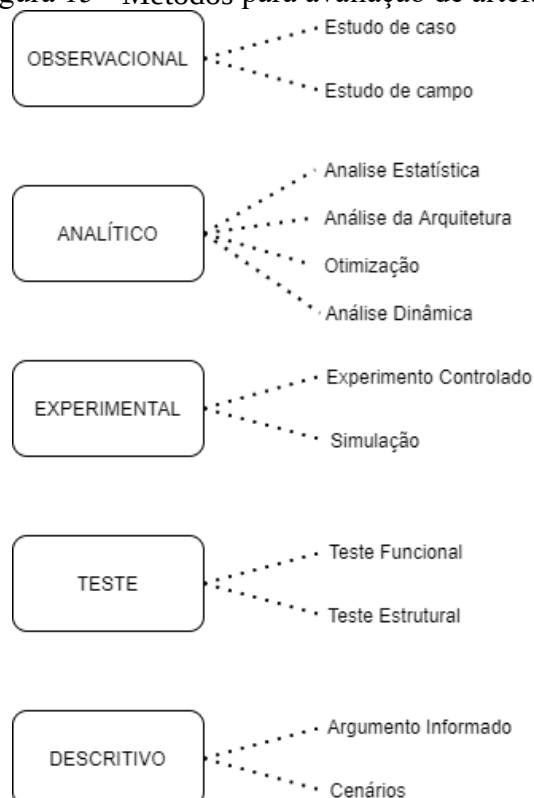
as áreas de *back-office* que desenvolvem automações na tomada de decisão para iniciar ou não o projeto.

3.4 VALIDAÇÃO E AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Essa etapa consiste em observar e medir o quanto o artefato construído suporta a solução do problema apresentado. Uma das diretrizes da pesquisa em DSR é o rigor da condução do mesmo e, para aumentar a confiabilidade do artefato construído, um conjunto de cuidados e observações são necessários para minimizar o viés dos resultados e soluções geradas. Conforme Lacerda et al. (2013), a avaliação final do artefato não dispensa que, durante cada etapa do método da DSR, avaliações parciais sejam feitas a fim de certificar que a pesquisa está caminhando para cumprimento dos objetivos propostos.

Assim, é necessário explicitar em detalhes os mecanismos de avaliação do artefato. Hevner et al. (2004) propõem alguns métodos como forma avaliativa, conforme ilustra a Figura 15.

Figura 15 - Métodos para avaliação de artefatos



Fonte: Adaptado de Lacerda et al. (2013).

Dessa forma, a escolha pode depender tanto do artefato desenvolvido quanto das exigências de execução do mesmo. Consequentemente, a validação do artefato deve estar intrinsicamente ligada com sua aplicabilidade.

Como forma avaliativa, realizou-se um experimento controlado, ou seja, um estudo do artefato em um ambiente controlado para verificação de suas qualidades, assim como uma simulação. Como não existia valores prévios como base de dados, foram geradas bases com valores aleatórios a fim de determinar os valores *crisp* para cada uma das variáveis de entrada estabelecidas e cada uma das variáveis de saída. Assim, foram executadas simulações para ajuste e refinamento das funções de pertinência e da base de regras de inferência.

Além disso, foi executado algoritmo de otimização no FIS desenvolvido, chamado de Delta (JORGENSEN, 1984). Este é um derivado da modificação do algoritmo Newton-Raphson (LINDSTROM; BATES, 1988) e pode ser interpretado como um método iterativo dos mínimos quadrados ponderados. A validação do algoritmo foi realizada implementando a API de otimização disponibilizado por Cingolani e Alcalá-Fdez (2013). Como resultado, esperou-se que, caso haja necessidade, o algoritmo realizasse uma melhoria nas regras de inferência.

Também, foi realizada pesquisa com cinco dos especialistas em automatização, aos quais foi solicitado que selecionassem dois projetos cada, considerando os critérios a seguir, comparando o resultado esperado com o resultado obtido com a execução do artefato:

- (a) Finalizado: o projeto de automatização do processo deverá constar como finalizado e não deverá estar em nenhuma etapa de desenvolvimento ou validação. Caso haja melhorias a serem aplicadas futuramente, estas serão consideradas em uma nova fase do projeto.
- (b) Qualidade do Projeto: foi necessário selecionar projetos que foram implantados com sucesso ou que por algum motivo não puderam ser automatizados. Dessa forma, o artefato desenvolvido poderá verificar se detectaria com sucesso ou não possibilidade de automatização do processo.

Após utilização do sistema, os especialistas responderam ao questionário, a fim de obter informações para ajuste caso necessário, conforme Quadro 8. Houve um alto rigor na validação do artefato pois, devido à natureza sensível dos processos, não poderá comprometer processos e seus resultados quanto a automatização dos mesmos.

Quadro 8 - Questionário para consolidação do formulário desenvolvido

Questão	Possíveis Respostas	Objetivo
As perguntas disponibilizadas no sistema são claras e de fácil entendimento?	1- Sim 2- Não. Quais precisam ser melhoradas?	Entender, de forma geral, se as perguntas disponibilizadas ficaram claras para o sistema ser utilizado.
As opções disponibilizadas para as respostas contemplam os cenários possíveis?	1 -Sim 2 – Não. Quais precisam ser ajustados?	Elencar valores de entrada que não foram considerados e que deveriam ser inseridos como opção.
A navegação do sistema ficou intuitivo?	1 – Sim 2 – Não. O que pode ser melhorado?	Ajustar a <i>interface</i> do sistema para melhor utilização
Você adicionaria alguma pergunta que não foi considerada?	1 – Não 2 – Sim. Qual?	Verificar se todos os critérios levantados são o suficiente.

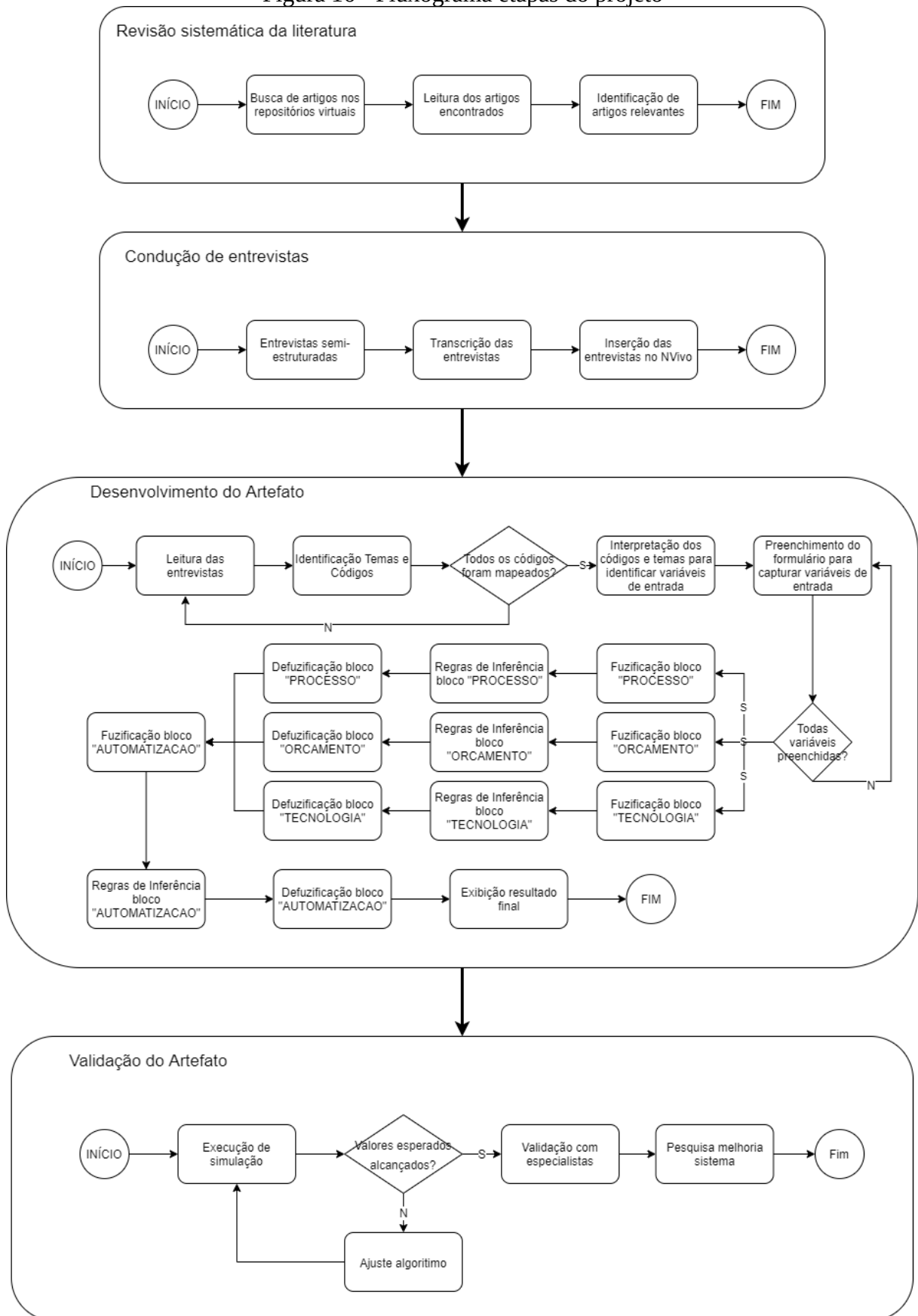
Fonte: Autoria própria.

Deve ser eliminado o risco de um projeto que se beneficiaria de uma automatização ser desconsiderado como uma escolha viável. Da mesma forma, em que um processo não pode ser sistematizado e o artefato desenvolvido assegurar que é possível, gastando recursos e tempo de forma desnecessária.

3.5 FLUXOGRAMA DAS ETAPAS

De forma a auxiliar na compreensão das etapas do DSR, assim como cumprimento de cada uma delas, a Figura 16 ilustra cada passo desenvolvido na Revisão sistemática da literatura, condução das entrevistas, desenvolvimento do artefato e validação do artefato.

Figura 16 - Fluxograma etapas do projeto



Fonte: Autoria própria.

4 DESENVOLVIMENTO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Neste Capítulo é evidenciado o método para a coleta de dados através de entrevistas e consequentemente o desenvolvimento do algoritmo utilizando sistema de inferência *fuzzy*. São também apresentados os procedimentos de levantamento das variáveis de entrada do sistema, regras de inferência e variáveis de saída. Por consequência, tem-se a construção de um sistema baseado em um formulário para preenchimento dos dados e obtenção do resultado final.

4.1 COLETA DOS DADOS

A empresa, objeto em estudo, possui em sua estrutura uma área de tecnologia, responsável por desenvolver sistemas para auxiliar e suprir demandas tanto internas quanto do mercado em que atua. Assim sendo, a fim de manter-se competitiva e cumprir com novas estratégias, a demanda por soluções modernas e escaláveis aumenta em uma escala não comportada pelos times de TI.

Consequentemente, áreas de *back-office*, por lidar com problemas reais de clientes, mobilizam-se com o propósito de criar soluções automatizadas para proporcionar rápido atendimento, com qualidade e gestão de riscos, às situações diárias, enquanto suas necessidades tecnológicas não são atendidas. Todavia esse artifício gera problemas outrora inexistentes como lentidão em servidores, falta de espaço para armazenamento de informações, queda dos sistemas, entre outros.

Assim, foi instituído uma governança a qual estabeleceu um conjunto de normas e diretrizes, além de um conjunto de arquiteturas permitidas ao desenvolver uma automação. Com isso, somente áreas governadas tem permissão para construir automações.

Para o desenvolvimento desse trabalho, foi realizado o levantamento de todas as áreas de *back-office* governadas para determinar a população a ser estudada. Organizacionalmente, há aproximadamente cem áreas autorizadas para automatização de processos. Conforme Dejonckheere e Vaughn (2019), a quantidade de participantes depende de fatores como propósito do estudo, qual o tipo de estudo planejado e quais questões o estudo está tentando responder.

Um padrão bem estabelecido para determinar amostras qualitativas consiste em alcançar a saturação de temas, no qual nenhuma informação nova é obtida pelas respostas dos entrevistados.

4.1.1 Condução das entrevistas piloto

Foram selecionados 2 participantes de áreas distintas da empresa em estudo para realização de um piloto, a fim de verificar se as perguntas elaboradas estavam claras e sem ambiguidades. Assim, poderia ser confirmado a cobertura e a relevância do conteúdo formulado e identificar possível necessidade de reformulação das perguntas, além de testar a implementação das mesmas (KALLIO et al., 2016).

Além disso, outro objetivo a ser alcançado foi detectar critérios essenciais observados no dia a dia e que não haviam sido observados inicialmente na literatura ou durante análise prévia. O Quadro 9 demonstra o perfil detalhado dos entrevistados, de acordo com as características elencadas no tópico 3.2.

Quadro 9 - Perfil dos Analistas selecionados

Analista	Função Exercida	Experiência com Automatização
1	Analista de Projetos e Processos Sênior	Ponto focal em sua área de atuação, a qual possui 2 anos de experiência em seleção de processos e gestão das iniciativas.
2	Analista de Projetos e Processos Sênior	Com mais de 6 anos de experiência com automatização de processos, participou da transformação de processos no <i>back-office</i> por meio de projetos bem sucedidos e pioneiros com RPA.

Fonte: Autoria própria.

Ambas entrevistas duraram aproximadamente 45 minutos e foram realizadas por videoconferência, em dias distintos. De acordo com os analistas respondentes, as perguntas foram claras e objetivas, de fácil entendimento e que consideraram as fases cruciais ao se automatizar um processo como métodos adotados, priorização, observação de risco e impacto ao cliente.

Ao final do questionário, após responder as perguntas propostas, os participantes tiveram a oportunidade de enriquecer a entrevista com algum fator ou critério relevante, que não foi considerado previamente. Dessa forma, foi possível considerar 2 novas perguntas para a realização das entrevistas seguintes ao teste, conforme consolidado no Quadro 10. A primeira pergunta foi considerada pelos 2 analistas entrevistados; já a segunda nova pergunta, foi considerada ao final da entrevista do analista 2.

Quadro 10 - Novas questões elencadas para as entrevistas futuras

Nova Questão	Objetivo	Fonte
Quais os tipos de formato de entrada que pode haver em um processo.	Entender, de forma geral, quais os formatos de entrada existentes nos processos realizados e compreender se há limitações ou implicações ao automatizar o processo.	Huang; Vasarhelyi (2019)
Há a utilização de um método de desenvolvimento de projeto?	Verificar se há a utilização de métodos de desenvolvimento de projeto como Scrum ou Waterfall, que norteiam durante a automatização do processo.	Ma et al. (2019)

Fonte: Autoria própria.

O Quadro 11 foi elaborado com o agrupamento das respostas obtidos das pesquisas pilotos.

Quadro 11 - Consolidação da pesquisa piloto

Questão	Respostas consolidadas
Quais critérios foram levados em consideração nos projetos já realizados?	Para o Analista 1 projetos selecionados que trazem retorno financeiro ou operacional. Complexidade do processo é levado em consideração ao automatizar. Para o Analista 2 além do fator dos benefícios financeiros, foi importante considerar os riscos que serão mitigados ao retirar as ações humanas.
Como é realizada a priorização de um processo para automatização?	Nas duas áreas analisadas, há um questionário, não relacionados, que, após preenchimento, permitem determinar qual processo será priorizado.
Como um processo é mapeado para definir o fluxo automático?	Para o primeiro, é realizado um levantamento de requisitos com fluxos, imagens e desenho de fluxo. Desenvolvedores analisam os dados e tacitamente decidem se é possível automatizar baseado em experiências prévias. Já para o segundo, é realizado uma reunião de <i>inception</i> e entendido como é o macro fluxo do processo. Após isso, cada detalhe do fluxo e possíveis lacunas são discutidos e então é definido como será o processo automatizado.
Existem limitações sistêmicas ao automatizar um processo?	Basicamente, não há sistemas de TI que limitem o tratamento via automação dos processos. Caso alguma função não seja passível de ser utilizada via robô, é solicitado uma API para que o robô possa integrá-la e executar a tarefa.
A automatização é realizada por colaboradores internos ou externos (terceiros)?	O desenvolvimento dos robôs é feito por colaboradores terceiros a empresa em questão, para as áreas dos entrevistados na pesquisa piloto.

Quais os recursos de infraestrutura/tecnológicos estão disponíveis para a automatização do processo?	Analista 1 relatou que possuem como infraestrutura disponível servidores <i>Windows</i> , <i>SQL Server</i> e Ambiente Virtual para execução dos robôs. Já o Analista 2 detalhou que, além dos mesmos recursos, também contam com tecnologia de <i>OCR</i> e, para alguns processos específicos, possuem tecnologia de biometria facial para validação do cliente e continuidade do fluxo.
Os processos automatizados podem impactar o cliente financeiramente? Se sim, como?	Para ambos, existe o risco de impacto financeiro caso alguma automação execute o processo com falha ou erro. Apesar do risco, esses processos equivalem somente a 10% do total de robôs já desenvolvidos, pois os maiores ganhos observados para os clientes são o ganho de eficiência e consistência.
Os processos automatizados possuem risco de imagem a empresa? Se sim, de que forma?	Tanto o Analista 1, quanto o Analista 2 relataram que se processos automatizados tratarem de forma indevida as ocorrências, o cliente pode acionar órgãos reguladores como BACEN, Procon ou Ouvidoria, o que pode afetar a imagem da empresa em questão e gerar processos regulatórios.

Fonte: Autoria própria.

Por meio das respostas, foi possível constatar alguns fatores importantes identificados na literatura. Quanto a escolha dos processos, ambos os candidatos disseram que, fora os fatores de risco, processos de baixa complexidade, com fluxo bem definido e de fácil implantação são priorizados frente a processos não mapeados corretamente.

Vale notar que cada uma das áreas atua de forma distinta quanto a seleção do processo: na área do Analista 1, há uma governança que avalia os pedidos de automatização frente a requisição de usuários demandantes; já na área do Analista 2, os líderes técnicos e analistas de projetos e processos buscam oportunidades de automatização. Ambas as áreas possuem calculadora de priorização de acordo com respostas preenchidas. Apesar disso, não há governança ou uma norma que padronize esses questionários e o resultado difere de uma calculadora para outra, pois cada área determina a melhor forma de atuar.

Os entrevistados expuseram situações de exemplo para cada uma das perguntas para justificar suas respostas. A decisão de construção do robô para automatização ocorre, muitas vezes, baseadas em experiências passadas com outras automações e não em uma metodologia propriamente dita. Os analistas apontaram a necessidade de método bem definido que auxiliem no começo da seleção do processo para evitar desperdícios de recurso. Estes exemplificaram projetos que iniciaram e foram cancelados após meses de planejamento, desenho do processo e até início do desenvolvimento.

As entrevistas piloto foram relevantes para indicar que seria possível levantar critérios para alimentação do artefato a ser desenvolvido analisando questões técnicas, estruturais, de processo e riscos, inclusive com fatores não identificados inicialmente.

4.1.2 Resultado da condução das entrevistas

Para obter um resultado satisfatório, a realização de entrevistas semiestruturadas requer certo nível de estudo prévio na área entrevistada, pois as questões são baseadas em conhecimentos prévios. As perguntas são determinadas antes da realização das entrevistas e formuladas como guias.

Após decidir o propósito do estudo e as perguntas da pesquisa, foi necessária a determinação do público a ser questionado. Foi necessário entrar em contato com o setor de governança da empresa a fim de obter listas com todos as áreas de *back-office* que desenvolvem automações. Tendo-as consolidadas, seguiu-se com comunicação via e-mail aos responsáveis nomeados para serem entrevistados ou indicarem alguém com os critérios desejados. Segundo Whiting (2008), bons entrevistados são aqueles que estão disponíveis, inclinados a serem entrevistados e vivenciaram experiências e conhecimentos a respeito do tópico de interesse.

Foi consensuado para todos a realização de reuniões em salas virtuais, utilizando as ferramentas disponibilizadas na corporação, e de forma individualizada. Conforme proposto por Dejonckheere e Vaughn (2019), os participantes foram comunicados previamente para saber o que esperar em relação estimativa de duração da entrevista, propósito do estudo, o porquê fora selecionado e que somente ele estaria participando daquela sessão. Além disso, havia a comunicação de que a entrevista estava sendo gravada para posterior transcrição, assim como anotações da conversa.

Com o propósito de estabelecer uma confiança mútua, cada reunião era iniciada com uma apresentação do entrevistador, compartilhando informações sobre quem ele é, suas experiências e o porquê do interesse no assunto em questão. Também, de maneira informal, o entrevistado era incentivado a compartilhar um pouco sobre quem ele é e suas experiências na área de automatização de processos.

Após as apresentações, era estabelecido o formato da entrevista e explicado como esta seria conduzida, por meio de dez questões pré-definidas. Dessa forma, era providenciado um foco de forma estruturada a ser discutido durante as entrevistas, mas não sendo seguida de maneira estrita. Em vez disso, a ideia foi ter a possibilidade de explorar o tema em pesquisa ao

coletar e identificar tipos similares de informações de cada um dos participantes (HOLLOWAY; WHEELER, 2010), providenciando-os com um guia sobre o que falar durante as conversas.

Apesar das conversas não serem presenciais, era incentivado o uso de câmeras, com o objetivo de identificar sinais não verbais do entrevistado, detectados pela entonação, linguagem corporal e gestos ao responder uma pergunta. Em seguida, este sempre era incentivado e encorajado a prosseguir com sua resposta, a qual o entrevistador escutava e anotava cuidadosamente pois, segundo Anderson e Jack (2002), escutar é a chave para uma entrevista bem-sucedida.

Conforme estas progrediam, de acordo com o grau de satisfação obtido com as respostas, perguntas não planejadas de acompanhamento eram questionadas, providenciando maior clarificação. Além disto, foram seguidas técnicas de sondagem propostas por Bernard (2000 *apud* DEJONCKHEERE; VAUGHN, 2019):

- Tempo de espera: O entrevistador permanece em silêncio após realizar pergunta, permitindo que o entrevistado pense calmamente em sua resposta e o encoraje a falar;
- Repetição: O entrevistador repete ou resume as palavras do participante, impulsionando a fornecer mais detalhes;
- Concordância verbal: O entrevistador utiliza palavras afirmativas ou positivas para estimular o entrevistado a continuar;
- Expansão: O entrevistador pede para o participante elaborar uma resposta a qual acredita não ter obtido todas as informações possíveis;
- Condução: O entrevistador solicita ao entrevistado para explicar os motivos que o levaram a agir de determinada maneira.

As entrevistas tiveram tempo médio de duração de 40 minutos e um público distinto representando 20% dos *back-office* que possuem área de automatização de processos da empresa em questão. Os analistas selecionados possuem em torno de 2,5 anos de experiência no planejamento, desenvolvimento e implantação das automatizações dos processos.

Assim sendo, com o intuito de obter resultados mais eficientes na etapa de análise das entrevistas, estas foram transcritas contendo as informações relevantes (Apêndice A). Dessa forma, foi possível prosseguir para a etapa de análise organizando os dados de forma coesa e conexa.

Como estratégia de análise dos dados obtidos, seguiu-se a ideia proposta por Creswell (2013), que consiste em 5 etapas distintas e delimitadas: organização dos dados, leitura dos dados e notas, descrição e classificação dos dados em códigos e temas, interpretação dos dados e, por fim, representação e visualização dos dados. Para auxílio e ganho de eficiência, foi utilizado o *software QSR NVivo*, na versão 20.

Após organização dos dados no *software*, foi necessário realizar a leitura três vezes para entendimento de padrões e noção da entrevista como um todo antes de dividi-la em partes. Assim, foi possível refletir sobre o que foi dito pelos entrevistados e levantar categorias iniciais de códigos para poder identificar os grandes temas. O processo de codificar envolve agregar os dados textuais ou visuais em categorias menores de informações, buscando evidências nos dados para os códigos definidos no estudo e, então, atribuir rótulo para o código, conforme Creswell (2013, p. 183).

Foram estabelecidos dezessete códigos, divididos entre quatro grandes temas. O Quadro 12 contém as informações de cada temas com seus respectivos códigos e ideia geral ao estabelecê-lo.

Quadro 12 – Temas e códigos identificados na análise das entrevistas

Tema	Código	Descrição
Governança	Risco automação	Possibilidade de impacto financeiro/imagem ao implementar a automatização.
	Dependência outras áreas	Dependência que a área possui para poder desenvolver a automatização.
	Metodologia desenvolvimento	Refere-se a metodologia de desenvolvimento utilizada.
Processo	Conhecimento do Processo	Nível de conhecimento referente ao processo que está sendo automatizado.
	Intensidade de trabalho	Esforço e quantidade de colaboradores.
	Estruturação do Dado	Refere-se a quão estruturados estão os dados de entrada e processamento da automação.
	Nível de Regras	Nível de estruturação das regras do processo.
	Grau de impacto ao cliente	O quanto uma automação poderá impactar tanto direta como indiretamente um cliente.
	Necessidade de interpretação	Necessidade de interpretação das informações/processo por um humano.
	Necessidade de intervenção	Necessidade de intervir durante a execução do processo
Tecnologia	Configuração do Ambiente	Refere-se a necessidade de configuração de <i>softwares</i> de desenvolvimento, banco de dados, servidores web, entre outros.
	Dependência com Sistemas	Dependência da área com sistemas de TI e/ou ferramentas existentes para executar o processo.
	Quantidade de Sistemas	Quantidade de sistemas de TI que são utilizados para executar o processo.

Orçamentário	Relação Colaborador Interno x Colaborador Terceiro	Quantidade de colaboradores internos e externos para criação e desenvolvimento da automatização.
	Custo com <i>softwares</i> e infra	Custo necessário para adquirir ou aumentar <i>softwares</i> e infraestrutura necessárias para criação da automatização.
	Quantidade de Colaboradores	Quantidade de colaboradores que realizam o processo manualmente.
	Origem Orçamento	Área que detém orçamento e realiza solicitação ou aprovação para criação da automatização.

Fonte: Autoria própria.

Dessa forma, foi necessário a releitura de cada transcrição para identificar e classificar trechos correlacionados aos códigos levantados. O *software NVivo®* foi configurado com cada um dos temas e códigos para que, ao ser identificado na leitura do texto, fossem marcados de acordo com a interpretação do projetista. Na Tabela 1 e Figura 17, pode-se observar a relação de cada código com seus respectivos números de referências, ou seja, o total de vezes que determinado código foi encontrado nos dados fornecidos.

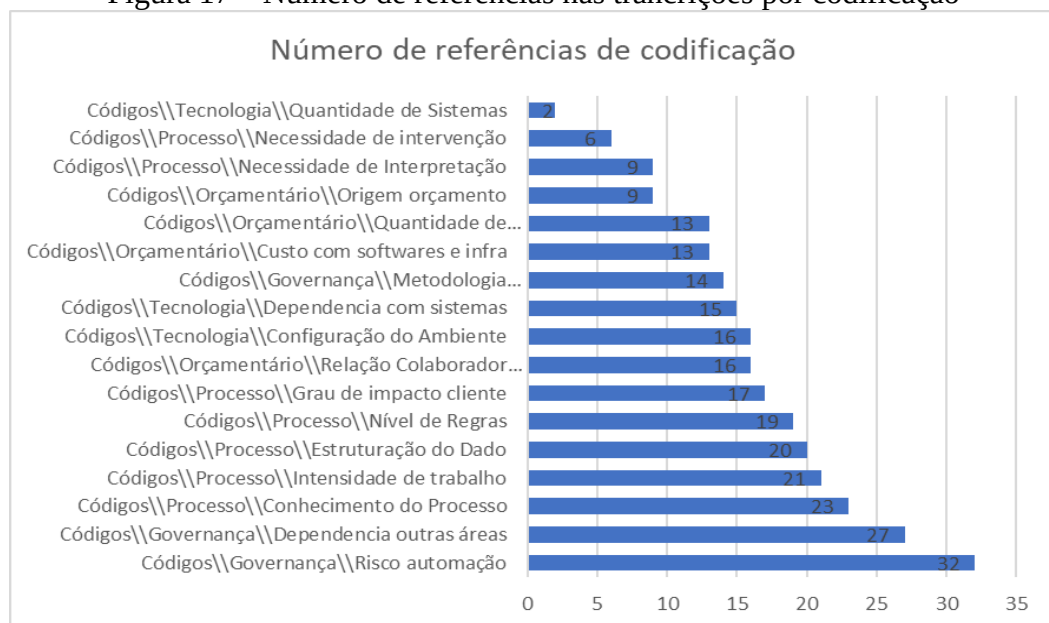
Tabela 1 – Número de referências identificados por código

Códigos	Número de referências de codificação	Número de itens codificados
Governança\Risco automação	32	16
Governança\Dependência outras áreas	27	16
Processo\Conhecimento do Processo	23	18
Processo\Intensidade de trabalho	21	13
Processo\Estruturação do Dado	20	16
Processo\Nível de Regras	19	16
Processo\Grau de impacto cliente	17	13
Orçamentário\Relação Colaborador Interno x Colaborador Terceiro	16	16
Tecnologia\Configuração do Ambiente	16	14
Tecnologia\Dependência com sistemas	15	14
Governança\Metodologia desenvolvimento	14	14
Orçamentário\Custo com <i>softwares</i> e infra	13	12
Orçamentário\Quantidade de Colaboradores	13	11
Orçamentário\Origem orçamento	9	9
Processo\Necessidade de Interpretação	9	8
Processo\Necessidade de intervenção	6	6
Tecnologia\Quantidade de Sistemas	2	2

Fonte: Autoria própria.

Observa-se que, dos analistas entrevistados, grande parte considera o risco envolvendo a automatização um fator importante a ser considerado ao automatizar um processo, tanto por impactos financeiros, quanto por possíveis riscos com órgãos reguladores. Além disso, muitos entrevistados citaram alguma dependência com outras áreas, seja por questões tecnológicas, seja por questão de domínio do processo. Consequentemente, para a automatização de processos, a dependência ou não de uma ou mais áreas é determinante.

Figura 17 – Número de referências nas transcrições por codificação



Fonte: Autoria própria.

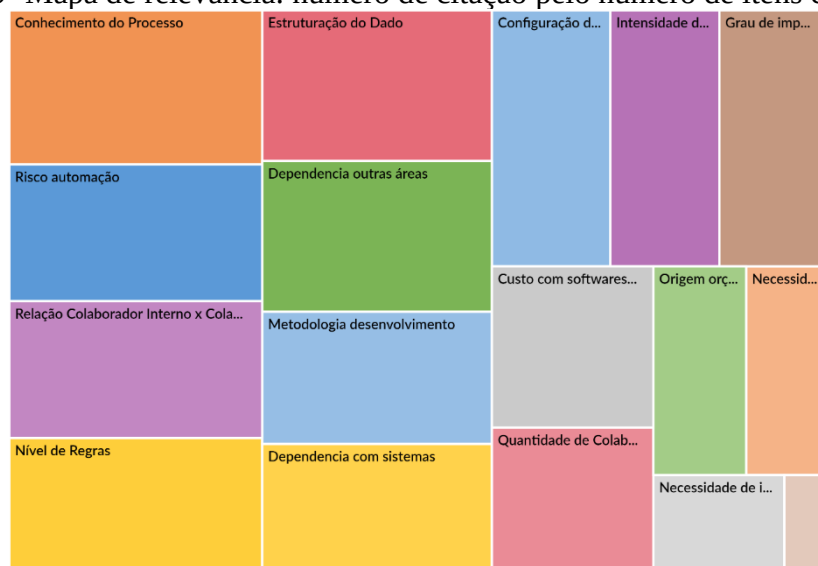
Também, foi possível verificar que códigos relacionados a governança da automatização e do processo, como conhecimento do processo, intensidade demandada para realizar o processo, entre outros, foram mais citados que fatores orçamentários, visto que os entrevistados não eram de cargos gerenciais. Dessa forma, ao pensar em automatizar, os entrevistados pouco analisam custos e concentram os esforços no entendimento do processo e seus possíveis impactos. As Figuras 18 e 19 demonstram o mapeamento de relevância dos códigos identificados por número de referência e por número de citação.

Figura 18 - Mapa de relevância: número de citação pelo número de referências codificadas



Fonte: Autoria própria.

Figura 19- Mapa de relevância: número de citação pelo número de itens codificados



Fonte: Autoria própria.

4.2 DESENVOLVIMENTO DO ARTEFATO

4.2.1 Definição das variáveis de entrada e saída

Uma vez analisados os dados coletados, dado que um sistema de inferência *fuzzy* é modelado à semelhança de um especialista humano, definem-se quais são as variáveis de entrada. Estas são utilizadas para identificação das partições *fuzzy* e, assim, define-se o conjunto de

regras para representar o conhecimento aplicado por um analista especialista em automatização de processos.

A fim de facilitar a identificação das variáveis de entrada e seus possíveis valores, cada uma delas foi descrita de forma textual, que são apresentadas para o usuário do sistema, da seguinte forma:

1. O projeto tem por objetivo:
 - a. Redução de esforço operacional
 - b. Redução de Custos
2. As regras do processo estão:
 - a. sem definição
 - b. pouco definidos
 - c. possui alguma definição
 - d. grande parte definidas
 - e. totalmente definidas
3. Qual a dificuldade para obter os dados para a automação?
 - a. Muito Baixa (dados já processados e no formato esperado)
 - b. Baixa (dados recebidos de outra área já processado e no formato esperado)
 - c. Média (possui os dados, porém necessário realizar um pré processamento)
 - d. Alta (dados recebidos de outra área e necessário realizar um pré processamento)
 - e. Muito alta (deverá ser criado um novo processo para obtenção dos dados)
4. Para o processo, é necessário interpretação humana:
 - a. Não há necessidade
 - b. Baixo
 - c. Em partes do processo
 - d. Totalmente necessário
5. Atualmente, o número de colaboradores executando o processo é considerado:
 - a. Muito baixo
 - b. Baixo
 - c. Depende da situação
 - d. Alto
 - e. Excessivo
6. Qual o número de *softwares* (sistemas empresa) envolvidos:
 - a. Não há *softwares* envolvidos
 - b. Há 1 *software* envolvido
 - c. Há entre 2 e 4 *softwares* envolvidos
 - d. Há mais que 5 *softwares* envolvidos
7. Qual o risco em caso de erro ou falha durante a execução do processo automatizado:
 - a. Não há risco

- b. Muito baixo
 - c. Baixo
 - d. Alto, ocasionando atrasos
 - e. Muito alto, ocasionando prejuízos
8. Quanto a disponibilidade para atuação no projeto:
- a. Não há um time disponível
 - b. Disponibilidade somente de time externo
 - c. Disponibilidade somente de time interno
 - d. Disponível para atuação
9. Disponibilidade de infraestrutura
- a. Inexistente
 - b. Pouca: existe, porém não de acordo com definições das áreas de governança
 - c. Média: existe, porém necessário solicitar configuração
 - d. Alta: disponível para desenvolvimento
10. Ao automatizar este processo, deve-se levar em consideração o custo (marque as opções que se aplicam):
- a. Time do projeto
 - b. Solicitação de Infraestrutura
 - c. Licença para desenvolvimento da automação
 - d. Licença para execução da automação
 - e. Manutenção da Automação
 - f. Informação desconhecida

A determinação das variáveis de entrada do sistema de inferência *fuzzy* foi desenvolvida da mesma forma que todo o sistema proposto, com o objetivo de minimizar o erro entre os resultados esperados. Cada uma dessas perguntas e possíveis respostas foram estabelecidas de acordo com os dados levantados nas entrevistas com os especialistas em automatização de processos. Estas abrangem relações entre o processo em si, o custo envolvido para o projeto e as disponibilidades tecnológicas para a automatização.

O número de regras de inferência e de descrição tendem a tornar grandes e complexos devido ao número de variáveis. Assim, uma forma de simplificar a interpretação é selecionar as variáveis que mais influenciam no comportamento do sistema, diminuindo o número de regras. Conforme Guillaume (2001), seleção de variáveis e redução de regras são, portanto, dois passos importantes no processo de geração de regras.

Dessa forma, os Quadros 13 a 15 demonstram todas as variáveis de entrada obtidas. Também, a fim de evitar alta complexidade das regras de inferência, as variáveis de entrada foram classificadas em três blocos de interação, denominadas como “PROCESSO”, “ORÇAMENTO” e “TECNOLOGIA”, com as seguintes descrições:

- REGRAS_PROCESS (RP): Variável que expressa a estruturação do processo frente as regras que este possui. Quanto mais as regras estiverem definidas e documentadas, melhor o direcionamento para automatização. Processos que não possuem padronização e que são realizados de forma diferente em cada situação, possuem menor chance de sucesso.
- DIFICULDADE_DADOS (DD): Para a execução de um processo, é necessário um conjunto de dados de entrada para que estes possam ser analisados, processados e gerarem um resultado. Identificaram-se cenários nos quais os dados de determinados processos foram facilmente obtidos. Em outros casos, os dados possuem dependência com processamento de outras áreas até que possa ser utilizado como insumo. Esta variável então tem por objetivo captar a dificuldade de obtenção de dados, o que aumenta a complexidade ao automatizar.
- INTERPRETACAO_HUMANA (IH): Variável que captura a subjetividade existente no processo. Para processos que possuem uma lógica “Se-Então” ou que são repetitivos, totalmente dependentes dos dados, e não da interpretação de uma pessoa, maior a chance de automatização completa do processo, e não somente de algumas partes.
- RISCO_FALHA (RF): Processos realizados manualmente possuem o risco de trazer riscos financeiros e/ou de imagem para a instituição se realizados de forma incorreta ou de forma não esperada pelo cliente. Assim, ao automatizar, deseja-se mitigar este risco. A variável em questão capta o risco existente caso ocorra um problema na execução automática do processo e suas possíveis consequências.
- NUMERO_COLABORADORES (NC): Expressa o número de colaboradores que atualmente realizam a execução do processo para atender em tempo as requisições dos clientes. Processos automatizados tendem a diminuir o número de colaboradores empregados na tarefa e podem ser redirecionados a outras atividades que agreguem mais valor, tanto para a companhia, quanto para o funcionário.
- DISPONIBILIDADE_TIME (DT): Variável que expressa a disponibilidade de time para automatização do processo. Caso a necessidade seja urgente e não exista um time, é necessário contratação ou aguardar a liberação de pessoas, o que aumenta o custo do projeto.

- CUSTO (CU): Variável que expressa de forma sintetizada o custo que será necessário para automatizar o processo. Esta é determinada pela quantidade de opções selecionadas, onde quanto maior a quantidade de opções, maior o custo do projeto.
- DISPONIBILIDADE_INFRA (DI): Para construir e executar uma automatização no período, são necessários *softwares* de desenvolvimento e infraestrutura para torna-la produtiva e aderente às diretrizes estabelecidas pela empresa. Assim, essa variável expressa o quanto de infraestrutura existe disponível para tornar o processo automatizado.
- NUMERO_SOFTWARES (NS): Para automatização de determinados processos, é necessário realizar etapas em *softwares* sistêmicos, que muitas vezes não permitem a conexão com uma automação, requerendo uma solicitação de alteração, o que pode gerar custos, além da competição com outras requisições para o sistema. Portanto, quanto mais dependência o processo possui com sistemas, maior a dificuldade de automatização.

Quadro 13 - Variáveis de entrada do bloco PROCESSO

	Termos Linguísticos			
Variável de Entrada (PROCESSO)	REGRAS_PROCESSO (RP)	DIFICULDADE_DADOS (DD)	INTERPRETACAO_HUMANA (IH)	RISCO_FALHA (RF)
	SD: sem definição	MA: muito alta	TN: totalmente necessário	MA: muito alto
	PD: pouco definido	AL: alta	PP: partes do processo	AL: alto
	AD: alguma definição	BA: baixa	BB: baixo	BA: baixo

Fonte: Autoria Própria.

Quadro 14 - Variáveis de entrada do bloco ORÇAMENTO

	Termos Linguísticos		
Variável de Entrada (ORÇAMENTO)	NUMERO_COLABORADORES (NC)	DISPONIBILIDADE_TIME (DT)	CUSTO (CU)
	MB: muito baixo	ST: não há disponibilidade	BA: baixo custo
	BA: baixo	TE: baixo	RE: regular
	DS: depende da situação	TI: somente time interno	AL: alto custo

Fonte: Autoria Própria.

Quadro 15 - Variáveis de entrada do bloco TECNOLOGIA

	Termos Linguísticos	
Variável de Entrada (TECNOLOGIA)	DISPONIBILIDADE_INFRA (DI)	NUMERO_SOFTWARES (NS)
	IN: inexistente	NA: não há
	PD: pouca	PD: pouco
	ME: media	CO: considerável

Fonte: Autoria Própria.

Após a defuzzificação, os resultados são utilizados como variáveis de entrada, conforme Quadro 16. Um novo conjunto de regras é aplicado, obtendo-se o resultado indicado no Quadro 17. A Figura 20 esquematiza as relações entre as variáveis de entrada e saída descritas.

Quadro 16 - Variáveis de saída para novo processamento

	Termos Linguísticos		
Variável de Saída/Entrada	PROCESSO (PR)	ORÇAMENTO (OR)	TECNOLOGIA (TC)
	BA: baixo RE: regular AL: alto	BA: baixo RE: regular AL: alto	BA: baixo RE: regular AL: alto

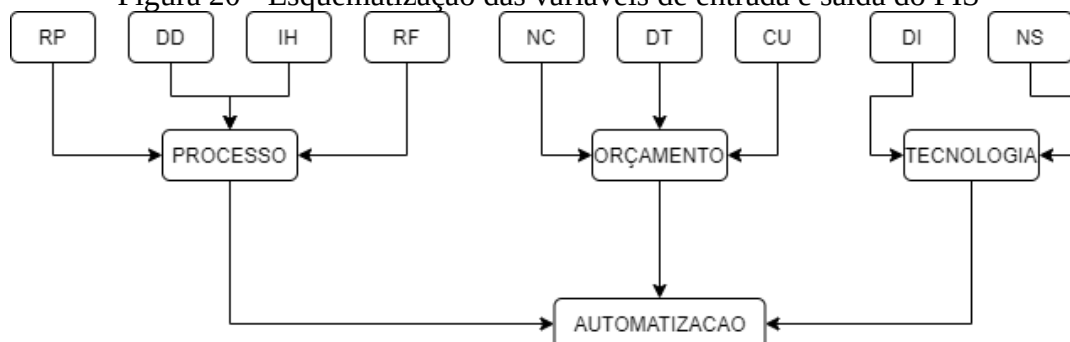
Fonte: Autoria Própria.

Quadro 17 - Variáveis de saída

	Termos Linguísticos
Variável de Saída	AUTOMATIZACAO (AL)
	MB: muito baixo BA: baixo AL: automatizável AT: altamente automatizável

Fonte: Autoria Própria.

Figura 20 - Esquematização das variáveis de entrada e saída do FIS



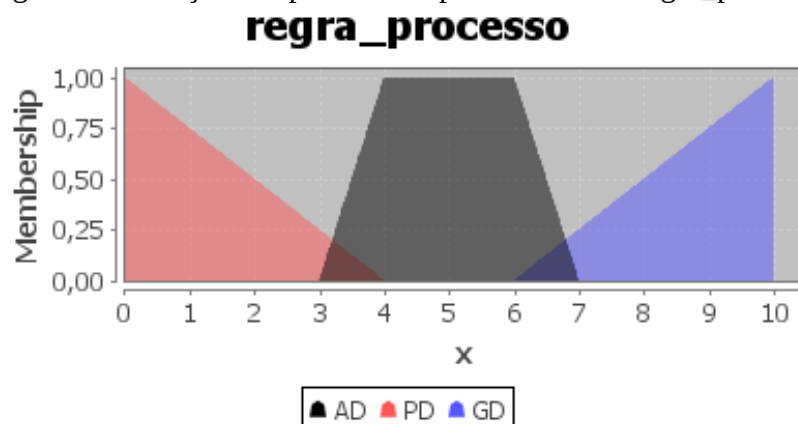
Fonte: Autoria Própria.

A camada de entrada é responsável por expressar as entradas provenientes do mundo real com o sistema *fuzzy*, além da fuzificação destas entradas pelas funções de pertinência compreendidas no sistema *fuzzy*. Como visto, o processo de fuzificação é dado pela determinação do grau de pertinência de cada variável de entrada em relação a todos os conjuntos *fuzzy* associados a ela.

Para o sistema proposto, definiu-se para cada variável de entrada três conjuntos fuzzy associados a si. Estes têm como requisito que estejam definidas no domínio fechado $[0,1]$. Como o conceito que se deseja representar e o contexto em que serão utilizadas são totalmente relevantes na definição de funções de pertinência, será utilizado a variável linguística *regra_processo* como exemplo do raciocínio empregado. Esta é constituída dos seguintes termos e representado na Figura 21: $T(\text{regra_processo}) = \{\text{pouca definição, alguma definição, grande parte definido}\}$.

A esses faz-se corresponder conjuntos *fuzzy* A, B e C, respectivamente, definidos por suas funções de pertinência. Com a definição acima, regras do processo sem definição alguma apresentam grau de pertinência igual a 1 no conjunto A; conforme as definições das regras do processo aumentam, decresce o grau de pertinência a este grupo. Considera-se que valores entre 4 e 6 são totalmente compatíveis com o conjunto B e para regras com um valor definido acima de 7 apresentam um grau de pertinência diferente de zero em C. Regras com o valor 10 são totalmente definidas e possuem grau de pertinência igual a 1 no conjunto C.

Figura 21 - Funções de pertinência para a variável *regra_processo*



Fonte: Autoria própria.

Essa lógica foi empregada para todas as variáveis de entrada, de acordo com a observação das respostas nas entrevistas conduzidas e sendo ajustadas conforme execução de simulações,

conforme Figuras 22 e 23. Além disso, este raciocínio foi utilizado nas funções pertinência resultantes da defuzificação, conforme observado na Figura 24.

Figura 22 - Variável de entrada disp_time após ajustes

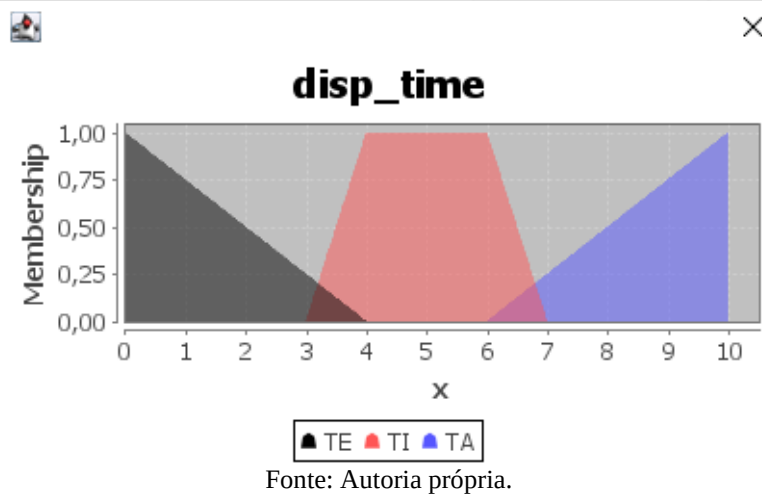


Figura 23 - Variável de entrada custo após ajustes

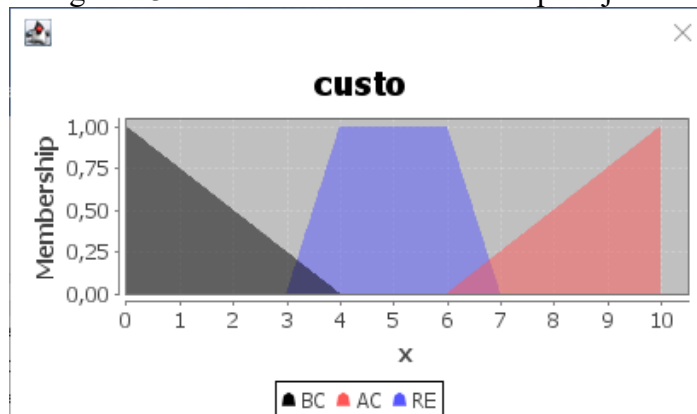
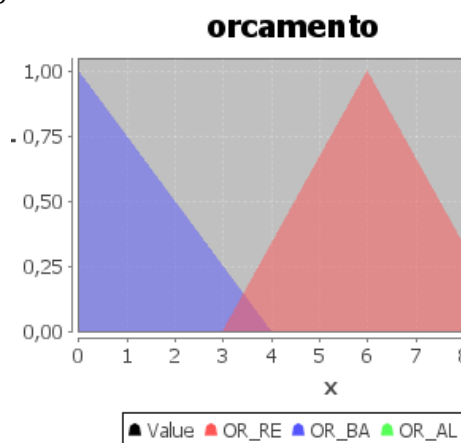


Figura 24 - Variável de saída orçamento após ajustes



4.2.2 Regras de inferência do sistema

Ao passo que os conjuntos *fuzzy* para as variáveis, tanto de entrada quanto de saída, foram definidas, fez-se necessário definir o conjunto de regras do sistema de inferência para cada um dos blocos definidos. Estas regras correlacionam as implicações lógicas entre as condições, que são os conjuntos de entrada, e as consequências, que são os conjuntos de saída.

Em um sistema FIS, o mecanismo de inferência tem por tarefa o processamento das regras de inferência, além de proporcionar uma base de conhecimento sobre o objeto em estudo. Estas regras são processadas conjuntamente, sendo assim a definição de um conjunto de regras é de vital importância para o funcionamento do sistema, uma vez que traduz de forma computacional o conhecimento de um especialista sobre o problema ao qual deseja-se solucionar.

Como as variáveis de entrada definidas foram projetadas a fim de simplificar as regras de inferência, foi possível empregar a técnica de combinação dos antecedentes, previamente definidas. Dessa forma, tornou-se balanceada a quantidade de variáveis de entrada e de termos linguísticos usados para cada uma das variáveis.

Com essa técnica, a quantidade de regras é dada pela quantidade de termos linguísticos das variáveis de entrada elevada pelo número de variáveis de entrada. Tomando-se por exemplo o bloco “ORCAMENTO” (Apêndice B), onde as 3 variáveis definidas possuem 3 termos linguísticos, definidos nos intervalos [0,1], consequentemente formando 27 regras de inferência. Cada uma destas é representada em uma linha, conforme Figura 25.

Figura 25 - Regras de inferência para o bloco ORCAMENTO

```

RULE 1: IF numero_colab IS BA AND disp_time IS TE AND custo IS BC THEN orcamento IS OR_BA;
RULE 2: IF numero_colab IS DS AND disp_time IS TE AND custo IS BC THEN orcamento IS OR_BA;
RULE 3: IF numero_colab IS AL AND disp_time IS TE AND custo IS BC THEN orcamento IS OR_RE;
RULE 4: IF numero_colab IS BA AND disp_time IS TI AND custo IS BC THEN orcamento IS OR_BA;
RULE 5: IF numero_colab IS DS AND disp_time IS TI AND custo IS BC THEN orcamento IS OR_RE;
RULE 6: IF numero_colab IS AL AND disp_time IS TI AND custo IS BC THEN orcamento IS OR_RE;
RULE 7: IF numero_colab IS BA AND disp_time IS TA AND custo IS BC THEN orcamento IS OR_BA;
RULE 8: IF numero_colab IS DS AND disp_time IS TA AND custo IS BC THEN orcamento IS OR_RE;
RULE 9: IF numero_colab IS AL AND disp_time IS TA AND custo IS BC THEN orcamento IS OR_AL;
RULE 10: IF numero_colab IS BA AND disp_time IS TE AND custo IS RE THEN orcamento IS OR_BA;
RULE 11: IF numero_colab IS DS AND disp_time IS TE AND custo IS RE THEN orcamento IS OR_RE;
RULE 12: IF numero_colab IS AL AND disp_time IS TE AND custo IS RE THEN orcamento IS OR_RE;
RULE 13: IF numero_colab IS BA AND disp_time IS TI AND custo IS RE THEN orcamento IS OR_RE;
RULE 14: IF numero_colab IS DS AND disp_time IS TI AND custo IS RE THEN orcamento IS OR_RE;
RULE 15: IF numero_colab IS AL AND disp_time IS TI AND custo IS RE THEN orcamento IS OR_RE;
RULE 16: IF numero_colab IS BA AND disp_time IS TA AND custo IS RE THEN orcamento IS OR_RE;
RULE 17: IF numero_colab IS DS AND disp_time IS TA AND custo IS RE THEN orcamento IS OR_AL;
RULE 18: IF numero_colab IS AL AND disp_time IS TA AND custo IS RE THEN orcamento IS OR_AL;
RULE 19: IF numero_colab IS BA AND disp_time IS TE AND custo IS AC THEN orcamento IS OR_BA;
RULE 20: IF numero_colab IS DS AND disp_time IS TE AND custo IS AC THEN orcamento IS OR_RE;
RULE 21: IF numero_colab IS AL AND disp_time IS TE AND custo IS AC THEN orcamento IS OR_RE;
RULE 22: IF numero_colab IS BA AND disp_time IS TI AND custo IS AC THEN orcamento IS OR_RE;
RULE 23: IF numero_colab IS DS AND disp_time IS TI AND custo IS AC THEN orcamento IS OR_AL;
RULE 24: IF numero_colab IS AL AND disp_time IS TI AND custo IS AC THEN orcamento IS OR_AL;
RULE 25: IF numero_colab IS BA AND disp_time IS TA AND custo IS AC THEN orcamento IS OR_RE;
RULE 26: IF numero_colab IS DS AND disp_time IS TA AND custo IS AC THEN orcamento IS OR_AL;
RULE 27: IF numero_colab IS AL AND disp_time IS TA AND custo IS AC THEN orcamento IS OR_AL;

```

Fonte: Autoria própria.

Cabe destacar que este raciocínio foi aplicado para os blocos “PROCESSO” e “TECNOLOGIA”, assim como para o bloco “AUTOMATIZACAO”. As saídas foram estabelecidas de acordo com os critérios observados nas interações entre as variáveis e foram ajustadas em sucessivas iterações até que os resultados obtidos fossem satisfatórios.

Assim, toma-se como base o conjunto de regras para “ORCAMENTO”, tendo as variáveis “número de colaboradores”, “disponibilidade de tempo” e “custo”. Ou seja, a composição destas inferirá o valor resultante para o “ORCAMENTO”. Então, se o número de colaboradores que executam o processo for pequeno, a disponibilidade de time para desenvolvimento da automatização for baixa e os custos forem altos, será ativado a área determinada como baixa para “ORCAMENTO”, conforme visto na *RULE 1* (Regra 1) da Figura 24.

Então, apesar de na lógica clássica uma sentença somente seria inferida caso todas as suas condições fossem verdadeiras, nos sistemas de inferência *fuzzy* as premissas assumem graus de verdade. Isto se reflete no resultado do processamento da sentença. Portanto, quanto maiores os graus de inclusão das variáveis de entrada, maior será o grau de inclusão da variável de saída no conjunto correspondente.

4.3 RESULTADOS OBTIDOS

Com as variáveis de entrada e variáveis de saída definidas, assim como a base de regras para cada um dos blocos propostos (PROCESSO, ORCAMENTO, TECNOLOGIA E AUTOMATIZACAO), foi necessário a construção de uma interface para coletar a entrada do usuário e obter o valor dado o conjunto de regras acionadas e o resultado ativado na defuzzificação.

Sendo assim, foi desenvolvido formulário em linguagem *Java*, utilizando a versão 15 do *Java-SE*. Dessa forma, cada uma das perguntas necessárias como insumo para as variáveis de entrada fora exibida e disponibilizada em um formato de caixa de opção, permitindo que o usuário selecionasse apenas uma opção. A exceção foi para obter o valor numérico para a variável “custo”, onde este era a combinação de uma ou mais opções escolhidas.

A parametrização das opções foi realizada utilizando o *MongoDB Atlas 5.0*⁸. Criou-se um banco de dados intitulado “Automatizador”, o qual recebeu a *collection* “parametros” (análogo às tabelas em banco de dados relacional, responsáveis por armazenar os documentos de informações). Cada um dos documentos armazenados na *collection* é constituído da seguinte estrutura:

⁸ Disponível em: <https://www.mongodb.com/pt-br/cloud/atlas/efficiency>. Acesso em 25 mai. 2021.

- `_id`: Identificador único do documento, gerado automaticamente pelo MongoDB no momento de sua criação.
- `numero_combo`: propriedade numérica utilizada para recuperar as informações do documento pela aplicação para o combo desejado. As caixas de opção foram numeradas de 1 a 10 a fim de simplificar a obtenção dos dados.
- `Item`: responsável por armazenar as informações de um ou mais valores que serão apresentadas para seleção. São compostas por uma descrição em texto e um valor real.

A Figura 26 representa a estrutura de um documento criado para as validações da aplicação. Esta foi adotada com o propósito de que os valores reais pudessem ser adequados de acordo com a necessidade e atuação de uma área de automatização de processos da empresa. Os valores inicialmente parametrizados foram configurados tomando como base a análise das entrevistas assim como conhecimento prévio na área da construção de automações.

Figura 26 - Exemplo de documento da collection "parametros"



Fonte: Autoria própria.

Além disso, esse arranjo facilita a utilização da aplicação, uma vez que não é necessário saber os valores associados com cada uma das opções. As opções foram disponibilizadas com o objetivo de expressar o raciocínio humano ao responder cada uma das questões apresentadas, conforme descrito na seção 4.2.1.

A versão do formulário desenvolvida é um protótipo, conforme ilustrado na Figura 27. Ao iniciar a aplicação, o sistema recupera as informações parametrizadas no *MongoDB* e preenche cada caixa de seleção com as respectivas descrições e valores, sendo estes não exibidos

para o usuário final. Para o processamento do algoritmo ser realizado e exibir o resultado, foi disponibilizado um botão “Processar”, que primeiramente valida as informações, a fim de confirmar que o usuário selecionou uma opção válida para cada uma das perguntas. Caso contrário, uma mensagem de alerta é exibida para o usuário informando qual campo não fora preenchido.

Uma vez iniciado o processamento, o algoritmo é responsável por capturar os valores numéricos correspondente a seleção designada, utilizando-o como variável de entrada para cada um dos blocos *fuzzy* definidos. Como requerido pelo componente *jFuzzyLogic*, foram criados 5 arquivos com a extensão *.fcl*, os quais são *processo.fcl*, *orcamento.fcl*, *tecnologia.fcl*, *automatizacao_custo.fcl* e *automatizacao_eficiencia.fcl*.

Figura 27 - Protótipo sistema para inserção de informações

O projeto tem por objetivo:	Redução de esforço operacional
As regras do processo estão:	Totalmente definidas
Qual a dificuldade para obter os dados para a automação?	Muito baixa (dados já processados e no formato esperado)
Para o processo, é necessário interpretação humana:	Não há necessidade
Atualmente, o número de colaboradores executando o processo é considerado:	Excessivo
Qual o risco em caso de erro ou falha durante a execução do processo automatizado:	Não há risco envolvido
Quanto a disponibilidade para atuação no projeto	Disponível para atuação
Disponibilidade de infraestrutura	Pouca: existe, porém não de acordo com definições das áreas de governança
Qual o número de softwares (sistemas empresa) envolvidos:	Há entre 2 e 4 softwares envolvidos
Ao automatizar este processo, deve-se levar em consideração o custo (marque as opções que se aplicam):	Licença de softwares para desenvolvimento da automação
Verificar Resultado	
Processo	9.297202141900847
Orçamento	9.3299999999999895
Tecnologia	6.0000000000000001
Resultado	96.36201667017501

Fonte: Autoria própria.

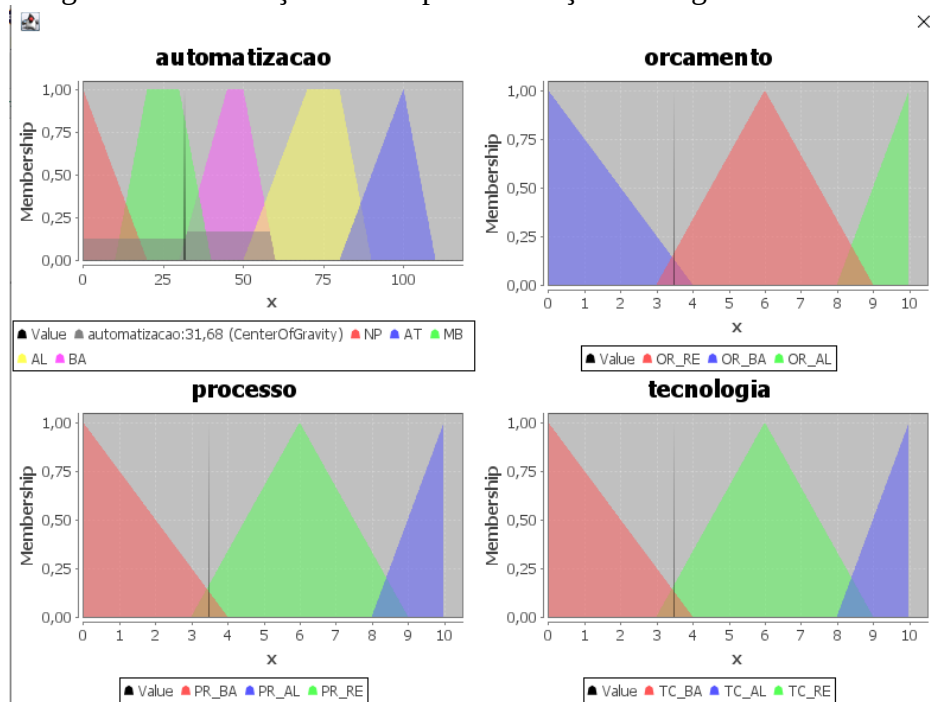
Foram confeccionados dois arquivos para o bloco “Automatizacao”, visto que foi mapeada a necessidade de diferentes valores e regras dependendo do objetivo que se deseja cumprir ao automatizar um processo. Dessa forma, há projetos que visam aumentar a eficiência do processo, evitando atrasos nas solicitações do cliente e com qualidade e há outros projetos que são realizados com a finalidade de reduzir os custos operacionais.

Uma limitação dos sistemas de inferência do tipo proposto por Mamdani e Assilian (1975) é que esses não possuem meios para adquirir conhecimento de forma automática, não sendo capazes de se autoajustar os consequentes da base de regras de inferência. Como a base de regras foi parametrizada, os consequentes foram selecionados de acordo com os resultados obtidos na execução das simulações. Dessa forma, os consequentes para o bloco de defuzzificação foram sendo determinados e corrigidos conforme a execução de simulações, como ilustra a Figura 28.

A expectativa era que, ao aumentar os valores das variáveis de entrada, o grau de pertinência ativado no resultado deveria ir aumentando, o que pode ser comprovado com as simulações executadas. Além disso, o valor máximo possível, dadas as respostas, é de 96,7%. Ou seja, dadas as incertezas e nebulosidades nos critérios ao se automatizar um processo, o valor possível está dentro do esperado, que inicialmente era de 97%.

Ademais, a fim de comprovar os resultados, a biblioteca *jFuzzyLogic* (CINGOLANI; AL-CALA-FDEZ, 2013) disponibiliza uma API de otimização, que realiza de forma automática ajustes das funções de pertinência e das regras de inferência. Para realizar a validação do algoritmo, foi necessário utilizar uma base de dados, contendo valores para cada entrada e resultado esperado.

Figura 28 - Simulação do FIS para validação das regras de inferência



Fonte: Autoria própria.

Tendo em vista que os critérios foram determinados durante o desenvolvimento do artefato, gerou-se uma base com valores aleatórios, contendo três mil execuções e seus resultados, como exemplificado na Tabela 2. O algoritmo não detectou alterações a serem ajustadas, tanto no quesito das funções de pertinência, quanto nas regras de inferência.

O código a seguir foi utilizado para realizar a validação do algoritmo:

```
//---
// Carrega o arquivo contendo o FIS
//---
```

```

FIS fis = FIS.Load(fclFile);
FunctionBlock functionBlock = fis.getFunctionBlock(null);
JFuzzyChart.get().chart(functionBlock);
RuleBlock ruleBlock = functionBlock.getFuzzyRuleBlock(null);

//---
// Cria uma lista de parâmetros a serem otimizados
//---
ArrayList<Parameter> parameterList = new ArrayList<Parameter>();

// Add variables to be optimized
parameterList.addAll(Parameter.parametersMembershipFunction(rule-
Block.getVariable("regra_processo")));
parameterList.addAll(Parameter.parametersMembershipFunction(rule-
Block.getVariable("difi_dado"));
parameterList.addAll(Parameter.parametersMembershipFunction(rule-
Block.getVariable("interp_hum"));
parameterList.addAll(Parameter.parametersMembershipFunction(rule-
Block.getVariable("risco_falha")));

//---
// Cria uma função de erro para ser otimizada (minimizado)
//---
ErrorFunctionProcesso errorFunction = new ErrorFunctionProcesso(train-
ingFile);

//---
// Otimização (usando 'Delta jump optimization')
//---
OptimizationDeltaJump optimizationDeltaJump = new OptimizationDel-
taJump(ruleBlock, errorFunction, parameterList);
optimizationDeltaJump.setMaxIterations(NUM_ITERATIONS); // Numero de
iterações para otimização
optimizationDeltaJump.setVerbose(true);
optimizationDeltaJump.optimize()

```

Tabela 2 - Exemplo de dados utilizados para validação do algoritmo

regra_processo	difi_dado	interp_hum	risco_falha	processo
7.776998343	8.261355628	0.942466814	2.181211245	6.0000000000000037
1.648138167	5.606734325	1.284559333	0.305026099	2.00000000000000124
3.276646498	3.706736132	1.44648033	6.747768818	4.7310809194051835
8.940590519	4.445673433	9.656125949	4.469716289	8.9999999999999984
6.218654936	2.404582863	5.63572179	8.254856747	5.9999999999999942
9.666252546	2.658766682	3.469537186	8.632766206	5.153385983568997
2.090007875	0.754357471	1.205526166	0.507848747	2.00000000000000178
4.353975666	4.745119151	9.340210932	3.699715027	8.01028482914558
2.910829336	0.737511845	8.7158011	6.260218196	3.1296902889671996
8.238337598	5.375694278	5.4144512	5.723986293	5.9999999999999974
4.013854462	4.932911856	0.600318412	6.933782014	6.00000000000000675
9.241849749	2.832189802	3.638240744	2.404920024	2.00000000000000133
7.688270624	9.016819056	7.072604807	1.078821897	8.9999999999999977
1.722406527	0.751382046	8.419270784	9.70896001	5.9999999999999961
2.677205622	5.399221206	1.342855791	1.592050855	2.0
5.315342382	6.415496486	9.190947973	3.621602329	7.776097839490333

9.424198569	7.48339297	5.355018185	1.747597235	6.0000000000000004
7.403909234	8.120595628	0.195528842	0.808935555	5.999999999999965
9.197791016	8.474940516	4.694444959	9.906861208	8.999999999999988

Fonte: Autoria própria.

4.4 VALIDAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS

De modo a comprovar a usabilidade e propósito do algoritmo, foram selecionados cinco especialistas de automatização de processos que participaram da etapa de entrevistas. Foi requisitado para cada um selecionar dois casos de processos que foram automatizados e que eles participaram ativamente do projeto, seja na avaliação, idealização ou desenvolvimento da automatização.

Logo, foi realizado uma videoconferência em plataforma que permitia o compartilhamento da tela virtual do pesquisador. Foi explicado o processo de criação do sistema e permitiu-se que remotamente o pesquisado utilizasse o artefato desenvolvido a fim de comprovar sua usabilidade e eficiência. Para duas execuções que foram realizadas, uma correspondia a testar um processo que foi automatizado com sucesso e com os objetivos alcançados e outra para testar um processo que não foi automatizado com sucesso ou o projeto foi interrompido.

Ao fim das execuções, era consultado se o valor apontado pelo sistema para possibilidade de automatização do processo estava alinhado com o resultado real. Das dez respostas, 100% das informadas pelo artefato era o mesmo que o resultado esperado pelos especialistas em automatização dos processos. Estes afirmaram que o sistema auxiliaria em uma tomada de decisão para automatizar ou não um processo. O Quadro 18 sintetiza os resultados obtidos em comparação com a expectativa dos especialistas.

Quadro 18 - Resultado execução do sistema em comparação com resultado real

	Resultado automa- tização processo A	Resultado sistema processo A	Resultado automati- zado processo B	Resultado sistema processo B
Especialista 1	Sucesso	92,5% (Condizente)	Não Sucesso	27% (Condizente)
Especialista 2	Sucesso	96,1% (Condizente)	Não Sucesso	50% (Condizente)
Especialista 3	Sucesso	93% (Condizente)	Não Sucesso	45,6 (Condizente)
Especialista 4	Sucesso	71% (Condizente)	Não Sucesso	22% (Condizente)
Especialista 5	Sucesso	85% (Condizente)	Não Sucesso	30% (Condizente)

Fonte: Autoria própria.

Foi realizada também uma pesquisa com o propósito de identificar possíveis melhorias nas perguntas e opções disponibilizadas para cada uma delas, elencadas no Quadro 8 da seção 3.4. O Quadro 19 sintetiza as mudanças propostas pelos analistas relacionadas a clareza e entendimento das perguntas. Quanto as opções, os especialistas acreditam captar bem as necessidades e desafios encontrados ao selecionar processos e prosseguir com o projeto.

Quadro 19 - Perguntas alteradas após pesquisa com especialistas em automatização de processos

Pergunta original	Pergunta alterada
As regras do processo estão:	Para o processo, qual o nível de definição das regras?
Qual a dificuldade para obter os dados para a automação	Qual a dificuldade para obter os dados de entrada ou processamento da automação?
Para o processo, é necessário interpretação humana	Qual a necessidade de interpretação humana no processo atual?
Qual o número de <i>softwares</i> (sistemas empresa) envolvidos	Qual o número de <i>softwares</i> (sistemas empresa) utilizados para realização do processo?
Quanto a disponibilidade para atuação no projeto:	Há disponibilidade de uma equipe para atuação no projeto?
Disponibilidade de infraestrutura	Existe disponibilidade de infraestrutura para execução da automação?

Fonte: Autoria própria.

5 CONCLUSÃO

RPA é uma nova tecnologia e está se consolidando em sua aplicação no cenário mundial (SIDERSKA, 2021). Como visto, é um aspecto importante na transformação digital em diversos setores da economia, beneficiando-se em melhoria de processos, eficiência, redução de custos e melhor direcionamento do trabalho humano.

Apesar disso, há amplo espaço para desenvolvimento de modelos e métodos que permitam melhor empregabilidade de RPA nos processos de negócio, a fim de trazer melhores retornos para as áreas de negócio e, no caso desta pesquisa, setores de *back-office* de uma instituição financeira.

Este trabalho propôs como questão quais processos podem ser automatizados ou não, dado que muitas vezes existe somente conhecimento tácito e nenhum método eficiente de seleção. Por isso, a seleção de um processo de negócio realiza-se de forma conjunta e a decisão torna-se imprecisa e com riscos.

Conforme Lacerda et al. (2013) observaram, *Design Science Research* tem por objetivo desenvolver artefatos que permitam soluções satisfatórias dos problemas. Ao seguir cada uma das etapas do DSR rigorosamente, foi possível, através de duas etapas construir e disponibilizar um sistema funcional capaz de indicar a porcentagem de automatização de um processo.

A primeira etapa consistiu nas entrevistas semiestruturadas com especialistas em automatização de processos e identificação dos critérios relevantes considerados. A segunda etapa consistiu na construção do sistema utilizando método FIS. A validação deste algoritmo por meio de execução de simulações permitiu os ajustes dos valores de entrada e das regras de inferência, evitando a necessidade de um especialista determine as regras e parametrização do sistema.

Dessa forma, o algoritmo desenvolvido permitiu a aproximação do resultado esperado, dado a seleção de processos que foram automatizado com sucesso ou falha, com o resultado gerado pelo sistema.

Apesar dos resultados iniciais, tanto com especialistas, quanto com simulações, serem promissores, é imprescindível que haja testes contínuos para captar cenários de diversas áreas, verificando a permanência da eficiência do sistema. Além disso, foi apontado como melhoria considerar como critério, para custos, a necessidade de acompanhamento da execução dos processos automatizados por outros humanos.

Como pesquisas futuras, há a possibilidade de ser considerado como opção de objetivo de automatização do processo “Benefícios para a área”. Para isso, é necessário adaptar as regras

de inferência para os blocos e realizar testes para comprovação dos resultados. Além disso, com o avanço das técnicas de RPA, é possível utilizar técnicas de inteligência artificial para ajustes das regras de inferência conforme uso do sistema.

REFERÊNCIAS

- AGUIRRE, S.; RODRIGUEZ, A. Automation of a business process using robotic process automation (RPA): A case study. **Workshop on engineering applications**, Cartagena, v. 742, p. 65-71. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-66963-2_7. Acesso em: 11 dez. 2021.
- ANAGNOSTE, S. *et al.* Robotic Automation Process-The next major revolution in terms of backoffice operations improvement. **Proceedings of the International Conference on Business Excellence**, Bucareste, v. 11, n. 1, p. 676-686, 2017. Disponível em: <https://cyberle-ninka.org/article/n/841855.pdf>. Acesso em: 11 dez. 2021.
- ANAGNOSTE, S. *et al.* Robotic Automation Process–The operating system for the digital enterprise. **Proceedings of the international conference on business excellence**, Bucareste, v. 12, n. 1, p. 54-69, 2018. Disponível em: <https://sciendo.com/pdf/10.2478/picbe-2018-0007>. Acesso em: 11 dez. 2021.
- ANDERSON, K.; JACK, D. C. Learning to listen: Interview techniques and analyses. In: PERKS, R.; THOMSON, A. **The oral history reader**. Londres: Routledge, 1997. p. 171-185. *E-book*.
- ASATIANI, A.; PENTTINEN, E. Turning robotic process automation into commercial success–Case OpusCapita. **Journal of Information Technology Teaching Cases**, Reino Unido, v. 6, n. 2, p. 67-74, 2016. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1057/jittc.2016.5>. Acesso em: 11 dez. 2021.
- ASQUITH, A.; HORSMAN, G. Let the robots do it!–Taking a look at Robotic Process Automation and its potential application in digital forensics. **Forensic Science International: Reports**, Reino Unido, v. 1, p. 100007, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2665910719300076>. Acesso em: 11 dez. 2021.
- ATANASSOV, K. T. Intuitionistic fuzzy sets. **Intuitionistic fuzzy sets**. Heidelberg, p. 1-137, 1999. Disponível em: https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-7908-1870-3_1.pdf. Acesso em: 11 dez. 2021.
- AMINDOUST, A. *et al.* Sustainable supplier selection: A ranking model based on fuzzy inference system. **Applied soft computing**, Holanda, v. 12, n. 6, p. 1668-1677, 2012. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1568494612000622>. Acesso em: 11 dez. 2021.
- AUBERT, B. A.; RIVARD, S.; PATRY, M. A transaction cost model of IT outsourcing. **Information & management**, Holanda, v. 41, n. 7, p. 921-932, 2004. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378720603001423>. Acesso em: 11 dez. 2021.
- BALASUNDARAM, S.; VENKATAGIRI, S. A structured approach to implementing Robotic Process Automation in HR. **Journal of Physics: Conference Series**, Bangalore, v. 1427, p. 012008, 2020. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1427/1/012008/pdf>. Acesso em: 11 dez. 2021.

BARKER, C. The dynamics of vagueness. **Linguistics and philosophy**, Holanda, v. 25, n. 1, p. 1-36, 2002. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/25001837>. Acesso em: 11 dez. 2021.

BERNARD, H. R. **Social research methods: Qualitative and quantitative approaches**. 2nd ed. Florida: Sage, 2000. *E-book*.

BRADLEY, J. Methodological issues and practices in qualitative research. **The Library Quarterly**, Chicago, v. 63, n. 4, p. 431-449, 1993. Disponível em: <https://www.journals.uchicago.edu/doi/abs/10.1086/602620>. Acesso em: 11 dez. 2021.

BROEKHUIS, M.; DE BLOK, C.; MEIJBOOM, B. Improving client-centred care and services: the role of front/back-office configurations. **Journal of advanced nursing**, Reino Unido, v. 65, n. 5, p. 971-980, 2009. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1365-2648.2009.05014.x>. Acesso em: 11 dez. 2021.

BROWN, J. G. A note on fuzzy sets. **Information and control**, Estados Unidos da América, v. 18, n. 1, p. 32-39, 1971. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/82171159.pdf>. Acesso em: 11 dez. 2021.

BRYMAN, Alan. **Research methods and organization studies**. Loughborough: Routledge, 2003. *E-book*.

CAO, G. A four-dimensional view of IT business value. **Systems Research and Behavioral Science**, Reino Unido, v. 27, n. 3, p. 267-284, 2010. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/sres.1015>. Acesso em: 11 dez. 2021.

CASTELLANO, G.; FANELLI, A. M.; MENCAR, C. Design of transparent Mamdani fuzzy inference systems. In: ABRAHAM, A.; KÖPPEN, M; FRANKE, K. **Design and application of hybrid intelligent systems**. Amsterdã: IOS Press, 2003. p. 468-477. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Corrado-Mencar/publication/220980982_Design_of_Transparent_Mamdani_Fuzzy_Inference_Systems/links/0912f50977b51cd4cd000000/Design-of-Transparent-Mamdani-Fuzzy-Inference-Systems.pdf. Acesso em: 11 dez. 2021.

CHASE, R. B. Where does the customer fit in a service operation?. **Harvard business review**, Estados Unidos da América, v. 56, n. 6, p. 137-142, 1978. Disponível em: <https://europaepmc.org/article/med/10239167>. Acesso em: 11 dez. 2021.

CHASE, R. B.; TANSIK, D. A. The customer contact model for organization design. **Management Science**, Estados Unidos da América, v. 29, n. 9, p. 1037-1050, 1983. Disponível em: <https://pubsonline.informs.org/doi/pdf/10.1287/mnsc.29.9.1037>. Acesso em: 11 dez. 2021.

CHEN, S.; HUANG, Z. Multiattribute decision making based on interval-valued intuitionistic fuzzy values and linear programming methodology. **Information Sciences**, Taipei, v. 381, p. 341-351, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0020025516307022>. Acesso em: 11 dez. 2021.

CINGOLANI, P.; ALCALA-FDEZ, J. jFuzzyLogic: a robust and flexible Fuzzy-Logic inference system language implementation. *In: IEEE International Conference on Fuzzy Systems, 2012, Brisbane. Conferência [...].* Brisbane: IEEE, 2012. p. 1-8. Disponível em: <http://jfuzzylogic.sourceforge.net/html/pdf/jFuzzyLogic.pdf>. Acesso em: 11 dez. 2021.

CINGOLANI, Pablo; ALCALÁ-FDEZ, Jesús. jFuzzyLogic: a java library to design fuzzy logic controllers according to the standard for fuzzy control programming. **International Journal of Computational Intelligence Systems**, França, v. 6, n. 1, p. 61-75, 2013. Disponível em: http://jfuzzylogic.sourceforge.net/html/pdf/Cingolani_Alcala-Fdez_jFuzzyLogic_2013_IJCIS.pdf. Acesso em: 11 dez. 2021.

COSTA, C. J.; ORTIZ, F. C. M. RPA in Finance: supporting portfolio management: Applying a software robot in a portfolio optimization problem. *In: Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), 15., 2020, Sevilha. Conferência [...].* Sevilha: IEEE, 2020. p. 1-6. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Carlos-Costa/publication/342969488_RPA_in_Finance_supporting_portfolio_management_Applying_a_software_robot_in_a_portfolio_optimization_problem/links/6034f00e299b1cc26e4c029/RPA-in-Finance-supporting-portfolio-management-Applying-a-software-robot-in-a-portfolio-optimization-problem.pdf. Acesso em: 11 dez. 2021.

CRESWELL, J. W. **Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches.** California: Sage publications, 2013. *E-book.*

DEJONCKHEERE, M.; VAUGHN, L. M. Semistructured interviewing in primary care research: a balance of relationship and rigour. **Family Medicine and Community Health**, Ohio, v. 7, n. 2, 2019. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6910737/pdf/fmch-2018-000057.pdf>. Acesso em: 11 dez. 2021.

DINIZ, E. H. Tecnologias de Back-Office: desafios no mundo interconectado. *In: FARO, C. Administração Bancária: uma visão aplicada.* Rio de Janeiro: Editora FGV, 2014. v. 1, p. 177-200. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Eduardo-Diniz-2/publication/280731862_Diniz_Eduardo_Tecnologias_de_back-office_desafios_no_mundo_interconectado_Administracao_Bancaria_uma_visao_aplicada_1edRio_de_Janeiro_Editora_FGV_2014_v_1_p_177-200/links/5cbdf598a6fdcc1d49a85eae/Diniz-Eduardo-Tecnologias-de-back-office-desafios-no-mundo-interconectado-Administracao-Bancaria-uma-visao-aplicada-1edRio-de-Janeiro-Editora-FGV-2014-v-1-p-177-200.pdf. Acesso em: 11 dez. 2021.

DUBOIS, D.; PRADE, H. Fuzzy real algebra: some results. **Fuzzy sets and systems**, Holanda, v. 2, n. 4, p. 327-348, 1979. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0165011479900058>. Acesso em: 11 dez. 2021.

FERNANDEZ, D.; AMAN, A. Impacts of robotic process automation on global accounting services. **Asian Journal of Accounting and Governance**, Malásia, v. 9, p. 123-132, 2018.

FONTANA, A. *et al.* The interview: From structured questions to negotiated text. *In: DENZIN, N. K; LINCOLN, Y. S. Handbook of qualitative research.* California: Sage Publications, 2020. 2nd ed., p. 645-672. *E-book.*

FUNG, H. P. Criteria, use cases and effects of information technology process automation (ITPA). **Advances in Robotics & Automation**, Bélgica, v. 3, n. 3, 2014. Disponível em:

<https://www.hilarispublisher.com/open-access/criteria-use-cases-and-effects-of-information-technology-process-automation-itypa-2168-9695.1000124.pdf>. Acesso em: 11 dez. 2021.

GAIFMAN, H. Vagueness, tolerance and contextual logic. **Synthese**, Holanda, v. 174, n. 1, p. 5-46, 2010. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11229-009-9683-9>. Acesso em: 11 dez. 2021.

GARIBALDI, J. M.; OZEN, T. Uncertain fuzzy reasoning: a case study in modelling expert decision making. **IEEE Transactions on Fuzzy Systems**, Estados Unidos da América, v. 15, n. 1, p. 16-30, 2007. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4088984>. Acesso em: 11 dez. 2021.

EGHAM, U.K. Gartner Says Worldwide Robotic Process Automation Software Market Grew 63% in 2018, 24 jun. 2019. Disponível em: <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2019-06-24-gartner-says-worldwide-robotic-process-automation-sof>. Acesso em 20 jul. 2021.

GEMMEL, P.; VAN STEENIS, T.; MEIJBOOM, B. Front-office/back-office configurations and operational performance in complex health services. **Brain injury**, Reino Unido, v. 28, n. 3, p. 347-356, 2014. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3109/02699052.2013.865271>. Acesso em: 12 dez. de 2021.

GEYER-KLINGEBERG, J. *et al.* Process Mining and Robotic Process Automation: A Perfect Match. In: Business Process Management - Dissertation/Demos/Industry Conference, 2018, Sydney. **Conferência [...]**. Sydney: CEUR, 2020. p. 124-131. Disponível em: http://ceur-ws.org/Vol-2196/BPM_2018_paper_28.pdf. Acesso em: 12 dez. 2021.

GOMES, D. S.; RODRIGUES, M. C. Introdução à Lógica Fuzzy com Java. Disponível em: <https://www.devmedia.com.br/introducao-a-logica-fuzzy-com-java/32444>. Acesso em 03 jun. 2021.

GUILLAUME, S. Designing fuzzy inference systems from data: An interpretability-oriented review. **IEEE Transactions on fuzzy systems**, Estados Unidos da America, v. 9, n. 3, p. 426-443, 2001. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/928739>. Acesso em: 12 dez. 2021.

HÁJEK, P.; NOVÁK, V. The sorites paradox and fuzzy logic. **International Journal of General Systems**, Reino Unido, v. 32, n. 4, p. 373-383, 2003. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/0308107031000152522>. Acesso em: 12 dez. 2021.

HALLIKAINEN, P.; BEKKHUS, R.; PAN, S. L. How OpusCapita Used Internal RPA Capabilities to Offer Services to Clients. **MIS Quarterly Executive**, Indiana, v. 17, n. 1, 2018. Disponível em: <https://aisel.aisnet.org/misqe/vol17/iss1/4/>. Acesso em: 12 dez. 2021.

HEVNER, A. R. *et al.* Essay in information design science systems. **MIS Quarterly**, Estados Unidos da América, v. 28, n. 1, p. 75-105, 2004. Disponível em: <http://www3.cis.gsu.edu/vvaishnavi/9220Sp07/Documents/Hevner%20et%20al.%202004%20MISQ.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2021

HEVNER, A. R.; CHATTERJEE, S. Design research in information systems: theory and practice. HEVNER, A. R.; CHATTERJEE, S. *In: Design Research in Information Systems: Integrated Series in Information Systems*. Boston: Springer, 2010. v. 22, p. 9-22. *E-book*.

HOLLOWAY, Immy; GALVIN, Kathleen. **Qualitative research in nursing and healthcare**. Hoboken: John Wiley & Sons. 4th ed., 2016. *E-book*.

HUANG, F.; VASARHELYI, M. A. Applying robotic process automation (RPA) in auditing: A framework. **International Journal of Accounting Information Systems**, Reino Unido, v. 35, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1467089518301738>. Acesso em: 12 dez. 2021.

IMGRUND, F. *et al.* Approaching digitalization with business process management. **Proceedings of the Multikonferenz Wirtschaftsinformatik**, Alemanha, p. 1725-1736, 2018. Disponível: https://www.researchgate.net/profile/Christian_Janiesch/publication/323665985_Approaching_Digitalization_with_Business_Process_Management/links/5dc2fd7992851c81803321cf/Approaching-Digitalization-with-Business-Process-Management.pdf. Acesso em: 12 dez. 2021.

INSTITUTO NACIONAL DO SEMIÁRIDO. Sinopse do Censo Demográfico para o Semiárido Brasileiro, **Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações**, 21 de mai. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/rede-mcti/insa/centrais-de-conteudo/publicacoes/sinopse-do-censo-demografico-para-o-semiarido-brasileiro.pdf/view>. Acesso em: 18 ago. 2021

IVANČIĆ, L.; VUGEC, D. S.; VUKŠIĆ, V. B. Robotic process automation: systematic literature review. *In: International Conference on Business Process Management*, 2019, Viena. **Conferência [...]**. Viena, 2019. p. 280-295. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-30429-4_19. Acesso em: 12 dez. 2021

JØRGENSEN, B. The delta algorithm and GLIM. **International Statistical Review/Revue Internationale de Statistique**, França, v. 52, n. 3, p. 283-300, 1984. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/1403047>. Acesso em: 12 dez. 2021.

KALLIO, H. *et al.* Systematic methodological review: developing a framework for a qualitative semi-structured interview guide. **Journal of advanced nursing**, Reino Unido, v. 72, n. 12, p. 2954-2965, 2016. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jan.13031>. Acesso em: 12 dez. 2021.

KANAKOV, F.; PROKHOROV, I. Research and development of software robots for automating business processes of a commercial bank. **Procedia Computer Science**, Holanda, v. 169, p. 337-341, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050920303197>. Acesso em: 12 dez. 2021.

KAUR, A.; KAUR, A. Comparison of mamdani-type and sugeno-type fuzzy inference systems for air conditioning system. **International Journal of Soft Computing and Engineering**, India, v. 2, n. 2, p. 323-325, 2012. Disponível em: <https://cite-seerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.486.1238&rep=rep1&type=pdf>. Acesso em: 12 dez. 2021.

KICKERT, W. JM. **Fuzzy theories on decision making: A critical review**. v. 3. Hingham: Springer Science & Business Media, 1979. *E-book*.

LACERDA, D. P. *et al.* Design Science Research: A research method to production engineering. **Gestão & produção**, São Carlos, v. 20, n. 4, p. 741-761, 2013.

LACITY, M. C.; WILLCOCKS, L. P.; CRAIG, A. Robotic process automation at Telefonica O2. **The Outsourcing Unit Working Research Paper Series**, Londres, n. 2, 2015. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/35437586.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2021.

LACITY, M. C.; WILLCOCKS, L. P. A new approach to automating services. **MIT Sloan Management Review**, Massachusetts, v. 58, n. 1, p. 41-49, 2016. Disponível em: <http://eprints.lse.ac.uk/68135/>. Acesso em: 12 dez. 2021.

LAKOFF, G. A note on vagueness and ambiguity. **Linguistic inquiry**, Massachusetts, v. 1, n. 3, p. 357-359, 1970. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/4177575>. Acesso em: 12 dez. 2021.

LAMBERTON, C.; BRIGO, D.; HOY, D. Impact of Robotics, RPA and AI on the insurance industry: challenges and opportunities. **Journal of Financial Perspectives**, Reino Unido, v. 4, n. 1, 2017. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3079495. Acesso em: 12 dez. 2021.

LATHAMAHESWARI, M. *et al.* Interval Valued Spherical Fuzzy Aggregation Operators and Their Application in Decision Making Problem. In: KAHRAMAN, C.; GÜNDOĞDU, F. K. **Decision Making with Spherical Fuzzy Sets**. Suíça: Springer, Cham, 2021. p. 27-51. *E-book*.

LEGROS, B. Front-office multitasking between service encounters and back-office tasks. **European Journal of Operational Research**, Holanda, v. 287, n. 3, p. 946-963, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S037722172030401X>. Acesso em: 12 dez. 2021.

LEOPOLD, H.; VAN DER AA, H.; REIJERS, H. A. Identifying candidate tasks for robotic process automation in textual process descriptions. In: GULDEN, J. *et al.* **Enterprise, business-process and information systems modeling**. Tallin: Springer, Cham, 2018. p. 67-81. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-91704-7_5. Acesso em: 12 dez. 2021.

LESHOB, A.; BOURGOUIN, A.; RENARD, L. Towards a process analysis approach to adopt robotic process automation. In: IEEE International Conference on e-Business Engineering, 15., 2018, Xi'an. **Conferência [...]**. Xi'an, 2018. p. 46-53. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8592629>. Acesso em: 12 dez. 2021.

LI, A. W. D. An information-based score function of interval-valued intuitionistic fuzzy sets and its application in multiattribute decision making. **Soft Computing**, Alemanha, v. 25, n. 2016, 2020. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00500-020-05265-0>. Acesso em: 12 dez. 2021.

LIN, L.; YUAN, X. H.; XIA, Z. Q. Multicriteria fuzzy decision-making methods based on intuitionistic fuzzy sets. **Journal of computer and System Sciences**, Estados Unidos da América, v. 73, n. 1, p. 84-88, 2007. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022000006000468>. Acesso em: 12 dez. 2021.

LINDSTROM, M. J.; BATES, D. M. Newton - Raphson and EM algorithms for linear mixed-effects models for repeated-measures data. **Journal of the American Statistical Association**, Estados Unidos da América, v. 83, n. 404, p. 1014-1022, 1988. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01621459.1988.10478693>. Acesso em: 12 dez. 2021.

MA, Y. W. *et al.* System design and development for robotic process automation. In: IEEE International Conference on Smart Cloud, 2019, Tóquio. **Conferência [...]**. Tóquio: IEEE, 2019. p. 187-189. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9091399>. Acesso em: 12 dez. 2021.

MADAKAM, S.; HOLMUKHE, R. M.; JAISWAL, D. K. The future digital work force: robotic process automation (RPA). **Journal of Information Systems and Technology Management**, São Paulo, v. 16, 2019.

MAMDANI, E. H.; ASSILIAN, S. An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller. **International journal of man-machine studies**, Reino Unido, v. 7, n. 1, p. 1-13, 1975. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0020737375800022>. Acesso em: 12 dez. 2021.

MARCH, S. T.; SMITH, G. F. Design and natural science research on information technology. **Decision support systems**, Holanda, v. 15, n. 4, p. 251-266, 1995. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0167923694000412>. Acesso em: 12 dez. 2021.

MERSHA, T. Enhancing the customer contact model. **Journal of Operations Management**, Estados Unidos da América, v. 9, n. 3, p. 391-405, 1990. Disponível em: [https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1016/0272-6963\(90\)90162-7](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1016/0272-6963(90)90162-7). Acesso em: 12 dez. 2021.

MUNIESA, F. *et al.* Back-office intricacy: the description of financial objects in an investment bank. **Industrial and Corporate Change**, Reino Unido, v. 20, n. 4, p. 1189-1213, 2011. Disponível em: <https://academic.oup.com/icc/article-abstract/20/4/1189/666869>. Acesso em: 12 dez. 2021.

MYERS, M. D.; NEWMAN, M. The qualitative interview in IS research: Examining the craft. **Information and organization**, Reino Unido, v. 17, n. 1, p. 2-26, 2007. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1471772706000352>. Acesso em: 12 dez. 2021.

ORDOOBADI, S. M. Development of a supplier selection model using fuzzy logic. **Supply Chain Management: An International Journal**, Reino Unido, v. 14, n. 4, 2009. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/13598540910970144/full/html>. Acesso em: 12 dez. 2021.

PEDRYCZ, W., GOMIDE, F. **An introduction to fuzzy sets: analysis and design**. Cambridge: MIT Press, 1998. *E-book*.

PEFFERS, K. *et al.* A design science research methodology for information systems research. **Journal of management information systems**, Estados Unidos da América, v. 24, n. 3, p. 45-77, 2007. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.2753/MIS0742-1222240302>. Acesso em: 12 dez. 2021.

PUSCHMANN, T. Fintech. **Business & Information Systems Engineering**, Alemanha, v. 59, n. 1, p. 69-76, 2017. Disponível em: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s12599-017-0464-6.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2021.

RATIA, M.; MYLLÄRNIEMI, J.; HELANDER, N. Robotic process automation-creating value by digitalizing work in the private healthcare?. *In: Proceedings of the 22nd International Academic Mindtrek Conference*. 22., 2018, Tampere. **Conferência [...]**. Tampere: Tampere University of Technology, 2018, p. 222-227. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/3275116.3275129>. Acesso em: 12 dez. 2021.

RIEDL, Y.; BEETZ, R. Robotic process automation: Developing a multi-criteria evaluation model for the selection of automatable business processes. *Americas Conference on Information Systems*, 25., 2019, Cancún. **Conferência [...]**, Cancún, 2019. p. 1-10. Disponível em: https://aisel.aisnet.org/amcis2019/enterprise_systems/enterprise_systems/4/. Acesso em: 12 dez. 2021.

ROMAO, M.; COSTA, J.; COSTA, C. J. Robotic process automation: A case study in the banking industry. *In: Iberian Conference on information systems and technologies*, 14., 2019, Coimbra. **Conferência [...]**. Coimbra: IEEE, 2019. p. 1-6. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8760733/>. Acesso em: 12 dez. 2021.

SAFIZADEH, M. H.; FIELD, J. M.; RITZMAN, L. P. An empirical analysis of financial services processes with a front-office or back-office orientation. **Journal of Operations Management**, Estados Unidos da América, v. 21, n. 5, p. 557-576, 2003. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272696303000597>. Acesso em: 12 dez. 2021.

SIDERSKA, J. Robotic Process Automation - a driver of digital transformation?. **Engineering Management in Production and Services**, Polônia, v. 12, n. 2, 2020. Disponível em: http://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-2a0c0fe4-4bd3-4349-af8d-65f68a742b91/c/siderska_robotic_EMPAS_2_20.pdf. Acesso em: 12 dez. 2021.

SOBCZAK, A. Robotic Process Automation implementation, deployment approaches and success factors—an empirical study. **Entrepreneurship and Sustainability Issues**, Lituânia, v. 8, n. 4, p. 122, 2021. Disponível em: https://jssidoi.org/jesi/uploads/articles/32/Sobczak_Robotic_Process_Automation_implementation_deployment_approaches_and_success_factors_an_empirical_study.pdf. Acesso em: 12 dez. 2021.

STOLPE, A. *et al.* Lightweight IT and the IT function: experiences from robotic process automation in a Norwegian bank. **Bibsys Open Journal Systems**, Noruega, v. 25, n. 1, p. 1-11, 2017. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/228628156.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2021

SYED, Rehan *et al.* Robotic process automation: contemporary themes and challenges. **Computers in Industry**, Holanda, v. 115, p. 103162, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166361519304609>. Acesso em: 12 dez. 2021.

TRIANAPHYLLOU, E.; LIN, C. T. Development and evaluation of five fuzzy multiattribute decision-making methods. **International Journal of Approximate reasoning**, Estados Unidos da América, v. 14, n. 4, p. 281-310, 1996. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0888613X95001192>. Acesso em: 12 dez. 2021.

USKENBAYEVA, R. *et al.* Applying of RPA in administrative processes of public administration. In: IEEE Conference on Business Informatics, 21., 2019, Moscou. **Conferência [...]**. Moscou, 2019. p. 9-12. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8807793/>. Acesso em: 12 dez. 2021.

VAN DER AALST, W. M. P.; BICHLER, M.; HEINZL, A. Robotic Process Automation. **Business and Information Systems Engineering**, Alemanha, v. 60, n. 4, p. 269–272, 2018.

VARIS, J. Automating processes in web-interfaces with Robotic Process Automation. **Information Technology**, Finlândia, p. 33, 2018. Disponível em: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/157753/Jesse_Varis.pdf?sequence=1. Acesso em: 21 dez. 2021.

WEMMERLÖV, U. A taxonomy for service processes and its implications for system design. **International Journal of Service Industry Management**, Reino Unido, v. 1, n. 3, p. 20-40, 1990. Disponível em: <https://www.ingentaconnect.com/content/mcb/085/1990/00000001/00000003/art00002>. Acesso em: 21 dez. 2021

WANNER, J. *et al.* Process selection in RPA projects - Towards a quantifiable method of decision making. International Conference on Information Systems, 40., 2019, Monique. **Conferência [...]**. Monique, 2020. p. 1–17. Disponível: https://www.researchgate.net/profile/Jerome-Geyer-Klingeberg/publication/337289984_Process_Selection_in_RPA_Projects_-_Towards_a_Quantifiable_Method_of_Decision_Making/links/5dd82ae092851c1feda74156/Process-Selection-in-RPA-Projects-Towards-a-Quantifiable-Method-of-Decision-Making.pdf. Acesso em: 21 dez. 2021.

WAN, S. P.; LI, D. F. Fuzzy mathematical programming approach to heterogeneous multiattribute decision-making with interval-valued intuitionistic fuzzy truth degrees. **Information Sciences**, Estados Unidos da América, v. 325, p. 484-503, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002002551500506X>. Acesso em: 21 dez. 2021.

WHITING, L. S. Semi-structured interviews: guidance for novice researchers. **Nursing Standard**, Reino Unido, v. 22, n. 23, p. 35, 2008. Disponível em: <https://www.proquest.com/openview/83e4ab6fcd2e8e9e434c5d680d289c3/1?cbl=30130&parentSessionId=EI-wNWBhi9GTTJEC09w9yhSkKyyWyLh8qu2urprl320w%3D&pq-origsite=gscholar&accountid=8112>. Acesso em: 21 dez. 2021.

WILLCOCKS, L. P.; LACITY, M.; CRAIG, A. The IT function and robotic process automation. The Outsourcing Unit Working Research Paper Series, Londres, n. 5, 2015. Disponível em: http://eprints.lse.ac.uk/64519/1/OUWRPS_15_05_published.pdf. Acesso em: 12 dez. 2021

WILLCOCKS, L.; LACITY, M.; CRAIG, A. Robotic process automation: strategic transformation lever for global business services?. **Journal of Information Technology Teaching Cases**, Reino Unido, v. 7, n. 1, p. 17-28, 2017. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1057/s41266-016-0016-9>. Acesso em: 12 dez. 2021.

WILLIAM, W.; WILLIAM, L. Improving corporate secretary productivity using robotic process automation. In: International Conference on Technologies and Applications of Artificial Intelligence, 24., 2019, Kaohsiung. **Conferência [...]**, 2019. p. 1-5. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8959872>. Acesso em: 12 dez. 2021.

YAGER, R. R. Fuzzy decision making including unequal objectives. **Fuzzy sets and systems**, Holanda, v. 1, n. 2, p. 87-95, 1978. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0165011478900106>. Acesso em: 12 dez. 2021.

YEN, J.; LANGARI, R. **Fuzzy logic: intelligence, control, and information**. Nova Jersey: Prentice Hall, 1998. *E-book*.

ZADEH, L. A. Fuzzy sets. **Information and control**, Estados Unidos da América. v. 8, n. 3, p. 338-353, 1965. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S00199586590241X>. Acesso em: 12 dez. 2021.

ZADEH, L. A. The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning—I. **Information sciences**, Estados Unidos da América, v. 8, n. 3, p. 199-249, 1975. Acesso em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0020025575900365>. Acesso em: 12 dez. 2021.

ZHANG, Q. *et al.* Some new entropy measures for interval-valued intuitionistic fuzzy sets based on distances and their relationships with similarity and inclusion measures. **Information sciences**, Estados Unidos da América, v. 283, p. 55-69, 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0020025514006409>. Acesso em: 12 dez. 2021.

ZIMMERMANN, H. J. **Fuzzy sets, decision making, and expert systems**. Alemanha: Springer Science & Business Media, 1987. *E-book*.

ZOU, X. Y.; CHEN, S. M.; FAN, K. Y. Multiattribute decision making using probability density functions and transformed decision matrices in interval-valued intuitionistic fuzzy environments. **Information Sciences**, Estados Unidos da América, v. 543, p. 410-425, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0020025520306654>. Acesso em: 12 dez. 2021.

APÊNDICE A – Exemplo de Transcrição de Entrevista

Nome: [REDACTED]

Área: [REDACTED]

Tempo com Automações: 2 anos de experiência com automações. Portais que permitiam a automatização de processos. Contrato com fornecedor, fazia o aporte do contrato, consumindo ao longo do tempo, fazendo estimativa do custo necessário versus o consumo do estimado.

1. Processos exige tomada decisão? Precisa de conhecimento cognitivo ou é regra de negócio bem definida, com estruturas “se, então”? Pode-se particionar o processo? Se sim, era automatizado só partes do processo. Também, o volume de tratamento versus o número de pessoas era considerado. Se processo que uma pessoa fazia só uma vez, não fazia sentido automatizar, olhando então o que tinha benefício financeiro ou que prevenia risco, mesmo não valendo financeiramente.
2. Primeiramente analisava redução de HC ao construir o robô (robô pode ser entendido como processo automatizado). Há redução de risco ou só HC? Complexidade de tempo para desenvolvimento era levado em consideração. Então [REDACTED] de desenvolvimento era o principal ao ser considerado a priorização.
3. Processo que já se conhece de partida que dá para automatizar inteiro, pois não tem decisão humana (copiar de uma planilha para um portal e fechar). Então era medido a performance do melhor analista para realizar a atividade e era gravado com power point o que era feito, com a interação do analista com o sistema. A partir disso, gerava-se uma documentação com o mapeamento realizando a automatização.

Havia o cenário então para entender o processo e dividir o processo em etapas para ver qual etapas iam ser automatizadas. Então, entendia as partes do processo mapeando então e criando um processo para adaptar a automatização.

4. Quem era o dono do sistema? Sistema interno era criado usuário robô para não ter problema com usuários. Quando envolvia sistema e sites externos, dependia de um comitê. Exemplo, acessava site [REDACTED], colocava o [REDACTED] e precisava obter algumas informações de endereço. Foi necessário aprovação interna do banco de avaliação de risco. Ou seja, não há limitação sistêmica, mas de governança.
5. Cenário misto, desenvolvedores internos e externos. Para construção de robôs era [REDACTED] colaborador banco, mas para desenvolver portal era um time misto.

6. Automatizando com automation anywhere. Além disso, file system para guardar os arquivos e o [REDACTED] que era o agendador. Para os portais, tinha banco de dados [REDACTED], servidor web, e aplicação [REDACTED]. Possuía também tecnologias de OCR.
7. Não havia problema e impactos financeiros. Caso houvesse um problema, fazia contingencialmente manualmente.
8. Havia risco de imagem. Caso houvesse erro na geração do contrato e havia problema de comunicação e poderia gerar risco de imagem com os fornecedores e o banco.
9. Problema com processos que estavam com informações no [REDACTED] e precisavam ir para o [REDACTED]. Então deveria ter migração do [REDACTED]. Havia também portais construídos com formulário que eram entradas para o processo automatizado.
10. Não havia um processo bem definido para desenvolvimento do projeto.

APÊNDICE B – Arquivo FLC para o bloco ORCAMENTO

```

FUNCTION_BLOCK bloco_orcamento      // DEFINICAO DO BLOCO

VAR_INPUT                          // DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS DE ENTRADA
    numero_colab : REAL; // numero de colaboradores
    disp_time : REAL; // disponibilidade de time
    custo: REAL; // custo
END_VAR

VAR_OUTPUT                          // DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS DE SAÍDA
    orcamento : REAL;
END_VAR

FUZZIFY numero_colab                // FUZIFICAÇÃO DOS VALORES DA VARIÁVEL DE EN-
TRADA 'numero de colaboradores'
    TERM BA := (0, 1) (4, 0) ; // pouca definição
    TERM DS := (3, 0) (4,1) (6,1) (7,0); // alguma definição
    TERM AL := (6, 0) (10,1); // grande parte definido
END_FUZZIFY

FUZZIFY disp_time // FUZIFICAÇÃO DOS VALORES DA VARIÁVEL DE ENTRADA 'disponibilidade
de time'
    TERM TE := (0, 1) (4, 0) ; // baixa disponibilidade
    TERM TI := (3, 0) (4,1) (6,1) (7,0); // alguma disponibilidade
    TERM TA := (6, 0) (10,1); // alta disponibilidade
END_FUZZIFY

FUZZIFY custo // FUZIFICAÇÃO DOS VALORES DA VARIÁVEL DE ENTRADA 'custo'

    TERM BC := (0, 1) (4, 0) ; // baixo custo
    TERM RE := (3, 0) (4,1) (6,1) (7,0); // custo medio
    TERM AC := (6, 0) (10,1); // alto custo
END_FUZZIFY

DEFUZZIFY orcamento                // Defuzzificação da variável de saída 'orcamento'
    TERM OR_BA := (0,1) (4,0); //BAIXO
    TERM OR_RE := (3,0) (6,1) (9,0); //MEDIO
    //TERM OR_AL := (8,0) (9,1) (10,0); //ALTO
    TERM OR_AL := (8,0) (10,1); //ALTO
    METHOD : COG; // Utilização do método 'Centro de gravidade' para defuzzificação
    DEFAULT := 0; // Valor padrão é 0 caso nenhuma regra seja ativada
END_DEFUZZIFY

RULEBLOCK No1
    AND : MIN; // Utilizar 'min' para 'and'
    ACT : MIN; // Utilizar o método de ativação 'min'
    ACCU : MAX; // Utilizar método de acumulação 'max'

RULE 1: IF numero_colab IS BA AND disp_time IS TE AND custo IS BC THEN orcamento IS OR_BA;
RULE 2: IF numero_colab IS DS AND disp_time IS TE AND custo IS BC THEN orcamento IS OR_BA;
RULE 3: IF numero_colab IS AL AND disp_time IS TE AND custo IS BC THEN orcamento IS OR_RE;
RULE 4: IF numero_colab IS BA AND disp_time IS TI AND custo IS BC THEN orcamento IS OR_BA;
RULE 5: IF numero_colab IS DS AND disp_time IS TI AND custo IS BC THEN orcamento IS OR_RE;
RULE 6: IF numero_colab IS AL AND disp_time IS TI AND custo IS BC THEN orcamento IS OR_RE;
RULE 7: IF numero_colab IS BA AND disp_time IS TA AND custo IS BC THEN orcamento IS OR_BA;
RULE 8: IF numero_colab IS DS AND disp_time IS TA AND custo IS BC THEN orcamento IS OR_RE;
RULE 9: IF numero_colab IS AL AND disp_time IS TA AND custo IS BC THEN orcamento IS OR_AL;
RULE 10: IF numero_colab IS BA AND disp_time IS TE AND custo IS RE THEN orcamento IS OR_BA;

```

RULE 11: IF numero_colab IS DS AND disp_time IS TE AND custo IS RE THEN orcamento IS OR_RE;
RULE 12: IF numero_colab IS AL AND disp_time IS TE AND custo IS RE THEN orcamento IS OR_RE;
RULE 13: IF numero_colab IS BA AND disp_time IS TI AND custo IS RE THEN orcamento IS OR_RE;
RULE 14: IF numero_colab IS DS AND disp_time IS TI AND custo IS RE THEN orcamento IS OR_RE;
RULE 15: IF numero_colab IS AL AND disp_time IS TI AND custo IS RE THEN orcamento IS OR_RE;
RULE 16: IF numero_colab IS BA AND disp_time IS TA AND custo IS RE THEN orcamento IS OR_RE;
RULE 17: IF numero_colab IS DS AND disp_time IS TA AND custo IS RE THEN orcamento IS OR_AL;
RULE 18: IF numero_colab IS AL AND disp_time IS TA AND custo IS RE THEN orcamento IS OR_AL;
RULE 19: IF numero_colab IS BA AND disp_time IS TE AND custo IS AC THEN orcamento IS OR_BA;
RULE 20: IF numero_colab IS DS AND disp_time IS TE AND custo IS AC THEN orcamento IS OR_RE;
RULE 21: IF numero_colab IS AL AND disp_time IS TE AND custo IS AC THEN orcamento IS OR_RE;
RULE 22: IF numero_colab IS BA AND disp_time IS TI AND custo IS AC THEN orcamento IS OR_RE;
RULE 23: IF numero_colab IS DS AND disp_time IS TI AND custo IS AC THEN orcamento IS OR_AL;
RULE 24: IF numero_colab IS AL AND disp_time IS TI AND custo IS AC THEN orcamento IS OR_AL;
RULE 25: IF numero_colab IS BA AND disp_time IS TA AND custo IS AC THEN orcamento IS OR_RE;
RULE 26: IF numero_colab IS DS AND disp_time IS TA AND custo IS AC THEN orcamento IS OR_AL;
RULE 27: IF numero_colab IS AL AND disp_time IS TA AND custo IS AC THEN orcamento IS OR_AL;

END_RULEBLOCK

END_FUNCTION_BLOCK