

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE INFORMÁTICA
CURSO DE ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO

LUIS MIGUEL SANTOS BATISTA

**Análise Comparativa entre as Plataformas
de Automação de Processos Robóticos.**

Monografia apresentada como requisito parcial
para a obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia da Computação

Orientador: Prof^a. Dr^a. Lucineia Heloisa Thom

Porto Alegre
2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Reitor: Prof. Carlos André Bulhões Mendes

Vice-Reitora: Prof^a. Patrícia Helena Lucas Pranke

Pró-Reitora de Ensino: Prof. Cíntia Inês Boll

Diretora do Instituto de Informática: Prof^a. Carla Maria Dal Sasso Freitas

Coordenador do Curso de Engenharia de Computação: Prof. Walter Fetter Lages

Bibliotecária-chefe do Instituto de Informática: Beatriz Regina Bastos Haro

Bibliotecária-chefe da Escola de Engenharia: Rosane Beatriz Allegretti Borges

*“To me, Fearless is living in spite of
those things that scare you to death.”*

— TAYLOR SWIFT

RESUMO

A Automação de Processos Robóticos (*Robotic Process Automation - RPA*) propõe a utilização de robôs para a execução de atividades rotineiras com o objetivo de aumentar a produtividade e diminuir a taxa de erros humanos. Entretanto, por ser uma tecnologia recente, poucos estudos acadêmicos foram realizados em RPA. Visando contribuir para o avanço científico em RPA, este trabalho apresenta uma análise comparativa das plataformas de *software* para a automação de processos com base em RPA. Para isso, foi realizada uma revisão da literatura e uma análise de mercado objetivando identificar as principais plataformas adotadas pela academia e pela indústria. Enquanto a revisão da literatura teve como base as bibliotecas digitais *ACM*, *IEEE*, *Science Direct* e *Scopus*, a análise de mercado coletou os resultados dos principais líderes de mercado em RPA através do quadrante mágico divulgado pelo *Gartner*. Como resultado, o presente trabalho apresenta uma análise comparativa entre as três plataformas de RPA mais utilizadas. Nesse contexto, o comparativo destaca as principais diferenças entre as características suportadas pelos *software* de RPA. Além disso, o trabalho discute os resultados de um questionário *online* direcionado aos usuários da tecnologia, que avaliou o nível de suporte dessas plataformas em relação às fases do ciclo de vida de RPA. Dessa forma, obteve-se uma avaliação quanto ao suporte das plataformas às fases de análise, modelagem, desenvolvimento, teste, implantação e monitoramento. Possibilitando, assim, a identificação das fases do ciclo de vida de RPA que apresentam maior possibilidade de aprimoramento.

Palavras-chave: Plataformas RPA. Ferramentas RPA. Automação de Processos Robóticos. Gerenciamento de Processos de Negócio.

Comparative Analysis between Robotic Process Automation Platforms

ABSTRACT

Robotic Process Automation (RPA) proposes the use of robots to execute routine activities with the objective of increasing productivity and decreasing the human error rate. However, as it is a recent technology, few academic studies have been conducted on RPA. Aiming to contribute to the scientific advance in RPA, this paper presents a comparative analysis of software platforms for process automation based on RPA. To this end, a literature review and a market analysis were performed aiming to identify the main platforms adopted by academia and industry. While the literature review was based on the digital libraries ACM, IEEE, Science Direct and Scopus, the market analysis collected the results from the main market leaders in RPA through the magic quadrant released by Gartner. As a result, this paper presents a comparative analysis between the three most widely used RPA platforms. In this context, the comparative highlights the main differences between the features supported by RPA platforms. In addition, the paper discusses the results of an online questionnaire directed to users of the technology, which evaluated the level of support of these platforms in relation to the phases of the RPA life cycle. Thus, an evaluation was obtained regarding the support of the platforms to the phases of analysis, modeling, development, testing, deployment, and monitoring. Therefore, it was possible to identify the phases of the RPA life cycle that present the greatest possibility for improvement.

Keywords: RPA Platforms, RPA Tools, Robotic Process Automation, Business Process Management.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

RPA	Robotic Process Automation
BPM	Business Process Management
BPMN	Business Process Model and Notation
EPC	Event Process Chain
IA	Inteligência Artificial
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers
ACM	Association for Computing Machinery
Bots	Robots
IDE	Integrated Development Environment (IDE)
HTTP	Hypertext Transfer Protocol

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 Metodologia de pesquisa adotada neste trabalho.	12
Figura 2.1 Ciclo de Vida de RPA.	20
Figura 2.2 Componentes das Plataformas de RPA.....	22
Figura 2.3 Número de artigos por ano.	23
Figura 3.1 Quadrante Mágico para RPA.	34
Figura 3.2 Análise de Mercado para a <i>Automation Anywhere, Blue Prism e UiPath.</i>	37
Figura 4.1 Questionário: Informações sobre o Perfil do Respondente.	46
Figura 4.2 Questionário: Levantamento das Plataformas de RPA.	47
Figura 4.3 Questionário: Avaliação das Plataformas - Parte 1.	48
Figura 4.4 Questionário: Avaliação das Plataformas - Parte 2.	49
Figura 4.5 Levantamento da faixa etária dos respondentes.....	50
Figura 4.6 Levantamento do principal setor de conexão dos respondentes.	50
Figura 4.7 Levantamento da principal ocupação dos respondentes.	51
Figura 4.8 Levantamento dos anos de experiência com RPA entre os respondentes.....	52
Figura 4.9 Levantamento do nível de conhecimento em RPA dos respondentes.....	52
Figura 4.10 Levantamento das plataformas de RPA utilizadas pelos respondentes.....	53
Figura 4.11 Levantamento da plataforma recomendada entre os respondentes.....	54
Figura 4.12 Avaliação Fase de Análise.	55
Figura 4.13 Avaliação Fase de Modelagem.	55
Figura 4.14 Avaliação Fase de Desenvolvimento.	56
Figura 4.15 Avaliação Fase de Testes.	56
Figura 4.16 Avaliação Fase de Implantação.....	57
Figura 4.17 Avaliação Fase de Monitoramento.....	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1	Comparativo entre BPM e RPA.....	14
Tabela 2.2	Características dos processos adequados para RPA.	18
Tabela 3.1	Resultado das buscas nas bibliotecas digitais.....	27
Tabela 3.2	Plataformas de RPA nas bibliotecas digitais.	28
Tabela 3.3	Informações sobre as atualizações das plataformas de RPA.	33
Tabela 3.4	Descrição dos critérios de Completude de Visão.	35
Tabela 3.5	Descrição dos critérios de Habilidade de Execução.....	36
Tabela 3.6	Informações sobre as Plataformas de RPA.....	42
Tabela 4.1	Avaliação dos respondentes por fase do ciclo de vida de RPA.....	58

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 Motivação	10
1.2 Perguntas de Pesquisa e Objetivos	11
1.3 Metodologia de Pesquisa	11
1.4 Organização do Texto	12
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
2.1 Gerenciamento de Processos de Negócio e Automação de Processos Robóticos	13
2.2 Automação de Processos Robóticos	15
2.2.1 Benefícios	16
2.2.2 Aplicações.....	17
2.2.3 Limitações e Desafios	19
2.3 Ciclo de Vida da Automação de Processos Robóticos	20
2.4 Estudo dos Componentes das Plataformas de RPA	21
2.5 Trabalhos Relacionados	22
2.6 Resumo do Capítulo	25
3 ANÁLISE COMPARATIVA DAS PLATAFORMAS DE SOFTWARE COM BASE EM RPA	26
3.1 Levantamento das Plataformas de RPA	26
3.1.1 Estudo da Literatura	26
3.1.2 Análise de Mercado	34
3.2 Comparativo das Plataformas de RPA	37
3.3 Resumo do Capítulo	42
4 AVALIAÇÃO DAS PLATAFORMAS EM RELAÇÃO ÀS FASES DO CI- CLO DE VIDA DE RPA	44
4.1 Estrutura do Questionário <i>Online</i>	44
4.2 Respostas Coletadas pelo Questionário	50
4.3 Resumo do Capítulo	58
5 CONCLUSÃO	59
REFERÊNCIAS	61

1 INTRODUÇÃO

Com a crescente competitividade entre organizações em um cenário de transformação digital, a Automação de Processos Robóticos (RPA – *Robotic Process Automation*) tem atraído a atenção corporativa com relação às iniciativas de automação (HOFMANN; SAMP; URBACH, 2020). Através de RPA, é possível automatizar a execução de *processos de negócio*, isto é atividades dentro de uma organização que produzem um serviço ou produto que são baseados em regras Dumas (2013). Dessa forma, a execução de tarefas como a extração de dados de documentos, leitura e escrita em bancos de dados, preenchimento de formulários e outras atividades operacionais podem ser realizadas por um *software* (WILLCOCKS; LACITY; CRAIG, 2015).

Para este propósito, robôs de *software*, comumente chamados de *bots*, são configurados com habilidades de aprendizado, simulação e execução dos processos de uma organização. Assim, os robôs são responsáveis por realizar um elevado volume de tarefas manuais, executando-as com maior precisão e eficiência quando comparados com um trabalhador humano (LINTUKANGAS, 2017). Como consequência, observa-se um aumento na eficiência operacional e diminuição na taxa de erros. Além disso, os recursos humanos podem ser direcionados para tarefas menos repetitivas e mais analíticas, otimizando a entrega de serviços e a qualidade dos processos executados dentro de uma organização (ALBERTH; MATTERN, 2017).

1.1 Motivação

Atualmente, RPA é o segmento que mais cresce entre as organizações - com taxas de crescimento anual de até 40% e aumento da valorização do mercado de US\$ 1,4 bilhões em 2019 para uma estimativa de US\$ 27 bilhões em 2027 (Grand View Research, 2020). Além disso, estima-se que, em 2021, existam 55 plataformas de RPA que diferem em funcionalidades e preços (AI Multiple, 2021).

Entretanto, apesar de ser um segmento em crescimento, são poucos os estudos científicos realizados em RPA, e mais escassos ainda são os estudos que comparam as plataformas existentes (Issac; Muni; Desai, 2018), (Enríquez, 2020), (AGOSTINELLI; MARRELLA; MECELLA, 2019), (Gupta; Rani; Dixit, 2019), (RIBEIRO, 2021), (EGGER, 2020) e (HOFMANN; SAMP; URBACH, 2020). Considerando o cenário descrito, o presente trabalho de conclusão de curso visa contribuir para o avanço científico em RPA.

1.2 Perguntas de Pesquisa e Objetivos

Através de uma revisão da literatura e de uma análise comparativa, este trabalho estuda as diferentes plataformas de software para a automação de processos com base em RPA. O estudo investiga o alinhamento entre a academia e indústria quanto às plataformas de RPA adotadas. Além de verificar a relação das plataformas com o ciclo de vida de RPA. Sendo assim, as duas perguntas (P) de pesquisa (P) deste trabalho são:

PP1: Quais são as plataformas de RPA mais utilizadas na perspectiva acadêmica e na perspectiva industrial?

PP2: Qual o nível de suporte oferecido pelas plataformas de RPA considerando as fases do ciclo de vida de RPA?

Por conseguinte, os objetivos deste trabalho incluem: i) *verificar se as plataformas de RPA utilizadas na academia e indústria estão alinhadas* e ii) *avaliar o nível de suporte dessas plataformas em relação às fases do ciclo de vida de RPA*.

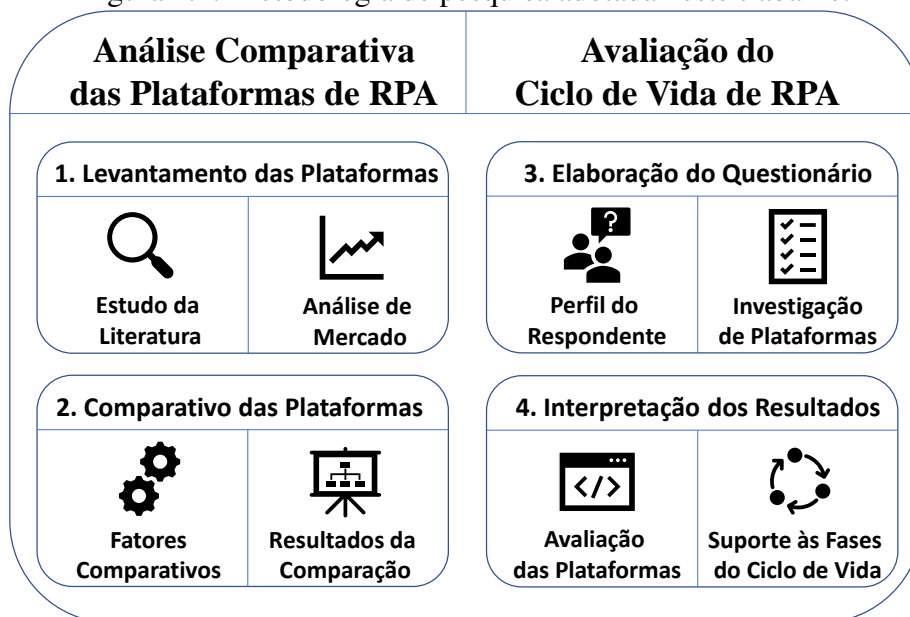
1.3 Metodologia de Pesquisa

A metodologia de pesquisa adotada neste trabalho é dividida em duas etapas principais: análise comparativa das plataformas de RPA e avaliação das plataformas em relação às fases do ciclo de vida em RPA. A Figura 1.1 ilustra essas duas etapas e especifica os detalhes do que é realizado em cada uma delas.

A análise comparativa contém um levantamento e um comparativo das plataformas de RPA. O levantamento das plataformas considera o viés acadêmico através de um estudo da literatura e o viés industrial através de uma análise de mercado. Assim, o estudo da literatura teve como base artigos disponíveis nas seguintes bibliotecas digitais: *ACM*, *IEEE*, *Science Direct* e *Scopus*. Ademais, para levantar as plataformas através da análise de mercado, foram utilizados os resultados do relatório publicado pelo (Gartner, 2020b) que reúne um quadrante mágico com os principais líderes de mercado em RPA.

O comparativo das plataformas considerou os resultados do levantamento da literatura e do mercado para selecionar as três plataformas de RPA mais utilizadas e compará-las. Para isso, foram definidos fatores comparativos que representam as principais funcionalidades e características de *software* presentes nas plataforma de RPA.

Figura 1.1: Metodologia de pesquisa adotada neste trabalho.



Fonte: Os Autores.

Por fim, para avaliar as plataformas em relação às fases do ciclo de vida de RPA, um questionário *online* foi criado pelos autores. O questionário teve como público alvo os usuários que utilizam RPA dentro de uma organização, em pesquisa acadêmica ou de forma independente. Para isso, as perguntas levantaram o perfil do respondente, uma lista de plataformas conhecidas e a avaliação de plataforma.

A metodologia de pesquisa foi definida de forma que o levantamento das plataformas de RPA permita responder a *PP1* e conseqüentemente atingir o primeiro objetivo do trabalho. Já a interpretação dos resultados do questionário colaboram para responder a *PP2* assim como atingir o segundo objetivo do trabalho.

1.4 Organização do Texto

O restante deste documento está estruturado da seguinte forma: o Capítulo 2 traz a fundamentação teórica necessária para o entendimento de RPA e os conceitos utilizados no trabalho; o Capítulo 3 detalha a análise comparativa realizada entre as plataformas de RPA; o Capítulo 4 apresenta a avaliação das plataformas em relação às fases do ciclo de vida de RPA através com o questionário *online*; o Capítulo 5 traz as conclusões do trabalho, respondendo se os objetivos foram atingidos, além de discutir as limitações e apresentar as perspectivas de trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo introduz os principais conceitos que auxiliam na compreensão do trabalho realizado. Primeiramente, apresenta a definição de Gerenciamento de Processos de Negócio (*Business Process Management - BPM*) e sua relação com RPA. Após, discute os conceitos, benefícios, aplicações e desafios de RPA. Em seguida, é descrito o ciclo de vida de RPA, especificando suas fases e detalhando os eventos que ocorrem em cada uma delas. Além disso, realiza um estudo das plataformas de RPA explicitando seus principais componentes. Por fim, discute os trabalhos relacionados que foram identificados na literatura.

2.1 Gerenciamento de Processos de Negócio e Automação de Processos Robóticos

BPM é uma área de pesquisa que estuda a maneira que o trabalho é realizado dentro de uma organização com o objetivo de propor melhorias nos processos de negócio. Alguns de seus exemplos são: cadastro de cliente, emitir ordem de compra e preencher planilha de dados. Neste contexto, as melhorias nos processos influenciam na redução de custos, na redução dos tempos de execução e na redução das taxas de erro (DUMAS, 2013).

Por outro lado, RPA é uma técnica de BPM que propõe a substituição das atividades manuais por atividades automatizadas. Do ponto de vista do *software*, RPA realiza a automação, enquanto uma plataforma BPM oferece a arquitetura necessária para que uma organização gerencie cada processo que automatiza. Dessa forma, enquanto RPA se refere à automatização dos fluxos de trabalho - isto é, a maneira como os processos são realizados (DUMAS, 2013) - BPM se refere ao gerenciamento desses fluxos de trabalho de ponta a ponta.

A Tabela 2.1 apresenta um estudo das principais diferenças entre BPM e RPA publicado por (SANTOS; PEREIRA; VASCONCELOS, 2019). Os critérios considerados foram:

1. *Objetivo do Negócio*: Qual o objetivo da organização ao adotar BPM ou RPA;
2. *Aplicação*: Como BPM ou RPA afetam nas aplicações existentes;
3. *Método de Integração*: Como BPM ou RPA interagem com o sistema existente;
4. *Adequação do Processo*: Quais categorias de processos a adoção de BPM ou RPA

é mais recomendada;

5. *Requisitos de Programação*: Qual o nível de habilidade em programação necessário;
6. *Responsabilidade no Desenvolvimento*: Qual equipe é envolvida na implementação de BPM ou RPA;
7. *Tempo de Desenvolvimento*: Quantidade de tempo para finalizar a aplicação de BPM ou RPA.

Analisando a Tabela 2.1, é possível observar que BPM envolve tecnologia mais complexa, afetando o fluxo de processos de uma organização de ponta a ponta. Como consequência dessa reengenharia de processos, pode-se afirmar que a dificuldade de utilização de BPM é alta e relacionada a investimentos em tecnologia da informação. Além disso, o tempo de desenvolvimento também é elevado devido à complexidade de integração das novas aplicações com o sistema existente.

Tabela 2.1: Comparativo entre BPM e RPA.

Critério	BPM	RPA
Objetivo do Negócio	Reengenharia dos processos	Automação dos processos existentes
Aplicação	Criação de novas aplicações	Utilização das aplicações existentes
Método de Integração	Interage com os fluxos dos processos e a camada de dados	Interage com os sistemas através da camada de apresentação
Adequação do Processo	Recomendado para processos que requerem conhecimentos em tecnologia da informação.	Recomendado para processos que requerem conhecimentos em negócios e processos
Requisitos de Programação	Requer habilidades de programação	Não requer habilidades de programação
Responsabilidade no Desenvolvimento	Desenvolvido por programadores	Desenvolvido por analistas de negócio
Tempo de Desenvolvimento	Longo tempo de desenvolvimento	Rápido tempo de desenvolvimento - sem complexidade de integração

Fonte: Adaptado de(SANTOS; PEREIRA; VASCONCELOS, 2019).

Por outro lado, como RPA é um robô de *software*, ele apenas navega pela camada de apresentação ou *interface* de uma aplicação, gravando as ações executadas e posteriormente reproduzindo as tarefas repetitivas. Assim, não é uma tecnologia invasiva, pois apenas adiciona uma camada externa para automação sem a necessidade de alterar os sis-

temas de uma organização. Além disso, os retornos e benefícios de RPA são de curto prazo visto que é uma tecnologia de fácil implementação e de baixo custo.

Assim, RPA é recomendada para atividades operacionais e baseadas em regras. Enquanto isso, BPM tem um impacto mais amplo nos processos de uma organização. Entretanto, é importante destacar que BPM e RPA não são tecnologias excludentes e podem trabalhar simultaneamente, em paralelo ou de forma complementar, conforme as necessidades da organização (LACITY; WILLCOCKS, 2016).

2.2 Automação de Processos Robóticos

Considerando que este trabalho realiza uma análise comparativa das plataformas de RPA, são discutidos com maior nível de detalhamento os aspectos teóricos envolvendo RPA. O objetivo deste estudo é apresentar as principais definições que auxiliam no entendimento do trabalho. Para isso, esta seção apresenta a definição de RPA, os benefícios, aplicações e desafios em RPA.

RPA é uma tecnologia que permite a automação de tarefas por robôs de *software*, que interagem com as *interfaces* dos sistemas de uma organização para executar um alto volume de tarefas a uma baixa taxa de erros (CHACÓN-MONTERO; JIMÉNEZ-RAMÍREZ; ENRÍQUEZ, 2019). Para isso, os robôs são programados para copiar comportamentos e substituir os trabalhadores humanos no contexto de tarefas repetitivas e baseadas em regras (FUNG, 2014).

É importante ressaltar que a interação dos robôs com os sistemas é realizada ao nível de *interface*, ou seja, na camada de apresentação. Portanto, RPA é uma tecnologia que não interage diretamente com a lógica de negócios, as camadas de acesso aos dados, ou outras camadas na infraestrutura subjacente dos sistemas (LACITY; WILLCOCKS, 2016).

Dessa forma, as tarefas típicas executadas pelos robôs são: extrair dados de documentos, ler e escrever de/para bancos de dados, copiar e colar dados entre células de uma planilha, abrir *e-mails* e anexos, preencher formulários, fazer cálculos, dentre outros exemplos (WILLCOCKS; LACITY; CRAIG, 2015).

2.2.1 Benefícios

A adoção da tecnologia de RPA traz diversos benefícios para as organizações ao otimizar o fluxo de trabalho. A revisão sistemática da literatura realizada por (SYED, 2020) traz como principais benefícios de RPA: melhorias na eficiência operacional, qualidade do serviço produzido, implementação e integração mais fácil e rápida com outros sistemas, e por fim, melhor gerenciamento de risco e conformidade. Posteriormente, os benefícios são numerados e seguidos de suas explicações.

Entretanto, é importante ressaltar que, apesar de os benefícios da adoção de RPA estarem bem documentados, não necessariamente uma organização irá alcançá-los integralmente. O sucesso da adoção de RPA depende da forma que a organização utiliza a tecnologia em seus processos de negócio. Levando isso em consideração, a Subseção 2.2.2 detalha quais aplicações mais se beneficiam de RPA, trazendo uma discussão detalhada sobre o tópico.

Eficiência Operacional. Está relacionada com a redução de três fatores na execução de processos: tempo, custo e recursos humanos (HUANG; VASARHELYI, 2019). Como resultado, obtém-se a redução de tarefas manuais, redução na carga de trabalho e aumento na produtividade. Isso é possível, pois os robôs possuem alta disponibilidade - podendo trabalhar 24 horas por dia durante 7 dias da semana - melhorando a produtividade de uma organização (ASQUITH; HORSMAN, 2019).

Ademais, com RPA é possível liberar os recursos humanos de tarefas repetitivas e operacionais. Dessa forma, os funcionários de uma organização podem dedicar seu tempo para tarefas com maior valor agregado e que requerem maior pensamento crítico (HOFMANN; SAMP; URBACH, 2020).

Ao realizar uma análise estatística dos benefícios da eficiência operacional em RPA, observa-se uma redução de 20% a 50% nos custos relacionados aos recursos humanos (SYED, 2020). Além disso, também é alcançada uma redução de 30% a 60% nos custos das transações. E por fim, uma redução de 30% a 70% do tempo investido no ciclo de vida de um processo.

Qualidade de Serviço. Os serviços de uma organização são diretamente afetados com erros operacionais tais como o preenchimento incorreto de um dado ou esquecimento de executar uma tarefa. Como consequência, a qualidade de serviço é comprometida de forma negativa. Entretanto, com a adoção de RPA, estima-se que os processos automatizados alcancem 100% de precisão (LAMBERTON; BRIGO; HOY, 2017). Tal benefício

é uma consequência da utilização de robôs de *software* que reduz a quantidade de erros humanos ao possuírem o comportamento baseado em regras.

Um exemplo prático pode ser observado no estudo de caso em (The Institute for Robotic Process Automation, 2015), onde a adoção de RPA permitiu que uma organização de seguros atingisse uma taxa de 99,99% de disponibilidade em seus sistemas críticos. De forma complementar, a análise em (LACITY; WILLCOCKS, 2018) conclui que as organizações consideram RPA como uma tecnologia de excelência e que impacta na prestação de serviços aos seus clientes. Os méritos dessa conclusão podem ser explicados pela confiabilidade e continuidade de serviço que os robôs proporcionam ao possuírem um cronograma de trabalho ininterrupto e de alta disponibilidade.

Implementação e Integração. Quando comparada com outras formas de automação, nota-se que RPA possui a vantagem de ser mais barata e mais fácil de implementar. Essas vantagens são consequências das características da tecnologia de apenas automatizar processos existentes e não fazer uma reengenharia deles. Adicionalmente, é importante ressaltar que a facilidade na implementação também está relacionada com a facilidade de configuração e manutenção dos processos automatizados com RPA (ASATIANI; PENTTINEN, 2016).

Gerenciamento de Risco e Conformidade. Por fim, o gerenciamento do risco e o aumento da conformidade também são benefícios da automação de processos com RPA (ASQUITH; HORSMAN, 2019). Com a utilização de um *software* de RPA, registros, também chamados de (*logs*), são mantidos contendo as ações executadas pelos robôs. Dessa forma, é possível comprovar o que foi executado utilizando esses registros, atendendo assim, às exigências regulatórias reduzindo fatores de risco (HALLIKAINEN; BEKKHUS; PAN, 2018).

Adicionalmente, RPA pode ser utilizado para gerar alertas que sinalizam ações anômalas contra as regras de conformidade (LENO, 2020). Como consequência, há um aumento da conformidade, pois os robôs de *software* são configurados para seguir regras, e como todas as ações executadas são registradas nos *logs*, são facilmente auditados.

2.2.2 Aplicações

Considerando que a seleção das aplicações adequadas para RPA não é sempre evidente (AGATON; SWEDBERG, 2018), esta subseção estuda as aplicações que são recomendadas para RPA, explicitando as características de um processo adequado para a

tecnologia e em quais setores da indústria eles estão presentes.

Tabela 2.2: Características dos processos adequados para RPA.

Característica	Descrição da Característica
Alto volume de transações	Processos com um elevado volume de tarefas operacionais se beneficiam de RPA, pois os robôs possuem jornada de trabalho ininterrupta e podem assumir a execução de várias atividades por um maior período de tempo. (HUANG; VASARHELYI, 2019)
Baixa complexidade	Os processos devem ser suficientemente simples visto que o aumento da complexidade dos robôs pode levar ao aumento dos custos operacionais e de implementação. (KOKINA; BLANCHETTE, 2019)
Baixo tratamento de exceções	Processos que dificilmente lidam com comportamentos excepcionais, visto que os robôs estão preparados apenas para situações bem definidas. (Enríquez, 2020)
Baseados em regras	Os processos devem possuir uma lógica de decisão, ou seja, existe uma regra previamente definida de como as atividades serão executadas. (WEWERKA; REICHERT, 2020)
Legados	Processos que estão em execução há algum tempo, visto que os robôs podem ser configurados para operar sobre uma <i>interface</i> legado que é mais estável a modificações. (ANAGNOSTE, 2017)
Padronizados	Processos cuja execução segue um caminho pré-definido, acompanhando uma certo grau de padronização e estruturação. (ASQUITH; HORSMAN, 2019)
Repetitivos	Processos cujas tarefas são repetitivas visto que os robôs não se desgastam pelo esforço manual e são livres de erros humanos. (LENO, 2020)

Fonte: Os Autores.

Através da Tabela 2.2, nota-se que os processos adequados para RPA possuem um alto volume de atividades operacionais, baixa complexidade e baixo tratamento de exceções. Além disso, estes processos são baseados em regras, legados, padronizados e repetitivos. Considerando estas características, os melhores candidatos para a implementação de um RPA são as organizações cujos negócios são baseados nas áreas de *back-office* (PENTTINEN; KASSLIN; ASATIANI, 2018).

O *back-office* inclui os setores que não atuam diretamente com os clientes e são responsáveis pelas tarefas administrativas da organização. Assim, a sua adequação para RPA é justificada pelo fato destes setores possuírem um alto volume de operações, não necessitam de um alto tratamento de exceções, requisitam esforços operacionais e são propensos a erros humanos (CHACÓN-MONTERO; JIMÉNEZ-RAMÍREZ; ENRÍQUEZ,

2019).

Adicionalmente, ao considerar os setores da indústria que mais adotam RPA, observa-se uma diversidade de aplicações. Em um estudo realizado por (ANAGNOSTE, 2018), conclui-se que o potencial de adoção de RPA pela indústria está centrado em organizações de serviços financeiros, seguradoras e assistência médica. Assim, alguns exemplos dos serviços automatizados são: ativação de cartões, descoberta de fraudes, processamento de sinistros, preparação de novos negócios, automação de relatórios, dentre outros.

Por fim, em aplicações de RPA, existem duas formas de desenvolvimento dos robôs de *software*: robôs assistidos e robôs não assistidos (Gupta; Rani; Dixit, 2019). Os robôs assistidos são aqueles que necessitam de interação direta com os usuários. Portanto, os usuários participam da execução dos robôs e os direcionam nas tarefas. Logo, é um robô que auxilia na execução dos processos automatizados. Por exemplo: em uma central de atendimentos, um usuário seleciona que gostaria de fazer seu cadastro, e é direcionado para um robô que coleta seus dados e os salva no sistema interno da organização.

Adicionalmente, os robôs não-assistidos são aqueles que não necessitam de interação humana. Sendo assim, é um robô que assume a execução dos processos automatizados. Como consequência, eles são acionados de forma automática ou logicamente dentro de um fluxo de processos. Tipicamente, esses robôs são utilizados para automatizar tarefas de *back-office* (Issac; Muni; Desai, 2018). Por exemplo: em um setor financeiro, onde no final de cada mês o preenchimento do sistema de folha de pagamento é realizado por um robô.

2.2.3 Limitações e Desafios

Apesar de RPA ser aplicável em diferentes setores da indústria, ainda existem restrições que limitam o alcance da tecnologia para mais aplicações. Uma crítica comum é que as integrações oferecidas por RPA são menos robustas do que aquelas que interagem com as camadas de dados dos sistemas (GRUNG-OLSEN, 2017). Ademais, outra limitação principal está relacionada com a dependência de dados estruturados para realizar a automação (BURGESS, 2018). E por fim, ambientes completamente baseados em uma camada virtualizada (por exemplo, *Citrix*) podem ter dificuldade em suportar a RPA (PEKKOLA, 2017).

A pesquisa apresentada em (Enríquez, 2020) levanta como desafio a utilização da

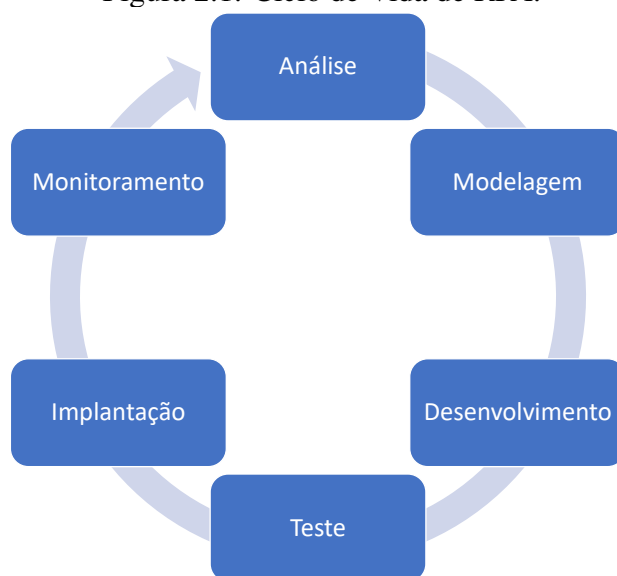
Inteligência Artificial (IA) (YATSKIV; YATSKIV; VASYLYK, 2020) em conjunto com RPA. Neste sentido, a combinação de conceitos como Mineração de Dados (KETKAR; GAWADE, 2021) e Aprendizado de Máquina (MARTINS, 2020) auxiliaria a RPA a não depender de processos baseados em regras, assim como expandir sua aplicação para dados não estruturados e semi-estruturados. Além disso, o autor destaca que outro desafio de RPA é mensurar o quanto a tecnologia afeta os níveis de competência dos funcionários, e, conseqüentemente, das próprias organizações.

2.3 Ciclo de Vida da Automação de Processos Robóticos

Esta seção visa estudar o ciclo de vida de RPA, detalhando suas fases e os eventos que ocorrem em cada uma delas. Essa discussão detalhada é importante para este trabalho, pois na Seção 3.2, a análise comparativa proposta no presente trabalho considera o nível de suporte das plataformas nas diferentes fases do ciclo de vida de RPA.

A literatura científica apresenta abordagens que propõem diferentes definições sobre as fases do ciclo de vida de RPA. Entretanto, este trabalho utiliza uma adaptação da metodologia proposta por (CHACÓN-MONTERO; JIMÉNEZ-RAMÍREZ; ENRÍQUEZ, 2019). A escolha desta metodologia é justificada pela semelhança com o ciclo de vida BPM. Dessa forma, as fases do ciclo de RPA são: análise, modelagem, desenvolvimento, testes, implantação e monitoramento - ilustrado na Figura 2.1.

Figura 2.1: Ciclo de Vida de RPA.



Fonte: Adaptado de (CHACÓN-MONTERO; JIMÉNEZ-RAMÍREZ; ENRÍQUEZ, 2019).

Em seguida, são apresentadas as descrições de cada fase do ciclo de vida de RPA, explicando o que acontece em cada uma delas.

Análise. Esta fase consiste em determinar a viabilidade de realizar a automação de um determinado processo. Para isso, os requisitos do cliente são levantados através de uma análise detalhada e com base neles é concluído se o processo pode ser automatizado ou não. Caso positivo, também é incluído na análise o grau de automação e a complexidade do processo.

Modelagem. Esta fase consiste em documentar as informações de cada processo e representá-lo graficamente através de uma notação para modelagem de processos (ex.: *Business Process Model and Notation* (BPMN) (YAMASATHIEN; VATANAWOOD, 2014), *Event Process Chain* (EPC) (IRFAN; XIAOFEI; SHENGCHUN, 2008). Para isso, são detalhados o conjunto de ações, os dados e as atividades que serão implementados em cada processo.

Desenvolvimento. Esta fase consiste no desenvolvimento das partes automatizáveis de cada processo. Para isso, os *scripts* e códigos de automação são criados pelos desenvolvedores considerando as informações documentadas anteriormente.

Testes. Esta fase consiste na aplicação dos códigos desenvolvidos em seus respectivos ambientes de pré-produção. Para isso, os robôs são testados para validar suas tarefas antes de ir para a produção.

Implantação. Esta fase consiste na aplicação dos robôs testados em seus respectivos ambientes de produção. Para isso, os robôs são colocados em execução.

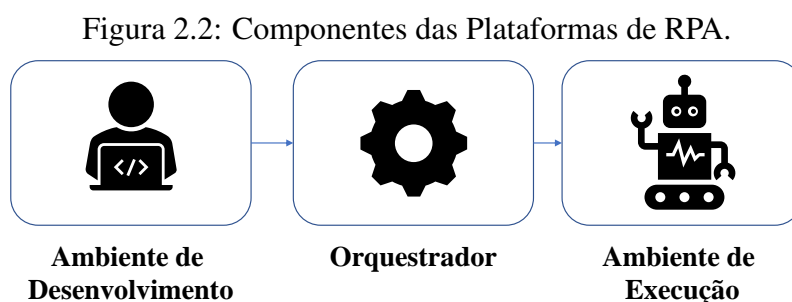
Monitoramento. Esta fase consiste no supervisionamento e controle de desempenho das atividades executadas pelos robôs. Para isso, os robôs são monitorados, incluindo a geração de *logs* e estatísticas.

2.4 Estudo dos Componentes das Plataformas de RPA

Esta seção discute quais são os componentes presentes em uma plataforma de RPA e como eles operam em conjunto para automatizar os processos. Essa discussão é relevante para este trabalho pois a análise comparativa das plataformas de RPA utiliza conceitos teóricos dos componentes presentes nas plataformas. Entretanto, é válido ressaltar que, dependendo da plataforma, existem algumas variações de componentes. Entretanto, para o escopo deste trabalho, tais diferenças não foram exploradas.

De uma forma geral, as plataformas possuem um ambiente de desenvolvimento,

um orquestrador e um ambiente de execução (ANAGNOSTE, 2017). A Figura 2.2 ilustra esses três principais componentes. O ambiente de desenvolvimento, também conhecido como *IDE* (Integrated Development Environment), é responsável pela implementação e validação das tarefas dos robôs. Ou seja, é nesse ambiente que as tarefas dos robôs são configuradas e testadas de acordo com as regras do processo. Ademais, relacionando com o ciclo de vida de RPA, é no ambiente de desenvolvimento que a plataforma oferece suporte às fases de análise, modelagem, implementação e teste.



Fonte: Os Autores.

Após a implementação e validação do robô no ambiente de desenvolvimento, o orquestrador é responsável pelo gerenciamento dos robôs prontos para execução. Dessa forma, entende-se como orquestrador um gerenciador de recursos. Ou seja, controla quais robôs são executadas ao gerenciar o fluxo de execução dos processos. Além disso, o orquestrador é encarregado pelo monitoramento de todos os robôs em execução, assim como questões relacionadas a segurança de dados e políticas de acesso. A contribuição desse componente para o ciclo de vida de RPA está relacionado com a fase de monitoramento.

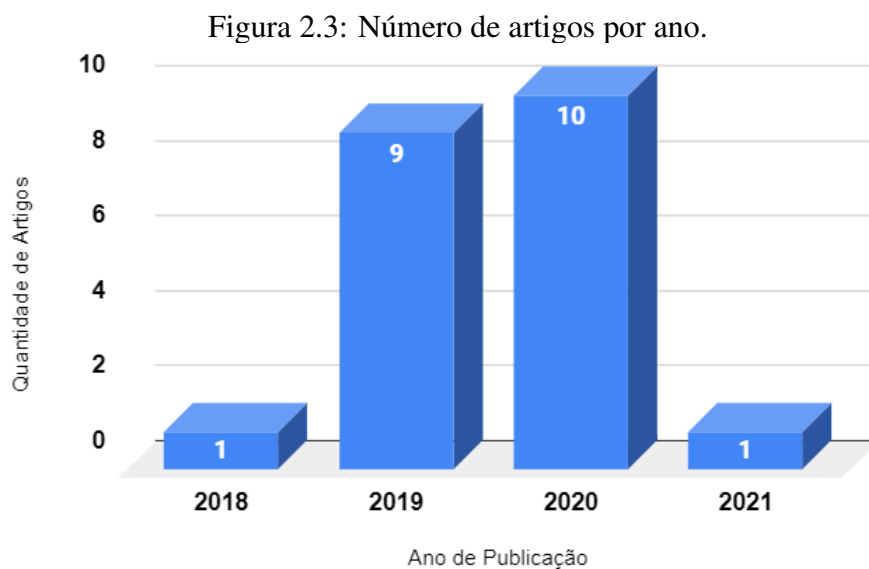
A partir do momento que o orquestrador aciona um robô, o ambiente de execução assume a sua implantação. Sendo assim, este ambiente é responsável pela execução dos robôs assistidos e/ou robôs não assistidos, que foram previamente configurados no ambiente de desenvolvimento, acionados pelo orquestrador, e agora seguirão para a produção. Ao relacionar com o ciclo de vida de RPA, nota-se que o orquestrador oferece suporte à fase de implantação.

2.5 Trabalhos Relacionados

O levantamento das plataformas de RPA pesquisou por artigos nas bibliotecas digitais *ACM*, *IEEE*, *Science Direct* e *Scopus*. O objetivo era encontrar as plataformas de RPA utilizadas nos estudos científicos publicados. Para isso, as palavras de busca ado-

tadas foram "*Robotic Process Automation Tools, Robotic Process Automation Platforms e Robotic Process Automation Vendors*". Mais detalhes sobre o processo de busca na literatura são apresentados no Capítulo 3.

A pesquisa retornou 21 trabalhos relacionados. A Figura 2.3 apresenta estes separados pelo ano de publicação. O gráfico mostra que o primeiro artigo a citar plataformas de RPA é de 2018. Além disso, os anos de 2019 e 2020 apresentaram, respectivamente, nove (9) e dez (10) resultados, indicando um aumento significativo de pesquisa sobre este tópico para a academia. Ademais, o ano de 2021 aparece com apenas um (1) artigo. A pequena quantidade para este ano pode ser justificada pela busca que foi realizada em abril de 2021. Além disso, os procedimentos para publicação de um artigo podem ser longos.



Fonte: Os Autores.

Entretanto, é importante ressaltar que a maioria deles (14) apenas lista alguns exemplos de plataformas sem realizar uma comparação entre elas (CERNAT; STAICU; STEFANESCU, 2020), (CHACÓN-MONTERO; JIMÉNEZ-RAMÍREZ; ENRÍQUEZ, 2019), (Nunes; Leite; Pedrosa, 2020), (Yatskiv; Yatskiv; Vasylyk, 2020), (Ma, 2019), (Martins, 2020), (Sutipitakwong; Jamsri, 2020), (KOKINA; BLANCHETTE, 2019), (SYED, 2020), (HUANG; VASARHELYI, 2019), (ASQUITH; HORSMAN, 2019), (LENO, 2019), (LENO, 2020), (PATIL; MANE; PATIL, 2019).

Outros trabalhos (7), além de citar exemplos de plataformas, também apresentam uma análise comparativa entre elas. O estudo em (Issac; Muni; Desai, 2018) analisa diferentes plataformas e as compara considerando suas funcionalidades. Os aspectos técnicos considerados são: o desenvolvimento de robôs, gerenciamento do sistema, relatórios e resiliência, arquitetura de *software*, potencial analítico, recursos de codificação, governança

e segurança. Esses aspectos são utilizados como métrica para gerar uma pontuação que classifica as plataformas na seguinte ordem decrescente: *Automation Anywhere*, *UiPath* e *Blue Prism*.

Adicionalmente (Enríquez, 2020) apresenta uma revisão sistemática das abordagens e plataformas que apoiam organizações na adesão de RPA. As plataformas em estudo foram retiradas da análise de mercado do instituto *Forrester* em 2017. Suas funcionalidades foram comparadas considerando 48 métricas agrupadas de acordo com sua respectiva fase no Ciclo de Vida RPA.

A pesquisa de (AGOSTINELLI; MARRELLA; MECELLA, 2019), ao elencar os desafios para integrar IA e RPA, compara as plataformas de RPA disponíveis no mercado desenvolvendo um modelo de classificação. Tal modelo considera os seguintes aspectos: arquitetura de *software*, recursos de codificação e gravação, auto-aprendizagem, categorias de automação e qualidade dos *logs*. As plataformas estudadas foram: *Automation Anywhere*, *AssistEdge*, *GIANT*, *Kryon*, *Rapise*, *TagUI*, *UiPath*, *VisualCron*, *WinAutomation* e *WorkFusion*.

Além disso, (Gupta; Rani; Dixit, 2019) também apresenta um estudo das plataformas de RPA. Ao total, foram levantadas 17 plataformas e destacadas as principais características de cada uma. Também foi explicitado se essas plataformas possuem suporte a alguma versão gratuita.

Paralelamente (RIBEIRO, 2021) realizam um estudo das plataformas RPA com suporte à IA. o foco do trabalho do autor está em avaliar os benefícios da combinação de tecnologias aos processos dentro da Indústria 4.0. As plataformas estudadas foram: *AssistEdge*, *Automagica*, *Automation Anywhere*, *Kofax*, *UiPath* e *WinAutomation*.

Ademais (EGGER, 2020) desenvolvem um modelo de dados que descreve a estrutura e a relação dos robôs com processos comerciais. Para isso, analisou as plataformas *Automation Anywhere*, *UiPath* e *Blue Prism* e os diferentes atributos de *logs* gerados pelos robôs.

Por fim (HOFMANN; SAMP; URBACH, 2020) revisam a literatura sobre RPA para propor de forma holística e estruturada suas principais características: tratamento de dados, integração de sistemas e melhoria de processos. Para isso, também realizam uma análise de três plataformas: *Kryon*, *UiPath* e *WorkFusion*.

Assim, depois de revisar os trabalhos relacionados, é importante apontar que o diferencial deste trabalho se encontra no levantamento de plataformas que considera uma perspectiva acadêmica e industrial ao estudar as diferentes plataformas de RPA. Assim,

este trabalho contribuiu não somente para um comparativo das plataformas, mas também para evidenciar se existe um alinhamento entre as plataformas adotadas na academia e na indústria.

2.6 Resumo do Capítulo

O capítulo de fundamentação teórica foi introduzido por um comparativo entre BPM e RPA. O contraste revelou que RPA é uma técnica de BPM que atua de forma pontual nos processos, propondo a sua automatização por robôs de *software*. Enquanto BPM atua no gerenciamento de múltiplos processos, propondo melhorias nos fluxos de trabalho ponta a ponta. Entretanto, apesar de serem tecnologias diferentes, elas podem ser utilizadas em conjunto.

Em seguida, explicitou-se que utilização de RPA retorna benefícios envolvendo eficiência operacional, qualidade de serviço, facilidade de implementação, integração, gerenciamento de risco e conformidade. Além disso, é uma tecnologia recomendada para ambientes que possuem um elevado volume de operações, repetitivas e baseadas em regras. Por outro lado, RPA enfrenta dificuldades em aplicações cujo ambiente é virtualizado, além de possuir dependência de dados estruturados.

Logo após, o ciclo de vida de RPA e suas foram apresentados. A fase de análise estuda a viabilidade de automatizar um processo. A fase de modelagem documenta as informações de cada processo através de uma notação para modelagem de processos. A fase de desenvolvimento envolve a criação do código de automação. A fase de testes refere-se à validação dos robôs em um ambiente de testes. A fase implementação envolve o acionamento dos robôs para a execução no ambiente de produção. E a fase de monitoramento consiste no supervisionamento das atividades executadas pelos robôs.

Ao estudar os componentes das plataformas de RPA, foi identificada a existência de um ambiente de desenvolvimento, um orquestrador e um ambiente de execução. O ambiente de execução refere-se ao local onde os robôs são desenvolvidos e testados na plataforma. O orquestrador controla, monitora e aciona os robôs. Enquanto o ambiente de execução relaciona-se a operação dos robôs em produção.

Por fim, através dos trabalhos relacionados, explicitou-se que poucos artigos científicos abordam estudam as plataformas de RPA. Através da nossa busca na literatura, foram identificados sete (7) trabalhos que comparam plataformas, enquanto outros quatorze (14) apenas citam plataformas.

3 ANÁLISE COMPARATIVA DAS PLATAFORMAS DE *SOFTWARE* COM BASE EM RPA

A primeira etapa da metodologia definida neste trabalho refere-se à análise comparativa das plataformas de *software* com base em RPA. Sendo assim, o objetivo do capítulo é identificar as principais plataformas de RPA e realizar um comparativo entre elas. Para isso, o capítulo é dividido em duas seções principais: i) o levantamento das plataformas de RPA, e o ii) comparativo das plataformas de RPA.

3.1 Levantamento das Plataformas de RPA

O levantamento das plataformas de RPA coleta informações de quais são as plataformas mais utilizadas conforme um estudo da literatura e uma análise de mercado realizada no presente trabalho. O objetivo é identificar se existe alinhamento desses resultados, ou seja, evidenciar se as plataformas de RPA utilizadas na academia são as mesmas plataformas utilizadas na indústria. Além disso, os resultados desse levantamento são utilizados para selecionar as plataformas para o comparativo apresentado na Seção 3.2.

3.1.1 Estudo da Literatura

Para realizar a pesquisa bibliográfica das plataformas de RPA na literatura, foi definido um protocolo de busca que inclui os seguintes itens: bibliotecas de busca, palavras chave, idioma, ano de publicação, critério de seleção, critério de exclusão e data de pesquisa. Tal protocolo de foi inspirado nas revisões sistemáticas da literatura apresentadas em (KITCHENHAM, 2009) e (WEWERKA; REICHERT, 2020). Por conseguinte, os itens selecionados com seu detalhamento é apresentado a seguir.

1. **Bibliotecas de Busca:** *ACM, IEEE, Science Direct e Scopus.*
2. **Palavras Chave:** *Robotic Process Automation Tools, Robotic Process Automation Platforms e Robotic Process Automation Vendors.*
3. **Idioma:** Artigos publicados em Inglês.
4. **Ano de Publicação:** Por RPA ser uma área recente, nenhuma restrição de ano foi definida.

5. **Critério de Seleção:** Artigos que citam ou comparam as plataformas de RPA.
6. **Critério de Exclusão:** Artigos que citam apenas uma plataforma de RPA de forma comercial.
7. **Data da Pesquisa:** Entre os dias 1 e 9 de de Março de 2021 os artigos foram buscados e selecionados. No dia 10 de Março de 2021 a busca foi refeita, validando que a pesquisa retornou os mesmos resultados.

Como resultado do protocolo de busca descrito, em número de artigos, a biblioteca *ACM* retornou dois (2) resultados, a *IEEE* retornou oito (8), a *Science Direct* retornou cinco (5) e a *Scopus* retornou quinze (15) - totalizando trinta (30) artigos. Entretanto, nove (9) desses trinta (30) artigos se repetiram entre as bibliotecas, restando assim, vinte e um (21) artigos únicos selecionados. A Tabela 3.1 reúne essas informações e apresenta o número de artigos encontrados em cada biblioteca digital e o total de artigos selecionados ao desconsiderar os duplicados.

Tabela 3.1: Resultado das buscas nas bibliotecas digitais.

	<i>ACM</i>	<i>IEEE</i>	<i>Science Direct</i>	<i>Scopus</i>	Total (sem duplicados)
Artigos Publicados	2	8	5	15	21

Fonte: Os Autores.

Desses vinte e um (21) artigos, nenhum deles cita apenas uma plataforma de RPA. Isso acontece devido ao critério de exclusão que foi criado para evitar parcialidade comercial. Além disso, sete (7) dos vinte deles se encaixam no critério de inclusão que contempla os artigos que realizam uma análise comparativa entre plataformas de RPA. São eles: (Issac; Muni; Desai, 2018), (Enríquez, 2020), (AGOSTINELLI; MARRELLA; MECCELLA, 2019), (Gupta; Rani; Dixit, 2019), (RIBEIRO, 2021), (EGGER, 2020) e (HOFMANN; SAMP; URBACH, 2020).

Ademais, os outros quatorze (14) atendem ao critério de inclusão dos artigos que apenas citam plataformas sem realizar um comparativo explícito entre elas. Por exemplo: "As plataformas de RPA são..." e "São exemplos de plataformas de RPA...". Esse critério foi adicionado para expandir a base científica do trabalho. Os artigos encontrados foram: (CERNAT; STAIKU; STEFANESCU, 2020), (CHACÓN-MONTERO; JIMÉNEZ-RAMÍREZ; ENRÍQUEZ, 2019), (Nunes; Leite; Pedrosa, 2020), (Yatskiv; Yatskiv; Vasylyk, 2020), (Ma, 2019), (Martins, 2020), (Sutipitakwong; Jamsri, 2020), (KOKINA; BLANCHETTE, 2019), (SYED, 2020), (HUANG; VASARHELYI, 2019), (ASQUITH; HORS-

MAN, 2019), (LENO, 2019), (LENO, 2020), (PATIL; MANE; PATIL, 2019).

A Tabela 3.2 apresenta as plataformas de RPA encontradas no artigos, o número de artigos que as citam, e em quais artigos elas foram citadas. Ao todo, foram identificadas 29 plataformas diferentes que estão ordenadas em ordem decrescente com relação ao número de artigos que as citam.

Por conseguinte, foi constatado que as plataformas: *UiPath*, *Automation Anywhere* e *Blue Prism* se destacaram por serem as três mais utilizadas entre os artigos analisados. Do total de 21 artigos, a *UiPath* foi citada em dezenove (19) deles, a *Automation Anywhere* foi citada em dezesseis (16) deles, e a *Blue Prism* foi citada em quinze (15) artigos. Em seguida aparecem a *EdgeVerve*, *Workfusion*, *Kryon Systems*, *Softomotive*, *Pegasystems*, *Kofax* e *NICE* dentro das dez plataformas mais frequentes nos artigos selecionados.

Tabela 3.2: Plataformas de RPA nas bibliotecas digitais.

Plataformas	Número de artigos	Citada por
UiPath	19	(CERNAT; STAICU; STEFANESCU, 2020),(CHACÓN-MONTERO; JIMÉNEZ-RAMÍREZ; ENRÍQUEZ, 2019),(Issac; Muni; Desai, 2018), (Nunes; Leite; Pedrosa, 2020), (Yatskiv; Yatskiv; Vasylyk, 2020),(Enríquez, 2020),(Ma, 2019),(Martins, 2020),(KOKINA; BLANCHETTE, 2019), (SYED, 2020), (RIBEIRO, 2021), (HUANG; VASARHELYI, 2019), (ASQUITH; HORSMAN, 2019),(EGGER, 2020),(LENO, 2019), (AGOSTINELLI; MARRELLA; MECCELLA, 2019), (LENO, 2020), (HOFMANN; SAMP; URBACH, 2020), (PATIL; MANE; PATIL, 2019)

Continua na próxima página

Tabela 3.2 – continuação da página anterior

Plataformas	Número de artigos	Citada por
Automation Anywhere	16	(CERNAT; STAICU; STEFANESCU, 2020),(Issac; Muni; Desai, 2018), (Yatskiv; Yatskiv; Vasylyk, 2020),(Enríquez, 2020),(Ma, 2019),(Martins, 2020),(KOKINA; BLANCHETTE, 2019), (SYED, 2020),(RIBEIRO, 2021), (HUANG; VASARHELYI, 2019), (ASQUITH; HORSMAN, 2019),(EGGER, 2020),(LENO, 2019), (AGOSTINELLI; MARRELLA; MECCELLA, 2019), (LENO, 2020), (PATIL; MANE; PATIL, 2019)
Blue Prism	15	(CERNAT; STAICU; STEFANESCU, 2020),(CHACÓN-MONTERO; JIMÉNEZ-RAMÍREZ; ENRÍQUEZ, 2019), (Issac; Muni; Desai, 2018), (Nunes; Leite; Pedrosa, 2020),(Yatskiv; Yatskiv; Vasylyk, 2020),(Enríquez, 2020), (Ma, 2019),(Martins, 2020),(Sutipitakwong; Jamsri, 2020),(KOKINA; BLANCHETTE, 2019), (SYED, 2020), (HUANG; VASARHELYI, 2019), (ASQUITH; HORSMAN, 2019),(EGGER, 2020), (PATIL; MANE; PATIL, 2019)

Continua na próxima página

Tabela 3.2 – continuação da página anterior

Plataformas	Número de artigos	Citada por
EdgeVerve (AssistEdge)	9	(CERNAT; STAICU; STEFANESCU, 2020), (Enríquez, 2020), (RIBEIRO, 2021), (SYED, 2020), (AGOSTINELLI; MARRELLA; MECELLA, 2019), (PATIL; MANE; PATIL, 2019), (RIBEIRO, 2021), (AGOSTINELLI; MARRELLA; MECELLA, 2019), (Enríquez, 2020)
Workfusion	9	(CHACÓN-MONTERO; JIMÉNEZ-RAMÍREZ; ENRÍQUEZ, 2019),(CERNAT; STAICU; STEFANESCU, 2020),(Issac; Muni; Desai, 2018),(Gupta; Rani; Dixit, 2019), (Enríquez, 2020),(Martins, 2020),(SYED, 2020),(AGOSTINELLI; MARRELLA; MECELLA, 2019), (HOFMANN; SAMP; URBACH, 2020), (PATIL; MANE; PATIL, 2019)
Kryon Systems	7	(CERNAT; STAICU; STEFANESCU, 2020), (Issac; Muni; Desai, 2018), (Gupta; Rani; Dixit, 2019), (Enríquez, 2020), (SYED, 2020), (AGOSTINELLI; MARRELLA; MECELLA, 2019), (HOFMANN; SAMP; URBACH, 2020)

Continua na próxima página

Tabela 3.2 – continuação da página anterior

Plataformas	Número de artigos	Citada por
Softomotive (WinAutomation)	6	(CERNAT; STAICU; STEFANESCU, 2020), (Enríquez, 2020), (SYED, 2020), (Sutipitakwong; Jamsri, 2020),(RIBEIRO, 2021),(AGOSTINELLI; MARRELLA; MECELLA, 2019)
Pegasystems	5	(Gupta; Rani; Dixit, 2019),(Enríquez, 2020), (Sutipitakwong; Jamsri, 2020),(SYED, 2020), (PATIL; MANE; PATIL, 2019)
Kofax	4	(CERNAT; STAICU; STEFANESCU, 2020), (Gupta; Rani; Dixit, 2019), (Enríquez, 2020),(RIBEIRO, 2021)
NICE	4	(Gupta; Rani; Dixit, 2019), (Enríquez, 2020),(SYED, 2020), (PATIL; MANE; PATIL, 2019)
Redwood Software	4	(Gupta; Rani; Dixit, 2019), (Issac; Muni; Desai, 2018),(Enríquez, 2020), (SYED, 2020)
Contextor	3	(Gupta; Rani; Dixit, 2019), (Enríquez, 2020), (SYED, 2020)
Advanced Systems Concepts	2	(Enríquez, 2020),(Martins, 2020)
G1ANT	2	(Gupta; Rani; Dixit, 2019), (AGOSTINELLI; MARRELLA; MECELLA, 2019)
VisualCron	2	(Gupta; Rani; Dixit, 2019), (AGOSTINELLI; MARRELLA; MECELLA, 2019)
Another Monday	1	(Gupta; Rani; Dixit, 2019)

Continua na próxima página

Tabela 3.2 – continuação da página anterior

Plataformas	Número de artigos	Citada por
AntWorks	1	(Gupta; Rani; Dixit, 2019)
Automagica	1	(RIBEIRO, 2021)
Automation Edge	1	(Gupta; Rani; Dixit, 2019)
Cognizant	1	(SYED, 2020)
Foxtrot	1	(Gupta; Rani; Dixit, 2019)
Inflectra	1	(AGOSTINELLI; MARRELLA; MECELLA, 2019)
Jidoka	1	(Gupta; Rani; Dixit, 2019)
Leapwork	1	(CERNAT; STAIKU; STEFANESCU, 2020)
Onvisource	1	(Gupta; Rani; Dixit, 2019)
Openconnect	1	(Gupta; Rani; Dixit, 2019)
TagUI	1	(AGOSTINELLI; MARRELLA; MECELLA, 2019)
Tricentis	1	(CERNAT; STAIKU; STEFANESCU, 2020)
Verient	1	(Gupta; Rani; Dixit, 2019)

Fonte: Os Autores.

Entretanto, é importante atentar que esse levantamento da Tabela 3.2 pode apresentar dados não atuais visto que os artigos são dos últimos três anos. Assim, através de uma busca nos *sites* de cada plataforma, foram validadas as que continuam recebendo atualizações. Como resultado, a Tabela 3.3 mostra que todas as plataformas levantadas anteriormente continuam existindo e recebendo atualizações.

Por outro lado, algumas delas foram adquiridas por outras empresas. São elas: *Contextor* adquirida em 2018 pela *SAP*; a *Jidoka* adquirida em 2020 pela *Appian*; a *Openconnect* adquirida em 2019 pela *ActiveOps*; e a *Softmotive* adquirida em 2020 pela *Microsoft*. Assim, nota-se que grandes empresas multinacionais, como a *Microsoft* e *SAP*, começaram a investir em RPA nos últimos três anos. Esses resultados, aliados ao fato de que todas as vinte e nove (29) plataformas identificadas nos artigos continuam existindo e recebem atualizações, evidenciam que o segmento de RPA está em alta - assim como apresentado anteriormente na Subseção 1.1 que aponta RPA como o segmento que mais

crece entre as organizações (Grand View Research, 2020).

Tabela 3.3: Informações sobre as atualizações das plataformas de RPA.

Plataforma	Atualizações
Advanced Systems Concepts	✓
Another Monday	✓
AntWorks	✓
Automagica	✓
Automation Anywhere	✓
Automation Edge	✓
Blue Prism	✓
Cognizant	✓
Contextor	Adquirida e mantida pela SAP
EdgeVerve	✓
Foxtrot	✓
G1ANT	✓
Inflectra	✓
Jidoka	Adquirida e mantida pela Appian
Kofax	✓
Kryon Systems	✓
Leapwork	✓
NICE	✓
Onvisource	✓
Openconnect	Adquirida e mantida pela ActiveOps
Pegasystems	✓
Redwood Software	✓
Softmotive (WinAutomation)	Adquirida e mantida pela Microsoft
TagUI	✓
Tricentis	✓
UiPath	✓
Verint	✓
Visual Cron	✓
WorkFusion	✓

Fonte: Os Autores.

3.1.2 Análise de Mercado

Para realizar a análise de mercado e obter a visão da indústria quanto às plataformas de RPA mais utilizadas, nosso trabalho considera os resultados da pesquisa realizada pelo (Gartner, 2020b). Os autores em (BRESCIANI, 2021) apontam que os gráficos desenvolvidos pelo instituto são amplamente utilizados pelas organizações no apoio à tomada de decisões. Posto isso, a justificativa de utilização desses resultados para este trabalho está na dimensão e completude de suas pesquisas.

Os resultados apresentados pelo *Gartner* podem ser visualizados na Figura 3.1 com o quadrante mágico de RPA. Nele, estão presentes as plataformas de RPA que mais se destacaram na indústria em 2020, divididas em quatro grupos: *líderes*, *desafiantes*, *visionárias* e *competidoras de nicho*.

Figura 3.1: Quadrante Mágico para RPA.



Fonte: (Gartner, 2020b).

Observa-se que as plataformas *líderes* são: *UiPath*, *Automation Anywhere*, *Blue Prism* e *Workfusion*; as *desafiantes* são: *NICE*, *EdgeVerve Systems* e *Kofax*; as *visionários* são: *Microsoft*, *Pegasystems* e *Servicetrace*; e as *competidoras de nicho* são: *Samsung SDS*, *NTT*, *HelpSystems*, *SAP*, *AntWorks* e *Jacada*.

O *Gartner* define que o posicionamento das plataformas de RPA em cada grupo do quadrante mágico é dado por dois fatores: *Compleitude de Visão* e *Capacidade de Execução* (Gartner, 2019). A *Compleitude de Visão* avalia o alinhamento da plataforma com o mercado de RPA. Para isso, os critérios considerados são: compreensão de mercado, estratégia de abordagem, estratégia de indústria, estratégia de *marketing*, estratégia de vendas, inovação, modelo de negócios e posição geográfica. A Tabela 3.4 reúne o detalhamento dos critérios descritos.

Tabela 3.4: Descrição dos critérios de Compleitude de Visão.

Critério	Detalhamento
Compreensão de Mercado	Avalia o atendimento das necessidades dos usuários nos serviços da plataforma.
Estratégia de Abordagem	Avalia a forma que a plataforma é desenvolvida e distribuída.
Estratégia de Indústria	Avalia como a plataforma planeja e atinge seu público alvo.
Estratégia de <i>Marketing</i>	Avalia o investimento da plataforma em campanhas publicitárias.
Estratégia de Vendas	Avalia as práticas adotadas para desenvolver e renovar usuários.
Inovação	Avalia o investimento em pesquisa para melhorar as funcionalidades da plataforma.
Modelo de Negócios	Avalia como a plataforma propõe sua estratégia de negócios.
Posição Geográfica	Avalia a distribuição das plataformas nas regiões geográficas mais importantes do mercado de RPA.

Fonte: Adaptado de (Gartner, 2019).

Por outro lado, a *Habilidade de Execução* avalia a entrega dos serviços da plataforma de RPA. Nesse contexto, os critérios de avaliação são: execução de *marketing*, experiência do consumidor, operações, produtos e serviços, responsividade ao mercado, vendas e precificação e viabilidade. A Tabela 3.5 apresenta a explicação de cada um desses critérios.

Tabela 3.5: Descrição dos critérios de Habilidade de Execução.

Critério	Detalhamento
Execução de <i>Marketing</i>	Avalia qualitativamente a divulgação da plataforma no mercado de RPA.
Experiência do Consumidor	Avalia a satisfação dos usuários com a plataforma.
Operações	Avalia a habilidade da plataforma de cumprir seu propósito.
Produtos e Serviços	Avalia os serviços e funcionalidades oferecidos pela plataforma.
Vendas e Precificação	Avalia as estratégias de vendas e definição de preços.
Responsividade ao Mercado	Avalia a adaptabilidade da plataformas à situações inesperadas do mercado de RPA.
Viabilidade	Avalia a relação entre custo de implementação e resultados oferecidos pela plataforma.

Fonte: Adaptado de (Gartner, 2019).






















Na prática, essa divisão em grupos significa que as *líderes* em RPA apresentam um grande conhecimento das necessidades dos usuários e dominam o mercado. As *desafiantes* em RPA são aquelas que apesar de possuírem avaliação positiva nos serviços entregues, ainda não estão consolidados no mercado. Além disso, as *visionárias* em RPA são as que apresentam uma boa visão do mercado mas ainda possuem dificuldades na qualidade de entrega de seus serviços. Por fim, as competidoras de nicho são aquelas que foram avaliados positivamente somente em um nicho específico e estão em crescimento. (BRESCIANI, 2021).

Portanto, nota-se que, segundo a análise de mercado, as quatro (4) plataformas que mais se destacaram segundo os eixos de *Compleitude de Visão* e *Capacidade de Execução*, foram: *UiPath*, *Automation Anywhere*, *BluePrism* e *Workfusion*. Onde a *UiPath*, *Automation Anywhere* e *BluePrism* configuram as três (3) que receberam melhor avaliação (Gartner, 2020a).

De forma complementar, a Figura 3.2 expande as informações do estudo realizado pelo *Gartner* para essas plataformas e revela os resultados de avaliação e de recomendação. A avaliação considerou um intervalo entre 1 e 5, onde a *UiPath* foi avaliada em 4,6 com 93% de recomendação, a *Automation Anywhere* em 4,5 com 85% de recomendação

e a *Blue Prism* em 4,4 com 83% de recomendação.

Figura 3.2: Análise de Mercado para a *Automation Anywhere*, *Blue Prism* e *UiPath*.

	 Automation Anywhere	 Blue Prism	 UiPath
Avaliação geral	4,5 ★★★★★ (1.032 resenhas)	4,4 ★★★★★ (508 resenhas)	4,6 ★★★★★ (1538 resenhas)
Classificações	5 estrelas  52% 4 estrelas  42% 3 estrelas  5% 2 estrelas  0% 1 estrela  0%	5 estrelas  46% 4 estrelas  45% 3 estrelas  8% 2 estrelas  0% 1 estrela  0%	5 estrelas  63% 4 estrelas  35% 3 estrelas  2% 2 estrelas  0% 1 estrela  0%
Vontade de recomendar	85% sim 	83% sim 	93% sim 

Fonte: (Gartner, 2020a)

3.2 Comparativo das Plataformas de RPA

Após o levantamento de plataformas realizado, esta seção apresenta uma análise comparativa entre as plataformas de RPA. Para isso, são selecionadas as três mais utilizadas pela academia e pela indústria, ou seja: *UiPath*, *Automation Anywhere* e *BluePrism*.

Os fatores foram selecionados através da leitura dos trabalhos relacionados em (Isaac; Muni; Desai, 2018), (AGOSTINELLI; MARRELLA; MECCELLA, 2019) e (ANAGNOSTE, 2017). Nesses trabalhos, os autores realizaram um comparativo considerando características de arquitetura e implementação das plataformas de RPA (ex.: arquitetura cliente-servidor, arquitetura baseada em *web*, desenvolvimento por *interface*, desenvolvimento por *script*, gravação, robôs assistidos e robôs não-assistidos).

O nosso trabalho também compara essas características, entretanto, como diferencial, incluímos novos fatores (ex.: atualizações, automação inteligente, fórum aberto, integração, treinamentos, versão gratuita e versão de testes) que elegemos como importantes para o usuário das plataformas de RPA.

No total, quatorze (14) fatores comparativos foram selecionados. Os sete (7) primeiros podem ser identificados na literatura. Os outros sete (7) foram definidos pelos autores. A validação das informações relativas aos quatorze (14) fatores foi realizada

através da leitura na documentação das plataformas de RPA analisadas (UiPath, 2021), (Automation Anywhere, 2021) e (Blue Prism, 2021). No caso dos fatores previamente estudados na literatura, buscamos confirmar o que os autores apontaram anteriormente para manter as informações atualizadas. A descrição desses fatores, assim como a informação de suporte ou não pela plataforma, é apresentada a seguir.

1. **Arquitetura Cliente-Servidor:** Este fator identifica a arquitetura suportada pela plataforma. Assim, configura-se como uma arquitetura cliente-servidor as plataformas que possuem a figura de um cliente e de um servidor conectados dentro de uma rede. Nesse caso, os clientes são os ambientes de desenvolvimento e execução - ou seja, os robôs que estão em implementação e os robôs que estão em produção. E o servidor é representado pelo orquestrador, que gerencia a automação dos processos através de requisições dos clientes robôs. Essa arquitetura é o modelo tradicional de operação das plataformas de RPA. Com relação às plataformas em análise, a *Automation Anywhere* e a *Blue Prism* apresentam arquitetura cliente-servidor.
2. **Arquitetura baseada em Web:** Este fator refere-se às plataformas de RPA que apresentam uma arquitetura baseada em *web*. Nesse caso, não existe as figuras de um cliente e de um servidor. Como consequência, as interações entre dos ambientes de desenvolvimento e de execução com o orquestrador são integradas em um fluxo de trabalho que é executado na *web*. Ou seja, o orquestrador é uma aplicação *web* que não depende de instalação em um servidor. Sendo assim, a comunicação do fluxo de trabalho é realizada através do protocolo HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*). Considerando as plataformas analisadas neste comparativo, somente a *UiPath* apresenta uma arquitetura baseada em *web*.
3. **Desenvolvimento por Interface:** Este fator refere-se a implementação dos robôs de RPA. Assim, ele indica se os robôs podem ser implementados através de uma *interface*. Nesse caso, as tarefas são implementadas através de blocos que se relacionam entre si, criando um fluxo de trabalho das ações dos robôs. O conceito do desenvolvimento por *interface* funciona como a programação em blocos. Isto é, uma linguagem visual com a função de *drag-and-drop* (em português, arrastar-e-soltar) blocos que substituem a programação tradicional sem exigir conhecimentos de codificação (BAK; CHANG; CHOI, 2020). Portanto, a principal vantagem do desenvolvimento por *interface* é permitir que os usuários não proficientes em programação possam implementar robôs com maior facilidade. Para esse fator, as três plataformas *UiPath*, *Automation Anywhere* e *Blue Prism* suportam o desenvolvi-

mento por *interface*.

4. **Desenvolvimento por Script:** Este fator também refere-se a implementação dos robôs de RPA. Ou seja, a plataforma suporta o desenvolvimento por *script* se ela oferece uma interface por linha de comando ou programação de robôs durante a fase de desenvolvimento. A vantagem de utilizar código para definir as tarefas executadas pelo robô, é a possibilidade de definir tarefas customizadas que não estão disponíveis por padrão nos blocos da *interface*. Nesse caso, as três plataformas *UiPath*, *Automation Anywhere* e *Blue Prism* apresentaram suporte para este critério.
5. **Gravação:** Este fator indica se as ações humanas executadas dentro da plataforma de RPA podem ser registradas, ou seja se a plataforma suporta a gravação de *macros*. Essa funcionalidade é importante pois ela acelera a fase de implementação. Isso acontece pois, com a gravação, é possível salvar sequências de tarefas humanas executadas, e posteriormente repassá-las para um robô. Assim, não é necessário configurar as regras manualmente pois o robô pode aprendê-las através da gravação. Assim, ao analisar este critério, a *Blue Prism* é a única a não suportar macros para registro de comandos sequenciais, enquanto a *UiPath* e *Automation Anywhere* suportam.
6. **Robôs Assistidos:** Este fator relaciona-se com a fase de desenvolvimento. Aqui, é avaliado se a plataforma possui a funcionalidade de implementação de robôs assistidos, ou seja, robôs que necessitam da interação humana. As informações obtidas para esse critério revelam que as plataformas *UiPath*, *Automation Anywhere* e *Blue Prism* suportam robôs assistidos. É válido ressaltar que, para este fator, revalidamos o que está documentado nos artigos pois a **Blue Prism** passou a suportar robôs assistidos em janeiro de 2020.
7. **Robôs Não-Assistidos:** Este fator também está relacionado com a fase de desenvolvimento. Entretanto, nesse caso é levantada a informação de suporte à implementação de robôs não-assistidos, ou seja, robôs que são independentes e não necessitam de intervenção manual. Tais robôs são os tradicionais das plataformas de RPA pois são ideia para tarefas de *back-office*. Assim, como resultado da avaliação desse critério, observou-se que todas as três plataformas em análise suportam robôs não assistidos.
8. **Atualizações:** Este fator comparativo indica se a plataforma continua recebendo manutenções para manter o seu *software* atualizado. O objetivo desse fator é identificar se a plataforma continua recebe atualizações ou encontra-se estagnada. Para

esse fator, as três plataformas *UiPath*, *Automation Anywhere* e *Blue Prism* estão disponibilizando novas versões em seus *softwares*, mantendo-se assim, atualizadas.

9. **Automação Inteligente:** Este fator investiga se plataforma possui o suporte a alguma funcionalidade de IA que trabalham em conjunto com RPA. Foram consideradas funcionalidades de IA técnicas de: aprendizado de máquina (MARTINS, 2020), mineração de processos (KETKAR; GAWADE, 2021), visão computacional (REDMON, 2016) ou processamento de linguagem natural (LING; GAO; WANG, 2020). Por exemplo, robôs que interagem com telas dinâmicas, suporte para *chatbots*, robôs com habilidade de autoaprendizagem, dentre outros. Como resultado, as três plataformas foram avaliadas positivamente neste critério.

Entretanto, nota-se que a avaliação desse critério possui limitações. Diversas técnicas de IA podem ser aplicadas em RPA, mas nossa avaliação aponta somente a existência de pelo menos uma. Portanto, seria necessário um estudo mais detalhado que analisasse as técnicas de IA existentes nas plataformas de RPA, e incluísse uma avaliação qualitativa através de um estudo de caso. Todavia, é válido ressaltar que a nossa indicação sobre existência de alguma solução de automação inteligente, evidencia que as plataformas de RPA em análise investem na integração das tecnologias de IA e RPA.

10. **Fórum Aberto:** Este fator tem como objetivo analisar a comunidade das plataformas de RPA. Aqui, é investigado se as plataformas possuem, além de suas comunidades internas, um fórum de discussão aberto. Tal critério é importante pois os fóruns de discussão são espaços coletivos para a troca de conhecimentos e esclarecimento de dúvidas. Logo, é analisado se a plataforma contribui externamente para a comunidade de RPA como um todo. Para esse fator, as três plataformas *UiPath*, *Automation Anywhere* e *Blue Prism* oferecem um fórum aberto.
11. **Integração:** Este fator investiga se a plataforma oferece a possibilidade de integração com outros sistemas. Tal informação é relevante pois, o funcionamento de uma aplicação que está sendo automatizada pode depender dessa integração. Logo, é um critério que se relaciona com a fase de análise e influencia na viabilidade de automação de um processo. Como resultado da análise deste fator, é possível afirmar que as três plataformas (*UiPath*, *Automation Anywhere* e *Blue Prism*) possibilitam a comunicação com outros *softwares* via interface de programação de aplicativos (API - *Application Programming Interface*).
12. **Treinamentos:** Este fator tem como objetivo obter as informações de treinamentos

que as plataformas oferecem. Além disso, investigamos se a plataforma disponibiliza cursos e suporte para obtenção de certificações. Não foi considerado se esses treinamentos, cursos e certificações são pagos. Dessa forma, ao analisar esses critérios, é possível evidenciar se a plataforma oferece métodos para diminuir a curva de aprendizagem que seus usuários enfrentam. Para este fator, tanto a *UiPath*, quanto a *Automation Anywhere* e a *Blue Prism* oferecem treinamentos e certificações para seus usuários.

13. **Versão Gratuita:** Por fim, os dois últimos critérios buscam obter informações das versões de *software* que as plataformas oferecem além da licenciada ou paga. No caso deste critério, é avaliado se a plataforma possui uma versão gratuita (também chamada de edição comunitária). Sendo assim, a *Blue Prism* configura-se como a única plataforma a não oferecer uma versão gratuita. Tanto a *UiPath* quanto a *Automation Anywhere* possuem uma versão gratuita. Entretanto, é importante salientar para essas duas plataformas, a versão gratuita é para fins educacionais, não sendo permitida a utilização para fins comerciais.
14. **Versão de Testes:** Quanto ao último fator comparativo, é feita uma pesquisa se as plataformas possuem uma versão de testes. A versão de testes se diferencia da gratuita por ser versão com um prazo de validade. Geralmente ela é disponibilizada com o objetivo de atrair usuários que desejam fazer uma avaliação da plataforma antes de adquirir a versão licenciada. No caso das plataformas que estão em análise, todas elas têm uma versão de testes disponível através de preenchimento de formulário nos *sites* das plataformas. Considerando o prazo de validade, a *UiPath* é válida por 60 dias, a *Automation Anywhere* por 30 dias e a *Blue Prism* por 30 dias.

Os resultados do comparativo são apresentados na Tabela 3.6. A tabela resume as informações discutidas sobre os critérios suportados pelas das plataformas *UiPath*, *Automation Anywhere* e *Blue Prism*, indicando se a característica faz parte ou não da plataforma.

De forma geral, *UiPath* e *Automation Anywhere* suportam os mesmos fatores, entretanto diferem quanto à arquitetura adotada. Enquanto a *UiPath* é baseada na *web*, a *Automation Anywhere* possui arquitetura cliente-servidor. Ademais, *Blue Prism* também tem arquitetura cliente-servidor, por outro lado, apresenta limitação quanto à funcionalidade de gravação que não é suportada. Além disso, não oferece uma versão gratuita para os usuários.

Por fim, é válido ressaltar que o nosso comparativo indica apenas se uma carac-

terística é presente ou não na plataforma. Ou seja, não é uma avaliação qualitativa das funcionalidades, configurando assim, uma limitação do nosso trabalho.

Tabela 3.6: Informações sobre as Plataformas de RPA.

Critério	<i>UiPath</i>	<i>Automation Anywhere</i>	<i>Blue Prism</i>
Arquitetura Cliente-Servidor	✗	✓	✓
Arquitetura baseada na Web	✓	✗	✗
Desenvolvimento por Interface	✓	✓	✓
Desenvolvimento por Script	✓	✓	✓
Gravação	✓	✓	✗
Robôs Assistidos	✓	✓	✓
Robôs Não-Assistidos	✓	✓	✓
Atualizações	✓	✓	✓
Automação Inteligente	✓	✓	✓
Fórum Aberto	✓	✓	✓
Integração	✓	✓	✓
Treinamentos	✓	✓	✓
Versão Gratuita	✓	✓	✗
Versão de Testes	✓	✓	✓

Fonte: Os Autores.

3.3 Resumo do Capítulo

Os resultados do estudo da literatura revelam que vinte e nove (29) plataformas foram identificadas nos artigos científicos. Desse modo, as plataformas mais citadas, em ordem decrescente do número de artigos que as citam, foram: *UiPath*, *Automation Anywhere*, *Blue Prism*, *EdgeVerve*, *Workfusion*, *Kryon Systems*, *Softomotive*, *Pegasystems*, *Kofax*, *NICE*, *Redwood Software*, *Contextor*, *Advanced Systems Concepts*, *GIANT*, *VisualCron*, *Another Monday*, *AntWorks*, *Automagica*, *Automation Edge*, *Cognizant*, *Fox-trot*, *Inflectra*, *Jidoka*, *Leapwork*, *Onvisource*, *Openconnect*, *TagUI*, *Tricents* e *Verient*.

Em seguida, com os resultados da análise de mercado que considerou o quadrante mágico publicado pelo *Gartner*, dezesseis (16) plataformas foram destacadas: *UiPath*, *Automation Anywhere*, *Blue Prism*, *Workfusion*, *NICE*, *EdgeVerve Systems*, *Kofax*, *Mi-*

crosoft, Pegasystems, Servicetrace, Samsung SDS, NTT, SAP, HelpSystems, Antworks e Jacada. Dessas dezesseis (16), as três (3) com melhor avaliação de mercado foram, em ordem decrescente: *UiPath, Automation Anywhere e Blue Prism*.

Com relação ao comparativo das plataformas de RPA, quatorze (14) critérios foram selecionados. Os critérios indicam a existência das seguintes características nas plataformas: arquitetura cliente-servidor, arquitetura baseada na *web*, desenvolvimento por *interface*, desenvolvimento por *script*, gravação, robôs assistidos, robôs não-assistidos, atualizações, automação inteligente, fórum aberto, integração, treinamentos, versão gratuita e versão de testes.

Como resultado, identificamos diferenças nas arquiteturas suportadas pelas plataformas *UiPath, Automation Anywhere e Blue Prism*. Além de limitações relativas ao suporte do recurso de gravação na plataforma da *Blue Prism*, que também não disponibiliza uma versão gratuita de seu *software*.

Sendo assim, a contribuição do comparativo das plataformas de RPA refere-se à inclusão de informações relevantes para os usuários de RPA, pois, explicita as diferenças de *software* que as principais plataformas possuem e complementa o levantamento das plataformas de RPA ao apresentar um comparativo entre elas.

Por fim, é importante ressaltar que os resultados apresentados neste capítulo contribuem para comparar os resultados das perspectivas acadêmica e industrial e evidenciar que as plataformas presentes nos artigos acadêmicos estão alinhadas com as plataformas aplicadas na indústria. Dessa forma, foi possível responder a *PPI* realizada na Seção 1.2, ou seja, "Quais são as plataformas mais utilizadas na perspectiva acadêmica e industrial?"

4 AVALIAÇÃO DAS PLATAFORMAS EM RELAÇÃO ÀS FASES DO CICLO DE VIDA DE RPA

A próxima etapa da metodologia adotada por neste trabalho envolve a avaliação das plataformas em relação às fases do ciclo de vida de RPA. Para isso, um questionário *online* foi divulgado com o objetivo de coletar diferentes avaliações à respeito das plataformas e seu suporte às fases do ciclo de vida de RPA.

O questionário foi direcionado aos usuários que utilizam RPA dentro de sua organização, em pesquisa científica, ou de uma forma independente. Ou seja, o público-alvo foi restrito aos respondentes que possuíam um conhecimento prévio em RPA. Entretanto, não foi um pré-requisito que esse conhecimento tivesse relação com a experiência na academia ou na indústria, permitindo assim, a inclusão de entusiastas em RPA. Ademais, o questionário foi criado com o auxílio da ferramenta *Google Forms*, e sua divulgação foi realizada através das redes sociais dos autores. A divulgação incluiu postagens no *LinkedIn* e *Twitter*, além de *emails* para as listas dos estudantes de graduação, mestrado e doutorado de uma Universidade Pública Federal.

Além disso, as respostas foram coletadas entre o dia 08 de Abril de 2021 até o dia 14 de Abril de 2021, totalizando um período de uma semana. Para que os resultados fossem utilizados neste trabalho, a descrição do questionário explicitou que os respondentes, aos enviar suas respostas, estavam cientes que as informações seriam utilizadas para a pesquisa e divulgadas anonimamente.

4.1 Estrutura do Questionário *Online*

A estrutura do questionário foi dividida em três etapas: i) levantamento do perfil dos respondentes, ii) levantamento das plataformas de RPA mais conhecidas entre eles, e iii) avaliação de uma plataforma considerando seu suporte às fases do ciclo de vida de RPA.

A primeira parte do questionário *online* tem como objetivo reunir informações quanto ao perfil dos respondentes. A Figura 4.1 evidencia as perguntas elaboradas para essa etapa. Nota-se que as perguntas tem como objetivo coletar informações tanto do perfil pessoal quanto do perfil profissional.

Em seguida, a segunda etapa da estrutura questionário visa levantar as plataformas

de RPA mais utilizadas pelos respondentes. Para isso, conforme exposto pela Figura 4.2, duas perguntas foram realizadas. A primeira delas questiona quais são as plataformas de RPA que o respondente utiliza ou já utilizou. Com esse resultado, é possível obter quais são as plataformas de RPA mais conhecidas entre os participantes do questionário.

Quanto à segunda pergunta, é solicitado que o respondente escolha uma única plataforma como *recomendada* considerando aquelas que possui conhecimento e sua experiência de usuário. A partir desse questionamento, é possível obter quais são as plataformas mais recomendadas entre os respondentes. O objetivo dessas duas perguntas é validar se as plataformas mais conhecidas também são as mais recomendadas.

Por fim, a terceira etapa finaliza o questionário solicitando ao respondente uma avaliação de plataforma. Para esse propósito, a plataforma de RPA selecionada como *recomendada* é avaliada considerando suporte às fases do ciclo de vida de RPA. Conforme apresentado pela Figuras 4.3 e 4.4, foi solicitada a avaliação para cada uma das fases.

O formato de avaliação para essas perguntas foi em escala linear, ou seja, o respondente deveria avaliar o nível de suporte da plataforma de RPA recomendada para as seis fases do ciclo de vida de RPA selecionando um número de 1 a 5. Onde 1 significa "Muito baixo", 2 significa "Baixo", 3 significa "Médio", 4 significa "Alto" e 5 significa "Muito Alto".

Adicionalmente, é importante ressaltar que ao solicitar que o respondente selecione apenas uma plataforma *recomendada*, o questionário restringe a próxima etapa de avaliação de plataforma a apenas seis perguntas. Essas perguntas são referentes ao nível de suporte da plataforma recomendada em relação às seis etapas do ciclo de vida de RPA.

Sendo assim, apesar dessa estratégia limitar o número de plataformas avaliadas, por outro lado ela também otimiza o tempo que os respondentes passam respondendo ao questionário. Isso significa que, caso a avaliação de múltiplas plataformas fosse permitida, os respondentes teriam que avaliar os seis critérios para mais de uma plataforma. Como resultado, diversas perguntas deveriam ser respondidas somente na etapa de avaliação, o que poderia tornar o questionário longo e prejudicar o número de participantes.

Figura 4.1: Questionário: Informações sobre o Perfil do Respondente.

Qual a sua idade? *

18-24 anos

25-34 anos

35-44 anos

45-54 anos

55 anos ou mais

Qual a sua principal conexão: setor acadêmico ou setor privado? *

Acadêmico (ex.: Professor, Pesquisador, Estudante...)

Privado (ex.: Analista de Processos, Engenheiro de Software...)

Outro: _____

Qual a sua principal ocupação? *

Analista de Processos

Engenheiro de Software

Pesquisador

Professor

Estudante de Doutorado

Estudante de Mestrado

Estudante de Graduação

Outro: _____

Quantos anos de experiência você possui com RPA? *

Nenhuma

Menos de 2 anos

Entre 2 e 4 anos

Mais de 4 anos

Como você considera o seu nível de conhecimento em RPA? *

1 2 3 4 5

Muito baixo Muito alto

Figura 4.2: Questionário: Levantamento das Plataformas de RPA.

Levantamento das Ferramentas

1) Quais ferramentas/plataformas de RPA você utiliza ou já utilizou? *

- AutomationEdge
- Automation Anywhere
- Blue Prism
- EdgeVerve (AssistEdge)
- Kofax RPA
- Kryon Systems
- NICE
- Pegasystems
- Redwood Software
- UiPath
- Workfusion
- Outro: _____

2) Dentre as ferramentas/plataformas selecionadas na questão "1", indique a que você mais recomenda: *

- AutomationEdge
- Automation Anywhere
- Blue Prism
- EdgeVerve (AssistEdge)
- Kofax RPA
- Kryon Systems
- NICE
- Pegasystems
- Redwood Software
- UiPath
- Workfusion
- Outro: _____

Fonte: Os Autores.

Figura 4.3: Questionário: Avaliação das Plataformas - Parte 1.

Avaliação de Ferramenta

Avalie a ferramenta/plataforma que você selecionou na questão "2" considerando seu o nível de suporte às fase do ciclo de vida de RPA (Análise, Modelagem (Design), Desenvolvimento, Testes, Implantação e Monitoramento).

Fase de Análise
Essa fase consiste em determinar a viabilidade de automatizar um processo. Para isso, os requisitos do cliente são levantados e com base neles é concluído se o processo pode ser automatizado ou não. Caso positivo, o grau de automação e a complexidade do processo também são levantados nesta análise.
Avalie como as funcionalidades dessa ferramenta/plataforma auxiliam na Fase de Análise.

Fase de Análise *

	1	2	3	4	5	
Baixo Suporte	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Alto Suporte

Fase de Modelagem (Design)
Essa fase consiste em documentar as informações de cada processo e representá-lo graficamente através de uma notação para modelagem de processos (ex.: BPMN, EPC). Para isso, são detalhados o conjunto de ações, os dados e as atividades que serão implementados em cada processo.
Avalie como as funcionalidades dessa ferramenta/plataforma auxiliam na Fase de Modelagem (Design).

Fase de Modelagem (Design) *

	1	2	3	4	5	
Baixo Suporte	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Alto Suporte

Fonte: Os Autores.

Figura 4.4: Questionário: Avaliação das Plataformas - Parte 2.

Fase de Desenvolvimento

Essa fase consiste no desenvolvimento das partes automatizáveis de cada processo. Para isso, os scripts e códigos de automação são criados pelos desenvolvedores considerando as informações documentadas anteriormente.

Avalie como as funcionalidades dessa ferramenta/plataforma auxiliam na Fase de Desenvolvimento.

Fase de Desenvolvimento *

	1	2	3	4	5	
Baixo Suporte	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Alto Suporte

Fase de Testes

Essa fase consiste na aplicação dos códigos desenvolvidos em seus respectivos ambientes de teste. Para isso, os robôs são testados no ambiente de pré-produção para validar como os usuários irão utilizá-los para automatizar uma tarefa específica.

Avalie como as funcionalidades dessa ferramenta/plataforma auxiliam na Fase de Testes.

Fase de Testes *

	1	2	3	4	5	
Baixo Suporte	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Alto Suporte

Fase de Implantação

Essa fase consiste na aplicação dos robôs testados em seus respectivos ambientes de produção. Para isso, os robôs são colocados em execução.

Avalie como as funcionalidades dessa ferramenta/plataforma auxiliam na Fase de Implantação.

Fase de Implantação *

	1	2	3	4	5	
Baixo Suporte	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Alto Suporte

Fase de Monitoramento

Essa fase consiste no supervisionamento e controle de desempenho das atividades executadas pelos robôs. Para isso, os robôs são monitorados, incluindo a geração de logs e estatísticas.

Avalie como as funcionalidades dessa ferramenta/plataforma auxiliam na Fase de Monitoramento.

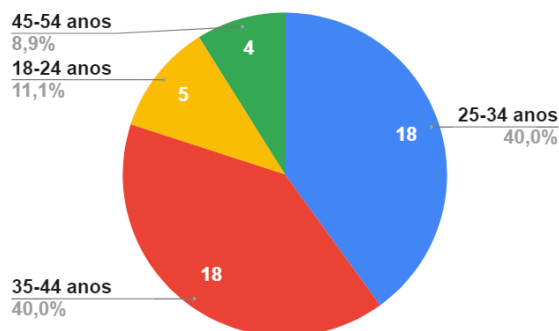
Fase de Monitoramento *

	1	2	3	4	5	
Baixo Suporte	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Alto Suporte

4.2 Respostas Coletadas pelo Questionário

Ao analisar as respostas do questionário *online*, foram coletadas no total quarenta e seis (46) respostas. Entretanto, uma delas foi descartada visto que o respondente especificou que não conhecia nenhuma plataforma de RPA. Restando assim, quarenta e cinco (45) respostas válidas. A Figura 4.5 revela que, dos quarenta e cinco respondentes (45), 40% deles possuem entre 25-34 anos e outros 40% possuem entre 35-44 anos. Os 20% restantes estão divididos entre os respondentes na faixa etária de 18-24 anos (11,1%) e 45-54 anos (8,9%). Não houveram respondentes com mais de 55 anos de idade. Portanto, nota-se que a maioria público atingido é relativamente jovem, onde 91.1% deles possuem até 44 anos.

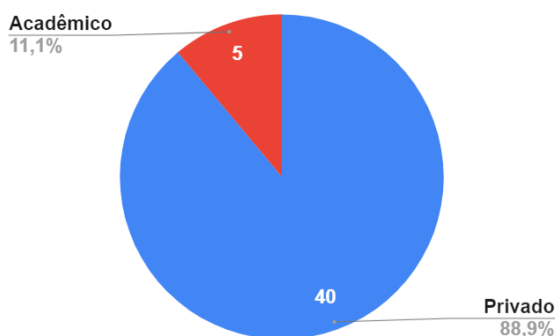
Figura 4.5: Levantamento da faixa etária dos respondentes.



Fonte: Os Autores.

Adicionalmente, conforme ilustrado pela Figura 4.6, a maioria dos respondentes (88,9%) selecionaram o setor privado como sua principal conexão. E os outros 11,1% selecionaram o setor acadêmico como sua principal conexão. Além disso, os respondentes que possuem conexão com os dois setores (por exemplo, estudantes de mestrado que possuem vínculo com alguma empresa) tiveram que eleger apenas uma das opções como sua principal conexão.

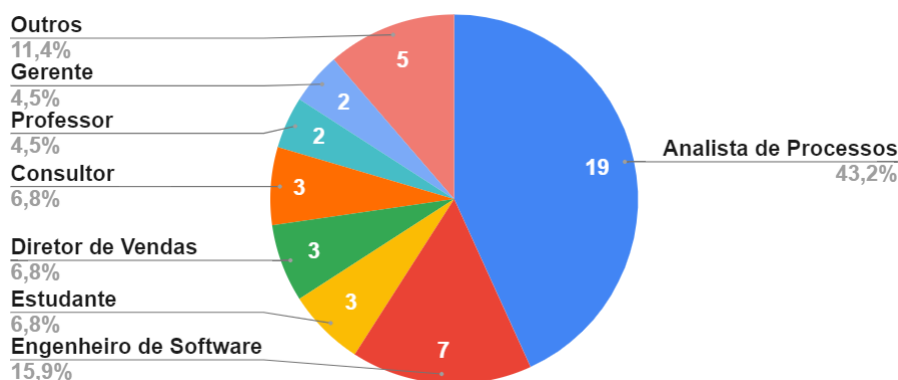
Figura 4.6: Levantamento do principal setor de conexão dos respondentes.



Fonte: Os Autores.

Através dos resultados mostrados pela Figura 4.7, nota-se que os respondentes apresentam diferentes ocupações. Cerca de 43,2% selecionaram "analista de processos" como sua principal ocupação, seguidos de 15,9% que são engenheiros de *software*. Ademais, as respostas dos estudantes de graduação, mestrado e doutorado foram agrupadas e representam 6,8% dos respondentes. Cerca de 6,8% são diretores de vendas. Outros 6,8% são consultores de RPA. Seguidos de 4,5% de professores e os mesmos 4,5% de gerentes. O restante das respostas, cerca de 11,4% , foram agrupadas no grupo de "Outros", elas incluem: um empresário, um especialista de processos, um executivo de vendas, um analista de sistemas e um cientista de dados.

Figura 4.7: Levantamento da principal ocupação dos respondentes.

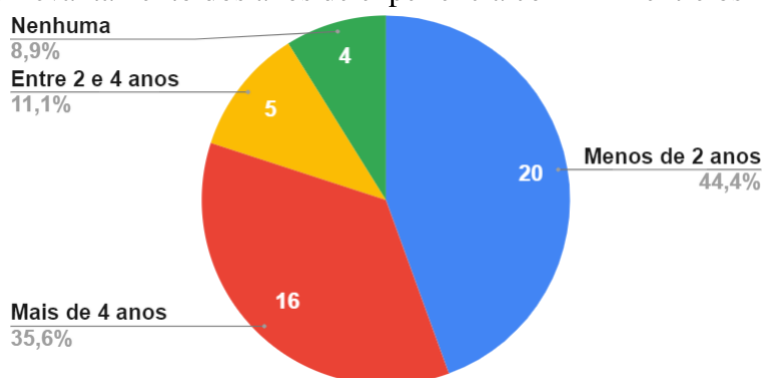


Fonte: Os Autores.

Ao analisar a experiência dos respondentes com RPA, a Figura 4.8 revela que o maior grupo, com 44,4%, possui menos de 2 anos de experiência. A expressividade desse resultado pode ser justificado pelo fato de que RPA é uma tecnologia recente - conforme observado pelo trabalho em (WEWERKA; REICHERT, 2020), RPA surgiu somente em 2015. Em seguida, aparece o grupo com mais de 4 anos de experiência, representando 35,6% dos respondentes. Adicionalmente, 11,1% possuem entre 2 e 4 anos de experiência, enquanto 8,9% não possuem experiência com a tecnologia.

É importante ressaltar que os respondentes que não possuem experiência com a tecnologia não foram descartados da pesquisa deste trabalho pois eles também responderam que já utilizaram alguma plataforma previamente. Dessa forma, é possível incluir entusiastas em RPA que apesar de não possuírem experiência acadêmica ou profissional com a tecnologia, são usuários das plataformas de forma independente.

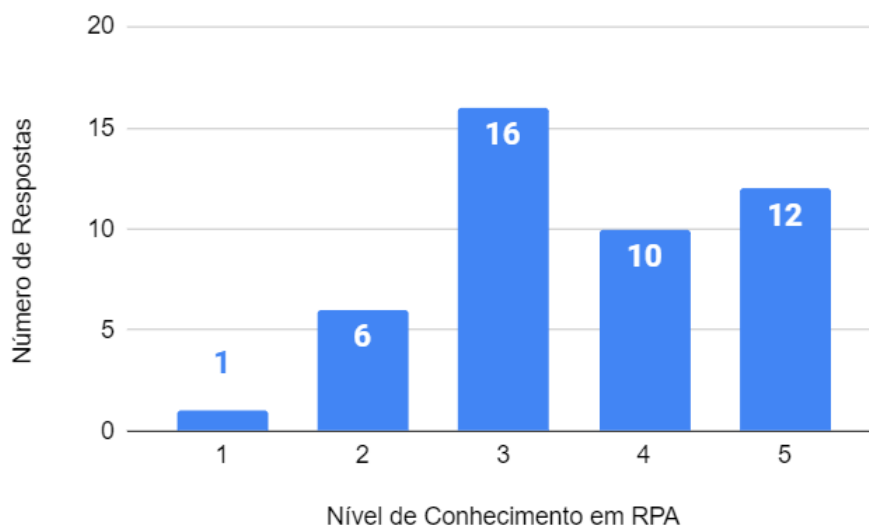
Figura 4.8: Levantamento dos anos de experiência com RPA entre os respondentes.



Fonte: Os Autores.

De forma complementar, foram coletadas respostas de como os respondentes avaliavam seu conhecimento em RPA. A Figura 4.9 ilustra que as respostas foram: uma para o nível muito baixo, duas para o nível baixo, dezesseis para o nível médio, dez para o nível alto e doze para o nível muito alto. Ao calcular a média, obtém-se um valor aproximado de 3.5. Ou seja, pode-se afirmar que o conhecimento dos respondentes do questionário em RPA está localizado entre os níveis médio e alto.

Figura 4.9: Levantamento do nível de conhecimento em RPA dos respondentes.



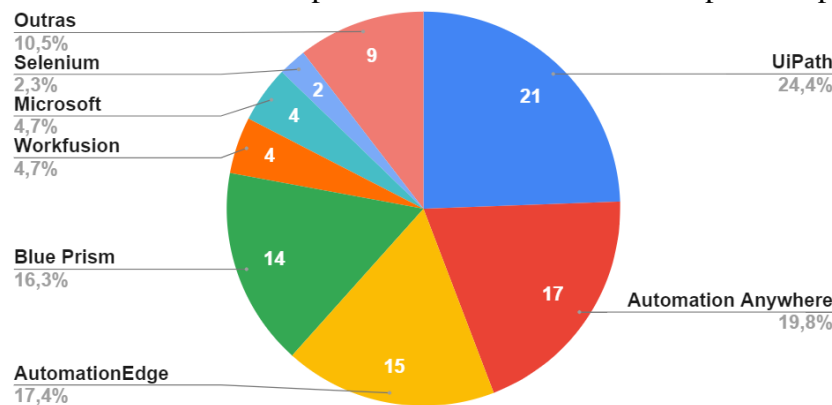
Fonte: Os Autores.

Seguindo para a segunda seção do questionário *online*, foi obtido um levantamento das plataformas de RPA mais utilizadas entre os respondentes. Assim, a Figura 4.10 traz como resultado as seguintes plataformas como as mais utilizadas, em ordem decrescente: *UiPath*, *Automation Anywhere*, *AutomationEdge*, *BluePrism*, *Workfusion*, *Microsoft* e *Selenium*. Ademais, diferentes plataformas foram citadas apenas uma vez e agrupadas em "Outras", são elas: *Automate Help System*, *Flow*, *IBM RPA*, *Kryon Systems*, *Python*, *SAP*,

Sikuli, *Supervisor* e plataforma própria não especificada.

Nota-se que esses resultados apontam *UiPath*, *Automation Anywhere*, *AutomationEdge* como as três plataformas de RPA mais utilizadas entre os respondentes. Tal constatação difere dos resultados do estudo da literatura (apresentados na Subseção 3.1.1) e dos resultados da análise de mercado (apresentado na Seção 3.1.2), isto é, a *Automation Edge* apareceu no lugar da *Blue Prism*. Essa diferença pode ser explicada pelo baixo número de respondentes, que devido à limitação na quantidade de respostas, não possuiu uma grande variação de perfis profissionais e aumenta as chances de parcialidade nos resultados encontrados.

Figura 4.10: Levantamento das plataformas de RPA utilizadas pelos respondentes.

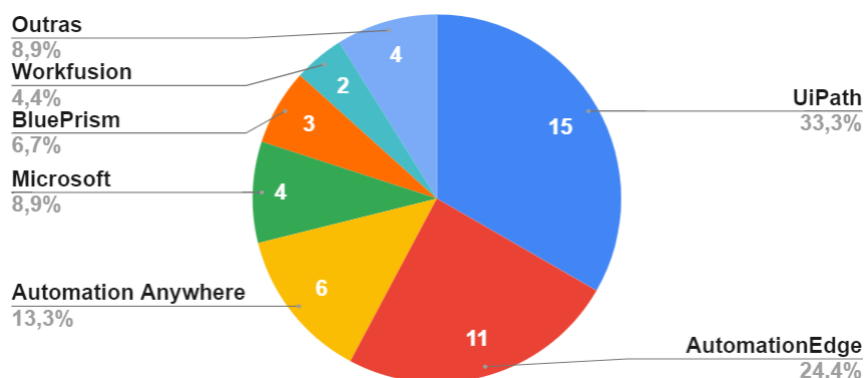


Fonte: Os Autores.

Adicionalmente, a Figura 4.11 apresenta os resultados da plataforma que os respondentes selecionaram como recomendada. Os resultados revelam que as plataformas mais recomendadas, em ordem decrescente, foram: *UiPath*, *AutomationEdge*, *Automation Anywhere*, *Microsoft Power Automate*, *Blue Prism* e *Workfusion*. Adicionalmente, outras plataformas que obtiveram uma única recomendação foram: *Python*, *Flow*, *SAP* e *Kyron Systems*.

Nota-se que há uma diferença nos resultados das plataformas recomendadas quando comparadas com as plataformas mais utilizadas entre os respondentes. Por exemplo, apesar de ser amplamente conhecida entre os respondentes, a *Blue Prism* foi recomendada por apenas 3 dos 14 que a utilizaram. Enquanto a *Microsoft Power Automate* foi recomendada por 4 dos 4 respondentes que a utilizaram. Entretanto, é importante lembrar que o número de respostas do questionário não é expressivo o suficiente para obter conclusões definitivas. Por exemplo, é possível que questionário tenha sido respondido por pessoas de uma mesma organização, concentrando assim, as respostas em plataformas semelhantes.

Figura 4.11: Levantamento da plataforma recomendada entre os respondentes.



Fonte: Os Autores.

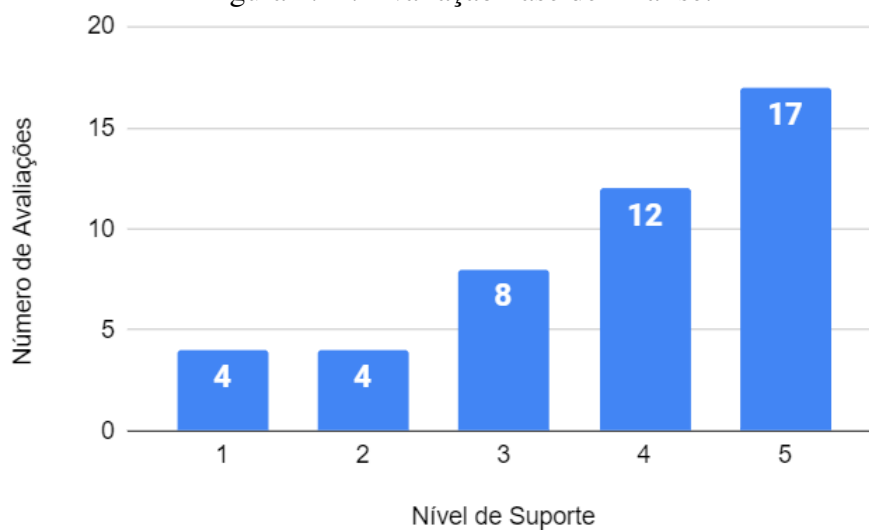
Seguindo para a parte final do questionário, cada respondente avaliou a sua plataforma recomendada de acordo com nível de suporte para as seis fases do ciclo de vida de RPA. O nível de suporte refere-se às funcionalidades suportadas pelas plataformas de RPA que auxiliam as fases do ciclo de vida. As avaliações de cada plataforma foram agrupadas e interpretadas em conjunto. Ou seja, os resultados expostos foram separados de acordo com a fase do ciclo de vida de RPA. Isso significa que são apresentados seis gráficos - um para cada fase - com a avaliação de todas as plataformas.

Para interpretar os resultados dessas avaliações (A), as respostas para o nível de suporte 1 e 2 (ou seja, "muito baixo" e "baixo") foram classificadas como negativas (N). As respostas para o nível de suporte 3 (ou seja, "médio") foram classificadas como médias (M). E as respostas para os níveis de suporte 4 e 5 (ou seja, "alto" e "muito alto") foram consideradas positivas (P). O objetivo dessa taxa é indicar a quantidade de avaliações positivas que as plataformas receberam. Posto isso, foi calculada uma taxa de avaliação positiva (T) para todas as fases, que seguiu a seguinte fórmula:

$$T = \frac{AP}{AN + AM + AP} \quad (4.1)$$

A Figura 4.12 apresenta os resultados da avaliação referente à fase de análise. A partir deles, nota-se que vinte e nove (29) delas foram positivas, oito (8) foram médias e as outras oito (8) foram negativas. Portanto, verifica-se que apenas 64,44% dos respondentes avaliam positivamente o suporte das plataformas de RPA referente à fase de análise. De forma complementar, outra métrica relevante que pode ser obtida desses resultados, é a média da avaliação. Assim, para a fase de análise a média calculada foi de 3,75.

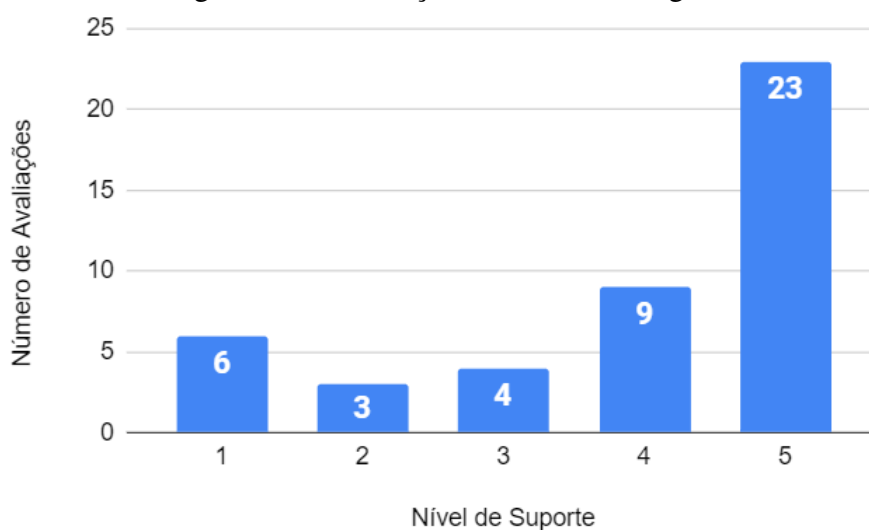
Figura 4.12: Avaliação Fase de Análise.



Fonte: Os Autores.

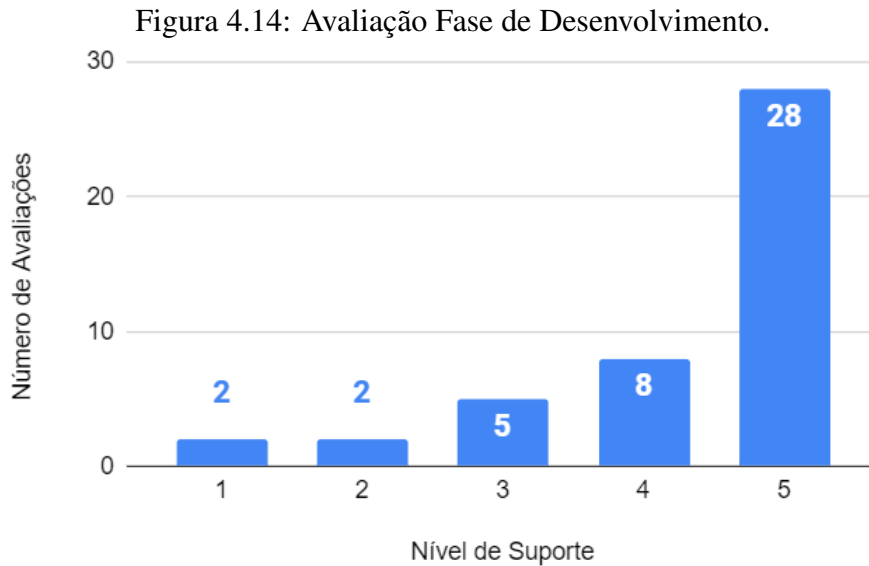
Ao analisar as respostas da fase de modelagem, a Figura 4.13 revela que os respondentes avaliaram o suporte das plataformas da seguinte forma: trinta e duas (32) forma positivas, quatro (4) foram médias e nove (9) foram negativas. A partir desses resultados, obtém-se que 71,11% dos respondentes aprovam o nível de suporte das plataformas na fase de modelagem. Ademais, quanto a média dessas avaliações, o resultado calculado foi de 3,88. O percentual de avaliações positivas e a média das avaliações foram relativamente maiores que os valores encontrados na fase de análise. Entretanto, é relevante apontar que em ambos o valor da média não passou de 4, isto é, o equivalente a um suporte "alto". Isso pode evidenciar uma certa negligência por parte das plataformas quanto às fases iniciais do ciclo de RPA.

Figura 4.13: Avaliação Fase de Modelagem.



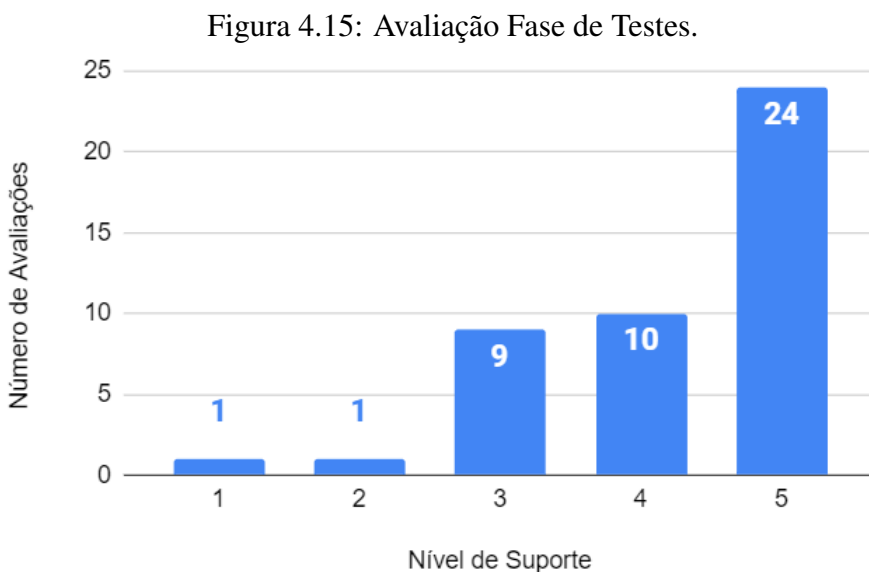
Fonte: Os Autores.

Em relação à fase de desenvolvimento, a Figura 4.14 revela duas (2) avaliações negativas, cinco (5) médias e trinta e seis (36) positivas. Ou seja, 80% das avaliações foram positivas com o valor médio de 4,28. Dessa forma, evidencia-se que esta fase apresentou uma melhor avaliação quando comparada com as fases de análise e modelagem.



Fonte: Os Autores.

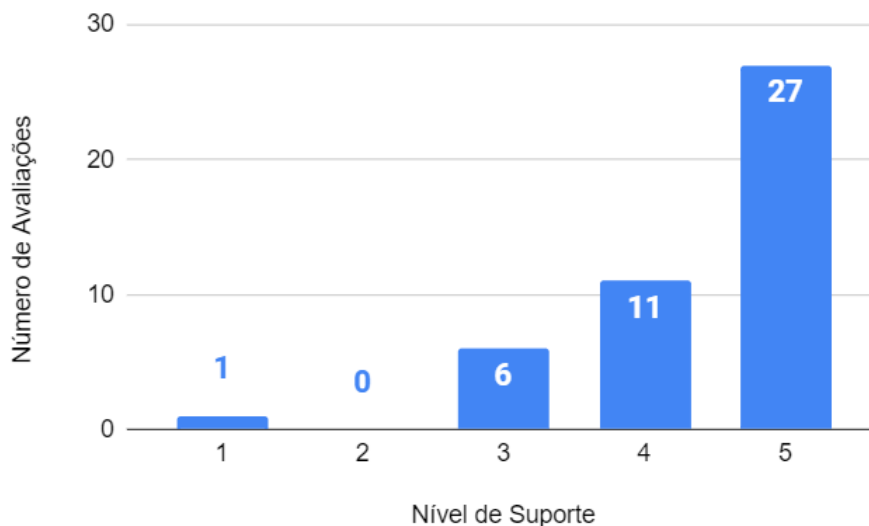
A Figura 4.15 mostra os resultados quanto a avaliação da fase de testes. Aqui, duas (2) foram negativas, nove (9) foram médias e trinta e quatro (34) foram positivas. Como consequência, o percentual de avaliações positivas foi de 75,56% com média de 4,22. Ou seja, os resultados da fase de testes, apesar de serem menores que a fase de desenvolvimento, também foram maiores que os resultados das fases de análise e modelagem.



Fonte: Os Autores.

Em relação a avaliação da fase de implantação, a Figura 4.16 apresenta que uma (1) avaliação foi negativa, outras seis (6) foram médias e as outras trinta e quatro (38) foram positivas. Portanto, a fase de implantação foi a melhor avaliada entre as outras fases do ciclo de vida de RPA, com 84,44% de avaliações positivas e 4,40 média.

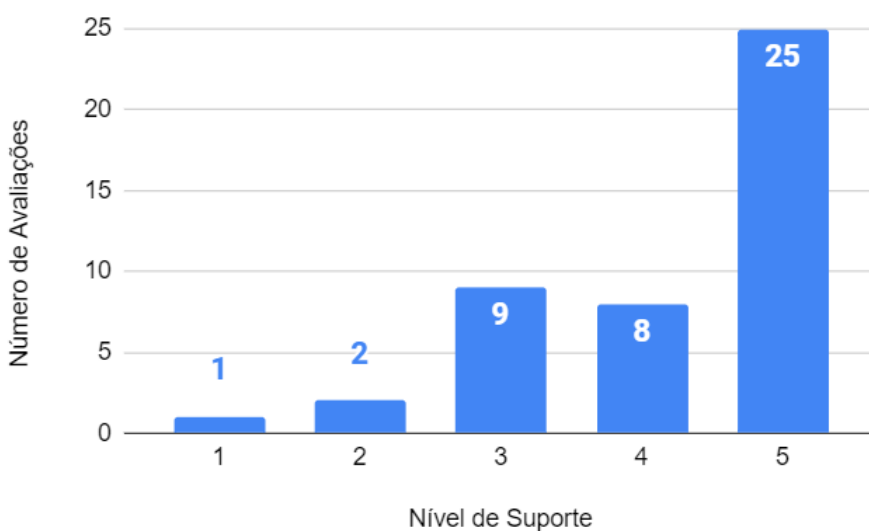
Figura 4.16: Avaliação Fase de Implantação.



Fonte: Os Autores.

Por fim, a Figura 4.17 ilustra os resultados das avaliações para a fase de monitoramento. Aqui, três (3) resultados foram negativos, nove (9) foram neutros e os restantes trinta e três (33) foram positivos. Isso significa que 73,33% dos respondentes consideraram positivo o suporte à fase de monitoramento. A média de avaliações foi de 4,20. Esses resultados evidenciam que as avaliações dessa fase, apesar de não serem maiores que as fases de implantação e desenvolvimento, são semelhantes à fase de teste.

Figura 4.17: Avaliação Fase de Monitoramento.



Fonte: Os Autores.

4.3 Resumo do Capítulo

De acordo com o questionário *online*, as três plataformas mais utilizadas entre os respondentes, foram: *UiPath*, *Automation Anywhere* e *AutomationEdge*. Assim, nota-se que esses resultados diferem dos resultados dos levantamentos da literatura e do mercado por não apresentar *Blue Prism* como a terceira plataforma mais utilizada. Essa diferença nos resultados pode ser explicada pelo número não expressivo de respostas ao questionário, com quarenta e cinco (45) respostas válidas. Isso significa que as respostas podem ser influenciadas pela baixa variabilidade de perfis.

Também é importante ressaltar que, apesar de ser possível separar as respostas do questionário entre os respondentes da academia e os respondentes da indústria - e consequentemente comparar as respostas do setor acadêmico com o setor privado - optamos por interpretar as respostas em conjunto. Logo, as respostas não foram interpretadas separadamente pois apenas cinco respondentes são do setor acadêmico.

Adicionalmente, o questionário *online* retornou avaliações do nível de suporte das plataformas em relação às fases do ciclo de vida de RPA. Dessa forma, foi respondida a *PP2*, ou seja, "Qual o nível de suporte oferecido pelas plataformas de RPA considerando as fases do ciclo de vida de RPA?". A Tabela apresenta os resultados de acordo com a fase do ciclo de vida de RPA. Nota-se que os resultados contribuem na análise do nível de suporte oferecido pelas plataformas de RPA para o ciclo de vida de RPA, evidenciando que o suporte difere e depende da fase do ciclo de vida.

Assim, nota-se que a fase com a menor média na avaliação do questionário *online* corresponde à fase de análise. Esse resultado está alinhado com o resultado do trabalho de (Enríquez, 2020), cuja avaliação do autor concluiu que as plataformas de RPA apresentam baixo suporte para a fase de análise. Sendo também, a fase que apresenta maior espaço para aprimoramento por parte das plataformas.

Tabela 4.1: Avaliação dos respondentes por fase do ciclo de vida de RPA.

Fase	Taxa de Avaliações Positivas	Média da Avaliação
Análise	64,44%	3,75
Modelagem	71,11%	3,88
Desenvolvimento	80%	4,28
Testes	75,56%	4,22
Implantação	84,44%	4,40
Monitoramento	73,33%	4,20

Fonte: Os Autores.

5 CONCLUSÃO

Ao analisar os resultados do Capítulo 3, é possível responder a *PPI* - "Quais são as plataformas mais utilizadas a perspectiva acadêmica e industrial?". Em ambos, as plataformas *UiPath*, *Automation Anywhere* e *Blue Prism* se destacaram como as mais utilizadas. Adicionalmente, ao considerar as três plataformas mais citadas nos artigos e as três plataformas melhor avaliadas na análise de mercado, observa-se um alinhamento entre os resultados, evidenciando que as plataformas de RPA presentes nos artigos acadêmicos são as mesmas plataformas aplicadas na indústria. Dessa forma, o primeiro objetivo do trabalho de *verificar se as plataformas de RPA utilizadas na academia e indústria estão alinhados* é atingido.

De forma complementar, é importante ressaltar que, ao considerar todas as plataformas levantadas, existem diferenças entre os resultados da literatura e os resultados do mercado. Ou seja, algumas plataformas de RPA foram citadas na análise de mercado mas não apareceram no estudo da literatura - tais como: *Servicetrace*, *Samsung SDS*, *NTT*, *SAP*, *HelpSystems*, *Antworks* e *Jacada*. Isso pode ser explicado pela maior volatilidade da análise de mercado. Isso significa que, quando comparado com os artigos científicos, o *Gartner* tende a possuir informações mais atuais quanto às plataformas de RPA adotadas.

Outra conclusão que pode ser retirada do Capítulo 3 refere-se ao método adotado para comparar as plataformas de RPA. É importante evidenciar que o método não incluiu um estudo de caso das plataformas de RPA. Isso significa que as plataformas não foram avaliadas a nível de implementação. Como consequência, a nossa análise comparativa limitou-se a um estudo de funcionalidades suportadas, não permitindo uma avaliação qualitativa das plataformas *UiPath*, *Automation Anywhere* e *Blue Prism*. Portanto, para os trabalhos futuros, o método comparativo será aprimorado com o objetivo de obter resultados mais detalhados ao incluir uma avaliação das funcionalidades.

Além disso, alguns dos fatores selecionados para o comparativo foram previamente trabalhados em (Issac; Muni; Desai, 2018), (AGOSTINELLI; MARRELLA; MECCELLA, 2019) e (ANAGNOSTE, 2017). Entretanto, nossa análise realizou uma revisão desses fatores, o que contribuiu para manter as informações de funcionalidades e características das plataformas de RPA atualizadas. De forma complementar, como diferencial este trabalho também contou com a inclusão de novos critérios, tais como: Atualizações, Automação Inteligente, Integração, Treinamentos, Versão Gratuita e Versão de Testes.

Ao considerar as principais contribuições do Capítulo 4, a interpretação das res-

postas do questionário *online* contribuiu para responder a *PP2* - "Qual o nível de suporte oferecido pelas plataformas de RPA considerando as fases do ciclo de vida de RPA?". Observou-se que as fases podem ser ordenadas na seguinte ordem decrescente de avaliação: Implantação, Desenvolvimento, Teste, Monitoramento, Modelagem e Análise. Dessa forma, ao analisar o nível de suporte oferecido pelas plataformas de RPA para o ciclo de vida de RPA, evidencia-se que ele difere e depende da fase do ciclo de vida. Como consequência, o segundo objetivo que envolve *avaliar o nível de suporte dessas plataformas em relação às fases do ciclo de vida de RPA* também é atingido.

Adicionalmente, o questionário apresentou as plataformas *UiPath*, *Automation Anywhere* e *Automation Edge* como as mais utilizadas entre os respondentes. Tais resultados diferem do levantamento apontado no Capítulo 3 - que indica a *Blue Prism* como a terceira plataforma de RPA mais utilizada. Ademais, os respondentes apontaram uma diferente classificação para as plataformas recomendadas, seguindo a ordem decrescente: *UiPath*, *Automation Edge* e *Automation Anywhere*. Essas diferenças explicitam que as plataformas mais utilizadas não necessariamente são as mais recomendadas pelos usuários. Entretanto, é importante apontar que as quarenta e cinco (45) respostas nos permitem evidenciar, mas não concluir o que foi indicado.

Sendo assim, observa-se o número de respondentes do questionário *online* como outra limitação do trabalho. Portanto, para trabalhos futuros, está prevista a reabertura do questionário com o objetivo coletar mais respostas. Para isso, ele permanecerá disponível por um período maior que uma semana e sua divulgação irá incluir novos públicos (ex.: diferentes organizações). Além disso, o questionário também irá abordar a avaliação dos fatores comparativos apresentados no Capítulo 3. Dessa forma, será possível complementar a comparação ao incluir avaliações externas de diferentes usuários.

REFERÊNCIAS

AGATON, B.; SWEDBERG, G. Evaluating and developing methods to assess business process suitability for robotic process automation - a design research approach. 2018.

AGOSTINELLI, S.; MARRELLA, A.; MECELLA, M. Research challenges for intelligent robotic process automation. In: FRANCESCOMARINO, C. D.; DIJKMAN, R.; ZDUN, U. (Ed.). **Business Process Management Workshops**. Cham: Springer International Publishing, 2019. p. 12–18. ISBN 978-3-030-37453-2.

AI Multiple. **55 Robotic Process Automation (RPA) Tools & Vendors [2021]**. [s.n.], 2021. Disponível em: <<https://research.aimultiple.com/rpa-tools/>>.

ALBERTH, M.; MATTERN, M. Understanding robotic process automation (rpa). **Journal / The Capco Institute : journal of financial transformation**, Antwerp, v. 46, n. (11), p. 54–61, 2017.

ANAGNOSTE, S. Robotic automation process - the next major revolution in terms of back office operations improvement. **Proceedings of the International Conference on Business Excellence**, v. 11, 07 2017.

ANAGNOSTE, S. Robotic automation process – the operating system for the digital enterprise. **Proceedings of the International Conference on Business Excellence**, v. 12, p. 54–69, 05 2018.

ASATIANI, A.; PENTTINEN, E. Turning robotic process automation into commercial success – case opuscapita. **Journal of Information Technology Teaching Cases**, v. 6, 05 2016.

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**, v. 1, p. 100007, 2019. ISSN 2665-9107. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2665910719300076>>.

Automation Anywhere. **Automation Anywhere Product Documentation**. [s.n.], 2021. Disponível em: <<https://docs.automationanywhere.com/>>.

BAK, N.; CHANG, B.-M.; CHOI, K. Smart block: A visual block language and its programming environment for iot. **Journal of Computer Languages**, v. 60, p. 100999, 2020. ISSN 2590-1184. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590118420300599>>.

Blue Prism. **Blue Prism online documentation**. [s.n.], 2021. Disponível em: <<https://bpdocs.blueprism.com/home.htm>>.

BRESCIANI. Gartner’s magic quadrant and hype cycle. 05 2021.

BURGESS, A. Starting an ai journey. In: _____. [S.l.: s.n.], 2018. p. 91–116. ISBN 978-3-319-63819-5.

CERNAT, M.; STAIUCU, A.; STEFANESCU, A. Towards automated testing of rpa implementations. In: . [S.l.: s.n.], 2020.

CHACÓN-MONTERO, J.; JIMÉNEZ-RAMÍREZ, A.; ENRÍQUEZ, J. G. Towards a method for automated testing in robotic process automation projects. *IEEE Press*, p. 42–47, 2019. Disponible em: <<https://doi.org/10.1109/AST.2019.00012>>.

DUMAS, M. Introduction to business process management. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, p. 1–31, 2013. Disponible em: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-33143-5_1>.

EGGER, A. Bot log mining: Using logs from robotic process automation for process mining. In: **Conceptual Modeling**. Cham: Springer International Publishing, 2020. p. 51–61. ISBN 978-3-030-62522-1.

Enríquez, J. G. Robotic process automation: A scientific and industrial systematic mapping study. *IEEE Access*, v. 8, p. 39113–39129, 2020.

FUNG, H. P. Criteria, use cases and effects of information technology process automation (itpa). **Institute for Robotic Process Automation**, 07 2014.

Gartner. **How Markets and Vendors Are Evaluated in Gartner Magic Quadrants**. [s.n.], 2019. Disponible em: <<https://www.gartner.com/en/documents/3956304/how-markets-and-vendors-are-evaluated-in-gartner-magic-q>>.

Gartner. **Automation Anywhere vs Blue Prism vs UiPath**. [s.n.], 2020. Disponible em: <<https://www.gartner.com/reviews/market/robotic-process-automation-software>>.

Gartner. **Gartner Magic Quadrant for Robotic Process Automation Summary**. [s.n.], 2020. Disponible em: <<https://www.gartner.com/en/documents/3988021/magic-quadrant-for-robotic-process-automation>>.

Grand View Research. **Robotic Process Automation Market Share Report, 2020-2027**. [s.n.], 2020. Disponible em: <<https://www.grandviewresearch.com/press-release/global-robotic-process-automation-rpa-market>>.

GRUNG-OLSEN, H.-C. A strategic look at robotic process automation. **BP Trends**, 07 2017.

Gupta, S.; Rani, S.; Dixit, A. Recent trends in automation-a study of rpa development tools. In: **2019 3rd International Conference on Recent Developments in Control, Automation Power Engineering (RDCAPE)**. [S.l.: s.n.], 2019. p. 159–163.

HALLIKAINEN, P.; BEKKHUS, R.; PAN, S. L. How opuscapita used internal rpa capabilities to offer services to clients. **MIS Quarterly Executive**, v. 17, p. 41–52, 01 2018.

HOFMANN, P.; SAMP, C.; URBACH, N. Robotic process automation. **Electronic Markets**, v. 30, n. 1, p. 99–106, 2020. Cited By 11. Disponible em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85074819173&doi=10.1007%2fs12525-019-00365-8&partnerID=40&md5=6892bd89f1d306db064ef97f1075eef2>>.

HUANG, F.; VASARHELYI, M. A. Applying robotic process automation (rpa) in auditing: A framework. **International Journal of Accounting Information Systems**, v. 35, p. 100433, 2019. ISSN 1467-0895. Disponible em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1467089518301738>>.

- IRFAN, D.; XIAOFEI, X.; SHENGCHUN, D. Business process modeling for scm systems. In: **2008 4th International Conference on Emerging Technologies**. [S.l.: s.n.], 2008. p. 253–257.
- Issac, R.; Muni, R.; Desai, K. Delineated analysis of robotic process automation tools. In: **2018 Second International Conference on Advances in Electronics, Computers and Communications (ICAECC)**. [S.l.: s.n.], 2018. p. 1–5.
- KETKAR, Y.; GAWADE, S. Effectiveness of robotic process automation for data mining using uipath. In: **2021 International Conference on Artificial Intelligence and Smart Systems (ICAIS)**. [S.l.: s.n.], 2021. p. 864–867.
- KITCHENHAM, B. Systematic literature reviews in software engineering – a systematic literature review. **Information and Software Technology**, v. 51, n. 1, p. 7–15, 2009. ISSN 0950-5849. Special Section - Most Cited Articles in 2002 and Regular Research Papers. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950584908001390>>.
- KOKINA, J.; BLANCHETTE, S. Early evidence of digital labor in accounting: Innovation with robotic process automation. **International Journal of Accounting Information Systems**, v. 35, p. 100431, 2019. ISSN 1467-0895. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1467089519301101>>.
- LACITY, M.; WILLCOCKS, L. Robotic process automation at telefónica o2. **MIS Q. Executive**, v. 15, 2016.
- LACITY, M.; WILLCOCKS, L. Innovating in service: The role and management of automation. In: _____. [S.l.: s.n.], 2018. p. 269–325. ISBN 978-3-319-75351-5.
- LAMBERTON, C.; BRIGO, D.; HOY, D. Impact of robotics, rpa and ai on the insurance industry: challenges and opportunities. **The Journal of Financial Perspectives**, v. 4, p. 8–20, 2017.
- LENO, V. Action logger: Enabling process mining for robotic process automation. In: . [S.l.: s.n.], 2019.
- LENO, V. Robotic process mining: Vision and challenges. **Business and Information Systems Engineering**, 2020. Cited By 9. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85083393428&doi=10.1007%2fs12599-020-00641-4&partnerID=40&md5=797269d2eae1ee6df76ba02c9b2adfc7>>.
- LING, X.; GAO, M.; WANG, D. Intelligent document processing based on rpa and machine learning. In: **2020 Chinese Automation Congress (CAC)**. [S.l.: s.n.], 2020. p. 1349–1353.
- LINTUKANGAS, A. Improving indirect procurement process by utilizing robotic process automation. 2017.
- Ma, Y. System design and development for robotic process automation. In: **2019 IEEE International Conference on Smart Cloud (SmartCloud)**. [S.l.: s.n.], 2019. p. 187–189.

MARTINS, P. Using machine learning for cognitive robotic process automation (rpa). In: **2020 15th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)**. [S.l.: s.n.], 2020. p. 1–6.

Martins, P. Using machine learning for cognitive robotic process automation (rpa). In: **2020 15th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)**. [S.l.: s.n.], 2020. p. 1–6.

Nunes, T.; Leite, J.; Pedrosa, I. Intelligent process automation: An overview over the future of auditing. In: **2020 15th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)**. [S.l.: s.n.], 2020. p. 1–5.

PATIL, S.; MANE, V.; PATIL, P. Social innovation in education system by using robotic process automation (rpa). **International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering**, v. 8, n. 11, p. 3757–3760, 2019. Cited By 1. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85073281285&doi=10.35940/2fjitee.K2148.0981119&partnerID=40&md5=d7c239cdd31622676ac2352abdb8d440>>.

PEKKOLA, S. Assessing robotic process automation potential. In: . [S.l.: s.n.], 2017.

PENTTINEN, E.; KASSLIN, H.; ASATIANI, A. How to choose between robotic process automation and back-end system automation? In: . [S.l.: s.n.], 2018.

REDMON, J. You only look once: Unified, real-time object detection. In: **2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)**. [S.l.: s.n.], 2016. p. 779–788.

RIBEIRO, J. Robotic process automation and artificial intelligence in industry 4.0 – a literature review. **Procedia Computer Science**, v. 181, p. 51–58, 2021. ISSN 1877-0509. CENTERIS 2020 - International Conference on ENTERprise Information Systems / ProjMAN 2020 - International Conference on Project MANAgement / HCist 2020 - International Conference on Health and Social Care Information Systems and Technologies 2020, CENTERIS/ProjMAN/HCist 2020. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050921001393>>.

SANTOS, F.; PEREIRA, R.; VASCONCELOS, J. Braga de. Toward robotic process automation implementation: an end-to-end perspective. **Business Process Management Journal**, ahead-of-print, 09 2019.

Sutipitakwong, S.; Jamsri, P. The effectiveness of rpa in fine-tuning tedious tasks. In: **2020 6th International Conference on Engineering, Applied Sciences and Technology (ICEAST)**. [S.l.: s.n.], 2020. p. 1–4.

SYED, R. Robotic process automation: Contemporary themes and challenges. **Computers in Industry**, v. 115, p. 103162, 2020. ISSN 0166-3615. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166361519304609>>.

The Institute for Robotic Process Automation. **Introduction to Robotic Process Automation: A Primer**. [s.n.], 2015. Disponível em: <<https://irpaai.com/wp-content/uploads/2015/05/Robotic-Process-Automation-June2015.pdf>>.

UiPath. **UiPath Release Notes**. [s.n.], 2021. Disponível em: <<https://docs.uipath.com/releasesnotes/docs>>.

WEWERKA, J.; REICHERT, M. Robotic process automation – a systematic literature review and assessment framework. 12 2020.

WILLCOCKS, L. P.; LACITY, M.; CRAIG, A. The IT function and robotic process automation. n. 64519, out. 2015. Disponível em: <<https://ideas.repec.org/p/ehl/lserod/64519.html>>.

YAMASATHIEN, S.; VATANAWOOD, W. An approach to construct formal model of business process model from bpmn workflow patterns. In: **2014 Fourth International Conference on Digital Information and Communication Technology and its Applications (DICTAP)**. [S.l.: s.n.], 2014. p. 211–215.

YATSKIV, N.; YATSKIV, S.; VASYLYK, A. Method of robotic process automation in software testing using artificial intelligence. In: **2020 10th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT)**. [S.l.: s.n.], 2020. p. 501–504.

Yatskiv, N.; Yatskiv, S.; Vasylyk, A. Method of robotic process automation in software testing using artificial intelligence. In: **2020 10th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT)**. [S.l.: s.n.], 2020. p. 501–504.