



Ministério da Educação
Universidade Federal de Ouro Preto
Escola de Minas
Departamento de Engenharia de Controle e
Automação



AUTOMAÇÃO ROBÓTICA DE PROCESSOS NA OBTENÇÃO DE EXCELÊNCIA OPERACIONAL: APLICAÇÃO NO SETOR DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO DE UMA INDÚSTRIA MINERADORA

THIAGO MACHADO IZIDORO

Ouro Preto MG
2020

THIAGO MACHADO IZIDORO

AUTOMAÇÃO ROBÓTICA DE PROCESSOS NA OBTENÇÃO DE EXCELÊNCIA OPERACIONAL: APLICAÇÃO NO SETOR DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO DE UMA INDÚSTRIA MINERADORA

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Controle e Automação da Universidade Federal de Ouro Preto como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau em Bacharel em Engenharia de Controle e Automação.

Orientador: Prof. Dr. Luciana Gomes Castanheira

Ouro Preto - MG
23 de dezembro de 2020

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

- I98a Izidoro, Thiago Machado .
Automação Robótica de Processos na obtenção de excelência operacional [manuscrito]: aplicação no setor de Planejamento e Controle da Manutenção de uma indústria mineradora. / Thiago Machado Izidoro. - 2020.
53 f.: il.: color., tab.. + Algoritmo.
- Orientadora: Profa. Dra. Luciana Gomes Castanheira.
Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Graduação em Engenharia de Controle e Automação .
1. Automação Robótica de Processos - PCM. 2. Planejamento e Controle da Manutenção - PCM. 3. Processos de fabricação - Automação . I. Castanheira, Luciana Gomes. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU 681.5

Bibliotecário(a) Responsável: Maristela Sanches Lima Mesquita - CRB: 1716



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
REITORIA
ESCOLA DE MINAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CONTROLE E AUTOMACAO

**FOLHA DE APROVAÇÃO****Thiago Machado Izidoro****Automação robótica de processos na obtenção de excelência operacional: aplicação no setor de Planejamento e Controle da Manutenção de uma indústria mineradora**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Controle e Automação da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro de Controle e Automação.

Membros da banca

Luciana Gomes Castanheira - Doutora - Universidade Federal de Ouro Preto

Filipe Augusto Santos Rocha - Doutorando – COPE / Universidade Federal do Rio de Janeiro

Wolmar Araujo Neto - Mestre - Universidade Federal de Ouro Preto

Versão final

Aprovada em 23 de Dezembro de 2020

De acordo,

Luciana Gomes Castanheira, orientador do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalho de Conclusão de Curso da UFOP em 23/12/2020.



Documento assinado eletronicamente por **Luciana Gomes Castanheira, COORDENADOR(A) DO CURSO DE ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMACAO**, em 18/01/2021, às 16:08, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0119100** e o código CRC **EF33A672**.

Referência: Caso responda este documento, indicar expressamente o Processo nº 23109.010009/2020-78

SEI nº 0119100

R. Diogo de Vasconcelos, 122, - Bairro Pilar Ouro Preto/MG, CEP 35400-000
Telefone: 3135591533 - www.ufop.br

Agradecimentos

Agradeço primeiramente à Deus, por me conceder saúde e resiliência para completar este ciclo.

Ao meu avô Sebastião (*in memoriam*) que esteve sempre ao meu lado em pensamentos e foi o meu maior incentivador. À minha mãe Patrícia por todo o apoio incondicional. À minha avó Regina por nunca medir esforços para me ajudar. Ao meu irmão Henrique por todas as alegrias diárias. Ao meu pai, avô e avó que mesmo de longe me deram forças para trilhar esse ciclo. Às minhas tias, em especial à minha tia Renata pelo suporte e carinho durante toda a minha vida.

À gloriosa República Matutos, minha segunda casa, por todas as histórias e aprendizados que me fizeram evoluir tanto. Ao Rapa, Exkece, Sufridu, Neto e Birrinha pelas conversas e pelo apoio durante a graduação. Aos amigos Pedro, Ícaro, Allan e Sanderson pelas resenhas inesquecíveis. Aos amigos da Automação e de Ouro Preto, em especial: Opala, Coruja, Bruninho, Heitor, Alcione, Maurício, Roliço, Tisoro, Paulo, Hugo, Laís e Amanda.

À Raphaella por todo o amor, companheirismo e incentivo durante essa jornada.

Por fim, agradeço à Escola de Minas, à Universidade Federal de Ouro Preto e seu corpo docente por terem me proporcionado um ambiente de educação de qualidade durante a minha trajetória na graduação.

“Nós somos fascinados pelos robôs porque eles são reflexos de nós mesmos.”

—Ken Goldberg

Resumo

A tecnologia de Automação Robótica de Processos (RPA), ferramenta que simula as atividades realizadas por pessoas nas interfaces de usuário de sistemas, tem se mostrado como um dos principais instrumentos para a obtenção de maior produtividade e redução de erros e custos operacionais em tarefas de *back-office* de negócios, enquanto apresenta um rápido retorno de investimento. Desse modo, especialmente as grandes organizações tem investido de forma massiva na implementação dessa tecnologia em seus negócios. O presente estudo visa avaliar os impactos da adoção de RPA em alguns processos do Planejamento e Controle da Manutenção de equipamentos de mina de uma indústria mineradora através de metodologia com abordagem qualitativa por meio de desenvolvimento de uma solução em cenário empresarial e propõe-se a responder o contexto em que o RPA pode ser utilizado em organizações desse setor. Dentre os resultados da pesquisa, foram verificados ganhos em tempo de execução de processos, benefícios em auditoria, eliminação de atividades de baixo valor agregado e aumento de produtividade.

Palavras-chave: Automação Robótica de Processos - RPA, Planejamento e Controle da Manutenção - PCM, Processo.

Abstract

The Robotic Process Automation (RPA) technology, a tool that simulates the activities performed by people in the systems user interfaces, has been proven one of the main instruments for obtaining greater productivity and reducing errors and operational costs in business back-office tasks, while presenting a quick return of investment. Thus, especially large organizations have invested heavily in the implementation of this technology in their businesses. The present study aims to evaluate the impacts of the RPA adoption in some Maintenance Planning and Control processes' of a mining industry through a qualitative approach methodology through the development of a solution in a business scenario and proposes to answer the context in which RPA can be used in organizations within that sector. Among research results, gains in process execution time, benefits in auditing, elimination of activities with low-added value and increased productivity were verified.

Keywords: Robotic Process Automation - RPA, Maintenance Planning and Control - MPC, Process.

Lista de figuras

Figura 1 – Gráfico do Google Trends sobre as pesquisas de RPA nos últimos 5 anos. O eixo X representa as datas e o eixo Y representa o número de pontos de 0 a 100 para o volume de pesquisas de um determinado assunto. Fonte: Google (2020).	10
Figura 2 – Quadrante mágico de Gartner. Fonte: Gartner (2020).	20
Figura 3 – Fluxograma adotado para o desenvolvimento das automações no PCM da empresa X. Fonte: Autoria própria.	24
Figura 4 – Tempo médio das OMs por status no SAP-PM. Fonte: Autoria própria. . . .	25
Figura 5 – Fluxograma de evolução dos status das ordens de manutenção no SAP-PM. Fonte: Adaptado de guia interno da empresa.	27
Figura 6 – Fluxograma <i>As-Is</i> do processo de lubrificantes. Fonte: Autoria própria. . . .	28
Figura 7 – Referência para <i>SAP GUI Scripting API</i> no Microsoft Visual Basic for Applications. Fonte: Autoria própria.	31
Figura 8 – Elementos no <i>SAP GUI Scripting API</i> . Fonte: SAP (2019).	31
Figura 9 – Trecho de relatório exportado através da transação IW38. Fonte: Autoria própria.	32
Figura 10 – Fluxograma <i>To-Be</i> de atualização do status das OMs. Fonte: Autoria própria.	33
Figura 11 – Tela principal de componentes da transação IW32 no SAP. Fonte: Autoria própria.	35
Figura 12 – Tela de dados gerais da transação IW32 no SAP. Fonte: Autoria própria. . .	35
Figura 13 – <i>Locker</i> criado para armazenamento dos dados sensíveis de <i>login</i> ao SAP através do <i>Control Room</i> do Automation Anywhere. Fonte: Autoria própria.	36
Figura 14 – Trecho da tarefa principal para o processo de atualização do status das OMs. Fonte: Autoria própria.	36
Figura 15 – Modelo de formulário para o controle de lubrificantes dos ativos no <i>tablet</i> . Fonte: Autoria própria.	37
Figura 16 – Tela de lançamento de dados na transação IK11. Fonte: Autoria própria. . .	38
Figura 17 – Fluxograma <i>To-Be</i> para o processo de controle de lubrificantes dos ativos com o RPA. Fonte: Autoria própria.	39
Figura 18 – Trecho de código do RPA para o processo II. Fonte: Autoria própria.	39

Lista de tabelas

Tabela 2 – Tabela de comparação entre os tipos de RPA. Fonte: Adaptado de Automation Anywhere (2020b).	6
Tabela 3 – Estudos relacionados a implementação de RPA em diversos setores da indústria. Fonte: Autoria própria.	12
Tabela 4 – Fonte: Adaptado de (UiPath, n.d).	16
Tabela 5 – Status das ordens de manutenção no SAP. Fonte: Autoria própria.	25
Tabela 6 – Tabela comparativa entre os tempos de operação humano x RPA para o processo de atualização de status das OMs no sistema SAP. Fonte: Autoria própria.	41

Lista de algoritmos

1 Código da função em VBA para comunicação entre SAP e Microsoft Excel. Fonte: Autoria própria.30

Lista de abreviaturas e siglas

API	Interface de Programação de Aplicações (<i>Application Programming Interface</i>)
BPM	Gerenciamento de Processos de Negócio (<i>Business Process Management</i>)
CoE	Centro de Excelência (<i>Center of Excellence</i>)
ERP	Planejamento de Recursos Empresariais (<i>Enterprise Resource Planning</i>)
FTE	Funcionário em tempo integral (<i>Full Time Employee</i>)
OM	Ordem de Manutenção
PCM	Planejamento e Controle da Manutenção
RPA	Automação Robótica de Processos (<i>Robotic Process Automation</i>)
SLA	Acordo de nível de serviço (<i>Service Level Agreement</i>)
TI	Tecnologia da Informação

Sumário

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Considerações Iniciais	2
1.1.1	Objetivos	2
1.1.2	Objetivos específicos	2
1.1.3	Justificativa	3
1.1.4	Organização do Texto	3
2	REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1	Automação Robótica de Processos (RPA)	4
2.1.1	Definição de RPA	4
2.1.1.1	Tipos de RPA	5
2.1.1.2	RPA x macros	6
2.1.2	RPA como ferramenta de transformação digital	7
2.1.2.1	Relevância RPA	9
2.1.2.2	Vantagens e desvantagens	10
2.1.3	Aspectos importantes	12
2.1.3.1	Casos de uso	12
2.1.3.2	Seleção de processos para RPA	13
2.1.3.3	Governança de RPA	14
2.1.3.4	Manutenção e escalabilidade de RPA	17
2.1.3.5	Ferramentas (<i>softwares</i>)	18
2.1.4	Futuro das tecnologias RPA	21
2.2	Planejamento e Controle da Manutenção (PCM)	21
3	METODOLOGIA	23
3.1	Tipo de pesquisa	23
3.2	Seleção do caso	23
3.3	Coleta dos dados	23
3.3.1	Análise <i>As-Is</i> do Processo I: Atualização de status das ordens de manutenção	24
3.3.2	Análise <i>As-Is</i> do Processo II: Controle de lubrificantes dos ativos	28
3.4	Desenvolvimento	29
3.4.1	Ferramentas utilizadas	29
3.4.2	Módulo de comunicação entre o SAP e o Excel	29
3.4.3	Automação do Processo I: Atualização de status das ordens de manutenção	32
3.4.4	Automação do Processo II: Controle de lubrificantes dos ativos	37

4	RESULTADOS	40
4.1	Descrição do caso	40
4.2	Avaliação dos resultados	40
4.2.1	Processo I: Atualização de status das ordens de manutenção	41
4.2.2	Processo II: Controle de lubrificantes dos ativos	43
4.3	Discussão	44
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
5.1	Conclusão	46
5.2	Trabalhos Futuros	46
	Referências	48

1 Introdução

O crescimento acelerado que as empresas vêm passando nas últimas décadas traz progressivamente a necessidade de inovações para manter os negócios competitivos, eficientes, produtivos e rentáveis. Esse crescimento trouxe diversos problemas para o gerenciamento de processos de negócio, que defende que os processos devem ser simples e devem ter continuidade (BROCKE et al., 2014). Tais problemas podem ser elencados como a substituição de sistemas por outros mais condizentes com as necessidades do negócio à época, ocorrência de mudanças nas estruturas organizacionais e os processos nem sempre são redesenhados da forma adequada para suportar essas transformações.

A má elaboração de processos geralmente leva a perdas desnecessárias que impactam na eficiência do negócio. A análise, design e implementação de processos de negócios bem-sucedidos podem redirecionar recursos valiosos de forma mais eficiente, além de alocar recursos internos para capacidades mais estratégicas, para inovar e buscar melhoria contínua.

Nesse contexto, a indústria da mineração está a todo tempo buscando formas de otimizar a performance de seus ativos de modo a trazer maior eficiência, produtividade, rentabilidade e segurança às operações. O mercado dessa *commodity* demanda de inovações visto a trazer maior competitividade entre as empresas (HILSON; MURCK, 2000).

Grande parte das organizações com uso intensivo de ativos reconhece que o planejamento e programação da manutenção eficientes e eficazes é um dos processos fundamentais que podem ajudar a garantir a confiabilidade de equipamentos e colaborar para a obtenção de excelência operacional. Contudo, estudos mostram que diversas empresas não tem uma definição clara sobre os processos de manutenção, e as que tem estão longe de alcançar a melhoria que deveriam obter (PALMER, 2006). No longo prazo, o tempo de inatividade dos equipamentos, falta de estoque e baixa confiabilidade influenciam negativamente na capacidade e no lucro do negócio.

Nos últimos anos, uma ferramenta vem ganhando popularidade como uma possibilidade de aumento de produtividade e padronização de processos, trazendo inúmeros ganhos aos negócios. Essa pode ser uma das soluções para diversos problemas enfrentados no Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) de diversas empresas. O RPA, ou automação robótica de processos, é uma ferramenta que simula atividades realizadas por humanos nas interfaces de usuário dos sistemas para automatizar tarefas previamente feitas por humanos, concluindo atividades repetitivas com muito mais velocidade e precisão, sem perturbar sistemas que já estão em funcionamento (SIDERSKA, 2020; SURI; ELIA; HILLEGERSBERG, 2017; DAS; DEY, 2019).

Um estudo da Gartner em 2020, renomada empresa de consultoria acerca do mercado de TI, aponta o RPA como uma das tecnologias mais promissoras e crescentes da atualidade e prevê, ainda, que até 2022, 90% das grandes organizações do mundo terão adotado o RPA de

alguma forma. Além disso, RPA é atualmente o segmento de desenvolvimento mais rápido no mercado global de software (COSTELLO; RIMOL, 2020). Esse crescimento é justificado pela relativa facilidade de implementação, aprendizado e desenvolvimento, bem como a possibilidade de escalabilidade dos robôs – como são conhecidos as soluções de RPA.

Diante o exposto, entende-se que essa tecnologia promissora pode ser utilizada como uma ferramenta de transformação digital em ambientes de negócio que não são exclusivamente de TI, como é o caso do PCM de uma empresa. Não obstante, o RPA pode aumentar a produtividade de equipes de PCM e auxiliar na obtenção de maior confiabilidade, garantindo inúmeros ganhos ao processo. Com a maior integração e otimização dos processos internos, o PCM pode realocar a mão de obra para outros tipos de tarefas de modo a obter excelência em suas operações.

1.1 Considerações Iniciais

O presente trabalho visa avaliar as nuances e o contexto de aplicação de RPAs em empresas, bem como compreender aspectos importantes sobre a governança na implementação dessa tecnologia, como a manutenção e possibilidades de escalabilidade dos robôs.

Por fim, este trabalho contém a avaliação dos impactos e desafios na implantação dessa tecnologia em alguns processos do setor de PCM de equipamentos de mina de uma indústria mineradora de grande porte e sugestões para futuros estudos.

1.1.1 Objetivos

O objetivo principal do presente trabalho é examinar a extensão e a natureza dos estudos sobre a tecnologia da Automação Robótica de Processos (RPA), buscando entender seu contexto de utilização e suas características, tal qual os resultados obtidos na implementação dessa tecnologia no setor de Planejamento e Controle da Manutenção de uma mineradora multinacional de grande porte.

1.1.2 Objetivos específicos

- (a) Entender o conceito de RPA e suas particularidades de aplicação;
- (b) Identificar como a tecnologia RPA pode ser utilizada como ferramenta de transformação digital em negócios, e em que contexto a tecnologia RPA pode ser utilizada em processos de PCM;
- (c) Identificar aspectos importantes a respeito da governança de RPA;
- (d) Identificar e eliminar atividades de rotina com baixo valor agregado ao setor de PCM de uma empresa;

- (e) Descrever os impactos da implementação da tecnologia RPA em alguns processos do PCM de uma indústria;
- (f) Identificar lacunas para futuros estudos e possibilidades de implementação na área.

1.1.3 Justificativa

O tema RPA é um dos mais emergentes da atualidade e, apesar de muito relevante por seu poder de transformação em negócios, tem ainda pouca exploração na literatura. Entretanto, existe uma necessidade de maior compreensão acerca dessa ferramenta, indicando roteiros eficazes para a implantação de modo a haver geração de valor organizacional.

Outrossim, de forma a manter a competitividade e promover maior eficiência em seus negócios, diversas organizações tem investido de forma intensiva em tecnologia, mesmo essa não sendo sua atividade fim, como é o caso da indústria da mineração.

Do ponto de vista da manutenção, estudos comprovam que a produtividade de diversos times é baixa (HUPJE, 2017) e as operações da indústria da mineração são até 28% menos produtivas que há uma década atrás (PANCHPAKESAN, 2018). Grandes ganhos para essa indústria podem ser obtidos através da implantação de RPA. No entanto, para o sucesso nos resultados, a implantação dessa tecnologia deve seguir diversos passos para garantir que as expectativas dos clientes do RPA tenham suas necessidades perfeitamente satisfeitas e que o processo tenha governança.

Desta forma, pretende-se nortear estudos futuros através da revisão de literatura e da análise de resultados obtidos com a implantação dessa tecnologia num caso real, servindo também a presente pesquisa como material de subsídio para organizações e autores buscando informações sobre o tema.

1.1.4 Organização do Texto

Com a introdução esse trabalho está organizado em 5 seções. A revisão de literatura contém o embasamento científico relacionado ao tema. Na seção de metodologia são descritos o método de pesquisa utilizado para a seleção do caso, bem como o processo de elaboração dos robôs. Na quarta seção é realizada a análise e discussão dos resultados identificados na pesquisa, além da apresentação de desafios enfrentados durante o desenvolvimento do projeto. E na quinta seção, finalmente, é apresentada a conclusão do trabalho, com as contribuições teóricas e práticas e sugestões de estudos futuros.

2 Revisão de Literatura

Neste capítulo, é contida uma apresentação dos principais conceitos, definições, temas e discussões já feitas por outros autores a respeito do tema deste trabalho.

2.1 Automação Robótica de Processos (RPA)

2.1.1 Definição de RPA

Automação Robótica de Processos (RPA) define-se por agentes de *software* capazes de interagir com aplicações, imitando de forma inteligente as ações do usuário em um ou mais sistemas, aliviando assim a carga de trabalho do humano (SYED et al., 2020; LACITY; WILLCOCKS, 2015). Basicamente, o RPA funciona repetindo a mesma série de passos que um profissional faria ao executar uma tarefa, utilizando a interface do usuário. Em consequência, o trabalho é executado geralmente de forma mais rápida e com maior precisão (LACITY; WILLCOCKS, 2015).

De modo geral, os RPAs são conhecidos como robôs. Esse tipo de robôs performa tarefas que são geralmente baseadas em regras, bem estruturadas e repetitivas (SYED et al., 2020); reduzindo assim, o fardo desse tipo de tarefas sendo realizadas por humanos (AGUIRRE; RODRIGUEZ, 2017).

Diferentemente da automação de processos tradicional, em que são utilizadas *APIs* – rotinas e padrões de funções para a comunicação entre as funcionalidades de produtos e serviços de *software* (RedHat, 2020) – para integrar sistemas, com a adoção de RPA a invasividade a sistemas pré-existentes é mínima, visto a não necessidade de alteração nas aplicações, nem da necessidade do conhecimento dos proprietários do *software* para disponibilizarem tais *APIs*. Em outras palavras, a automação tradicional de processos exige grande conhecimento do *software* legado (BHATT, 2020; AGUIRRE; RODRIGUEZ, 2017; ASATIANI; PENTTINEN, 2016). Já o RPA age na camada do usuário, fazendo com que as necessidades supracitadas sejam desnecessárias. Os robôs podem ser instruídos através de lógicas simples de “se/então/senão” e laços de repetições, capturas de tela do processo realizado por um humano, ou mesmo através de programação de blocos nas interfaces, o que torna RPA altamente flexível e versátil (ASATIANI; PENTTINEN, 2016).

Segundo Rozario e Vasarhelyi (2018), RPA possui características únicas que o diferenciam de outros paradigmas como o gerenciamento de processos de negócio, do inglês *Business Process Management* ou BPM. Segundo Jeston e Nelis (2014), o BPM é uma disciplina de gestão focada em processos de negócios por meio de melhoria contínua, governança e alinhamento com os objetivos de uma organização. Já o RPA, é uma ferramenta capaz de executar logins, verificar

e-mails, criar e exportar relatórios, fazer entradas de dados em sistemas como *ERPs*, e muitas outras funções; além disso, os robôs podem ainda ser monitorados em tempo real.

Por meio do uso de RPA, há uma redução de riscos em erros de processo, e uma maior disponibilidade de execução das tarefas, visto que os robôs podem trabalhar 24 horas por dia, 7 dias por semana e “nunca ficarão doentes ou precisarão de férias” (MARTINS, 2018). Não obstante, conforme constatado por Asatiani e Penttinen (2016), RPA tem sido utilizado muitas vezes como uma alternativa a terceirização de trabalhos menos estratégicos; pois diversos outros problemas podem ser trazidos com a terceirização, como o custo de gestão das equipes, problemas de comunicação e regras de negócio complexas.

Lacity e Willcocks (2015) constataram que a percepção dos empregados das empresas que implementaram RPA é em geral positiva e não houve perda significativa de empregos nos estudos observados. Entretanto, é importante que as organizações que optem por sua implementação tenham conhecimento das diversas nuances em sua adoção, que são explicadas neste trabalho. Além disso, é importante ressaltar que RPA não tem sido prescrito de forma indiscriminada como a solução para todos os problemas de uma empresa, tendo, portanto, um espectro específico de tarefas-alvo (WATTENBERG, 2019) e diversos aspectos devem ser observados para o sucesso na implementação.

2.1.1.1 Tipos de RPA

Essencialmente, os robôs de RPA são categorizados quanto ao seu modo de trabalho. Estes podem trabalhar em dois modos (LEIBOWITZ; KAKHANDIKI, 2018):

- *Atendidos ou Attended*: Normalmente esse tipo de execução dos robôs é utilizada para tarefas *front-office*. É definido pela colaboração humano-robô, sendo possível a execução de uma parte das tarefas sendo realizadas pelo robô e algumas decisões nas tarefas sendo realizadas por um humano.
- *Não-atendidos ou Unattended*: Esse tipo de execução de robôs interage com as aplicações independentemente da intervenção humana. Podem ser disparados por eventos ou programados para funcionar num certo horário.

A tabela 2 demonstra a comparação entre os tipos de trabalho de um RPA.

	Atendido ou <i>attended</i>	Não-atendido ou <i>unattended</i>
O quê?	Auxilia nas tarefas de <i>front-office</i> , colaborando com funcionários e equipes.	Automatiza processos de <i>back-office</i> em grande escala.
Como?	Os funcionários acionam um bot e interagem com ele enquanto ele os ajuda. Os gerentes podem orquestrar tarefas entre pessoas e bots e coordenar os recursos internos.	Os bots de RPA não assistidos trabalham de forma independente, seguindo um processo baseado em regras até a conclusão.
Quando?	Os bots de RPA não assistida estão prontos e aguardando para serem ativados pelos funcionários sempre que forem necessários para ajudar no processo.	Os bots de RPA não assistida operam segundo uma agenda predefinida ou são acionados por lógica no fluxo do processo.
Onde?	Os bots assistidos podem ser executados em estações de trabalho, servidores privados ou na nuvem.	Os bots não assistidos podem ser executados em estações de trabalho, servidores privados ou na nuvem.
Por quê?	Aumenta a produtividade; Reduz o tempo médio de atendimento de chamadas; Melhora a experiência do cliente; Aumenta a conformidade.	Reduz os custos operacionais; Aumenta a produtividade; Reduz erros; Libera os funcionários do trabalho repetitivo; Melhora a conformidade.

Tabela 2 – Tabela de comparação entre os tipos de RPA. Fonte: Adaptado de [Automation Anywhere \(2020b\)](#).

2.1.1.2 RPA x macros

Apesar de muito semelhantes por seu tipo de tarefas, macros e RPA são tecnologias distintas. Ambos são capazes de automatizarem tarefas e gravarem ações ([Robert Walters, n.d.](#)).

Macros são sequências automatizadas de comandos que imitam ações de teclado e mouse e executam funções ([TECHOPEDIA, 2020](#)); como são as macros do Microsoft Excel – nelas o usuário final cria gravações e pode editar o código de modo a executar uma série de ações numa planilha, por exemplo. Os códigos das macros são conhecidos como *scripts*. Entretanto, as macros geralmente são restritas a uma única aplicação.

No caso dos RPAs, as ferramentas são construídas justamente para a integração entre

diferentes tipos de sistemas. Um RPA pode facilmente realizar uma série de tarefas em diversos sistemas, no escopo de um mesmo processo: abrir navegador e fazer login no sistema; navegar até determinada página; extrair um relatório; salvar no diretório desejado; abrir e logar em um *ERP*; realizar a chamada de uma macro ou *script* e comparar os relatórios; e, por fim, enviar um e-mail aos interessados com a comparação entre os relatórios. Para isso, o RPA se comunica com, no mínimo, 4 sistemas diferentes: o navegador, o sistema operacional, o sistema *ERP*, o interpretador do código da macro e a aplicação de envio de e-mails – sendo que o envio do e-mail pode ser configurado para ser realizado do próprio *software* RPA. Além disso, outro ponto importante é que RPAs podem ser desenvolvidos por pessoas com pouco conhecimento de programação – os robôs são treinados por meio de etapas “ilustrativas” em vez de instruções baseadas puramente em código (TRIPATHI, 2018).

Em síntese, as ferramentas de RPA têm um fim claro e bem definido, sendo o RPA independente da aplicação em si. Enquanto que com macros, para realizar tarefas em diversas aplicações vários *scripts* diferentes teriam que ser desenvolvidos; o RPA pode interagir com todas as aplicações através da criação de uma única tarefa. Não obstante, algumas ferramentas de RPA são integradas com um “estúdio”, isto é, um ambiente de desenvolvimento das automações de forma interativa, geralmente através de ‘clicar-arrastar’, facilitando o desenvolvimento (AGUIRRE; RODRIGUEZ, 2017).

No entanto, para a obtenção de sucesso na performance das tarefas, diversos RPAs são programados como um híbrido entre RPA-macro. Isto quer dizer que o robô pode executar diversas ações através de seus próprios comandos de integração e também fazer chamada da sub-rotina de uma macro criada em outra aplicação. Este é o caso do RPA que foi implementado no objeto de estudo deste trabalho, conforme descrito no Capítulo 3.

2.1.2 RPA como ferramenta de transformação digital

Faz parte da natureza organizacional que metodologias e processos se tornem obsoletos e sejam substituídas por outros melhores e mais eficientes.

A transformação digital, segundo Ebert e Duarte (2018), é realizada através da adoção de tecnologias disruptivas que elevam a produtividade, a geração de valor e o bem-estar social do negócio. Nesse contexto, Rozario e Vasarhelyi (2018) definem que o RPA é uma forma de melhoria de processos através de tecnologia pois, além de substituir tarefas previamente realizadas de forma manual, este pode impulsionar a reengenharia de processos. Também, para Mariano (2020), a automação robótica de processos é uma etapa significativa na jornada digital das organizações e está atualmente entre as principais tendências tecnológicas.

Uma das abordagens da implementação de RPA é que, tipicamente, as empresas melhoram seus processos e depois implementam RPA; isto porque o RPA conduz à digitalização do processo, o que forma a base da transformação digital de um negócio. Além disso, RPA oferece à organização

uma oportunidade de redesenhar os processos de ponta a ponta. Assim, a forma como os processos tem sido conduzidos é repensada de forma alinhada com as ferramentas digitais disponíveis, de modo a obter de melhores resultados para os clientes (ROBBIO, 2019; PwC, 2020).

Contudo, a transformação digital vai além, estando diretamente ligada à mudança de toda a cultura organizacional de uma empresa. Segundo Mayor (2019), existem 5 bases para a transformação digital em uma organização:

- *Backbone* operacional: sistemas e processos integrados que garantem a eficiência operacional e qualidade nas transações;
- Percepções compartilhadas do cliente: conhecimento organizacional sobre o que os clientes irão pagar por e como as tecnologias digitais podem entregar resultados as demandas;
- Plataforma digital: um repositório de negócios, tecnologia e componentes de dados que facilitam a inovação rápida de novas ofertas e melhorias;
- Estrutura de responsabilidade: clara propriedade e coordenação entre um conjunto crescente de ofertas e componentes digitais;
- Plataforma de desenvolvimento externo: uma plataforma digital para um ecossistema de parceiros que contribuem para e usam a plataforma.

Através dessas bases é que a mudança trazida pela transformação digital traz uma nova e melhor forma de se enxergar os negócios de uma organização. Afinal, conforme a fala de Ed Featherston, “automatizar um processo ruim somente faz o processo ruim ser executado mais rápido” (SCHIFF, 2017).

Para Davenport e Brain (2018), antes de automatizar os processos da empresa, deve-se encontrar maneiras de melhorá-los. Isso porque o RPA não “redesenha nada. Não pergunta se precisa fazer determinada atividade. Ele opera no nível da tarefa e não no nível do processo de ponta a ponta” (DAVENPORT; BRAIN, 2018). Portanto, automações feitas com os processos “como estão” podem até gerar resultados modestos, mas estão longe de aproximar o negócio de uma real transformação digital, e assim perdem oportunidades de melhorias reais de processo, qualidade, custos e tempos de ciclo (DAVENPORT; BRAIN, 2018).

Nesse cenário, RPA pode ser considerado um motor para a conexão de processos dentro de uma empresa, integrando áreas através de soluções digitais rápidas (PwC, 2020). As abordagens que melhor descrevem a implantação bem-sucedida de RPA em organizações enquanto criando valor para a transformação digital são através da criação de um Centro de Excelência (CoE), conforme proposto por Anagnoste (2018) e mariano2020. Com esse centro, os papéis e responsabilidades são levantados, endereçando de forma correta os recursos e as forças de trabalho. Também, para a transformação digital e real geração de valor, o negócio tem que passar por um plano de gestão de mudanças (WILLCOCKS; HINDLE; LACITY, 2019).

Contudo, é importante se observar que apesar de fornecer a base para a melhoria de eficiência e fazer com que o negócio pareça digital, o RPA pode limitar o desenvolvimento de novas soluções mais atuais e robustas aos sistemas legados e antigos que geralmente são automatizados (ROBBIO, 2019). A curto prazo, o RPA pode ser uma alternativa que entrega reduções de custos rápida e maior eficiência; sendo uma boa estratégia a utilização dos recursos poupados para pagar pelos verdadeiros esforços de modernização, que podem levar anos (EARLE; MASON, 2019).

Portanto, deve-se considerar RPA como uma das ferramentas num portfólio de transformação digital de TI (SIDERSKA, 2020; DOGUC, 2020). Afinal, “simplesmente automatizar um processo não é o suficiente para as organizações obterem sucesso no mundo digital” (ROBBIO, 2019) e “RPA em que o ‘P’ se refere a melhoria nos processos ou inovação é uma ferramenta muito mais valiosa que simples automação de tarefas” (DAVENPORT; BRAIN, 2018). Como observado por Lacity e Willcocks (2015), a relação entre pessoas e tecnologias tem que mudar no futuro para o melhor e o RPA é uma das ferramentas que podem auxiliar nessa mudança, envolvendo pessoas e processos da maneira correta.

2.1.2.1 Relevância RPA

O tema automação não é novo no ambiente organizacional, entretanto, quando se trata de processos de negócio, nenhuma ferramenta antes desenvolvida para tal fim conseguiu os mesmos resultados com os mesmos recursos como o RPA (SCHERMAN, 2018). Em entrevista ao jornal britânico *The Guardian*, o então CEO do Deutsche Bank, John Cryan afirmou:

“Em nosso banco nós temos pessoas fazendo trabalhos como robôs. Amanhã teremos robôs se comportando como pessoas. Não importa se nós, como banco, vamos participar dessas mudanças ou não. Isso vai acontecer.”

A afirmação demonstra a importância da tecnologia RPA para as organizações atualmente (TREANOR; KOLLEWE, 2017). No Google Trends, uma ferramenta que fornece um índice de série temporal do volume de consultas que os usuários inserem como busca no Google em uma determinada área geográfica (CHOI; VARIAN, 2012), pode-se observar um grande crescimento no volume de pesquisas do termo “*Robotic Process Automation*” nos últimos 5 anos em todo o mundo, conforme a figura 1.

Segundo um relatório da Gartner, o mercado de RPA está projetado para atingir a marca de US\$1,89 bilhão em 2021, um aumento de quase 20% em relação a 2020 (COSTELLO; RIMOL, 2020). Uma pesquisa da Deloitte apontou um *payback* do investimento em até 12 meses, além de grandes ganhos em *compliance*, qualidade e acurácia, produtividade e redução de custos, além disso, 78% das companhias que responderam à pesquisa, reportaram que iriam aumentar significativamente os investimentos em RPA nos próximos três anos, dado ao sucesso nas implementações (PEREIRA FABIO E SEEFELDER, 2018). A Accenture prevê que RPA pode reduzir custos de força de trabalho em até 80% (MURALEEDHARAN et al., 2016); McKinsey

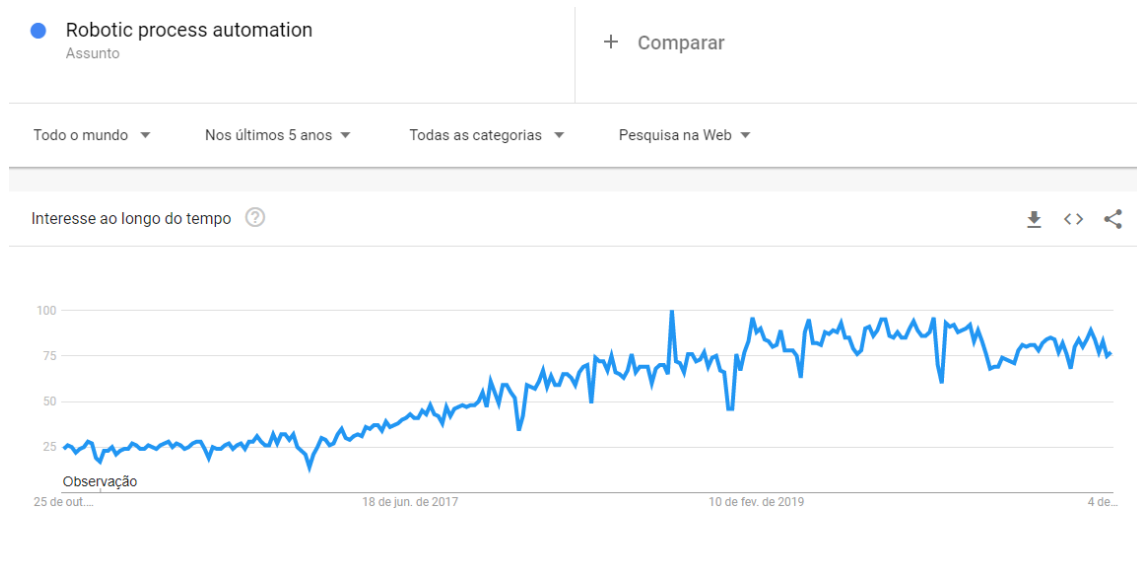


Figura 1 – Gráfico do Google Trends sobre as pesquisas de RPA nos últimos 5 anos. O eixo X representa as datas e o eixo Y representa o número de pontos de 0 a 100 para o volume de pesquisas de um determinado assunto. Fonte: [Google \(2020\)](#).

& Co. considera que as soluções de RPA podem retornar 30-200% dos investimentos no primeiro ano ([LHUER, 2016](#)); e, a PWC estima que 45% das tarefas hoje em dia podem ser automatizadas, gerando uma economia de até US\$2 trilhão em custos gerais de força de trabalho ([PwC, 2020](#); [HASHIM, 2020](#)).

O mercado de RPA está bem aquecido e essa tendência deve permanecer por alguns anos. Dado sua facilidade de uso e operação leve, o RPA pode ser originado dentro das áreas do negócio, não ficando restrito apenas ao setor de TI de um negócio ([LACITY; WILLCOCKS, 2015](#)), fato que impulsiona ainda mais a adoção dessa tecnologia nas organizações.

2.1.2.2 Vantagens e desvantagens

Os robôs desenvolvidos com RPA permitem a solução de diversos problemas de negócio. Na literatura disponível, diversas vantagens da implementação de RPA em diferentes abordagens podem ser listadas ([SOBCZAK, 2018](#); [ANAGNOSTE, 2018](#); [SIDERSKA, 2020](#); [SURI; ELIA; HILLEGERSBERG, 2017](#); [WILLCOCKS; LACITY; CRAIG, 2017](#); [KUMAR; BALARAMA-CHANDRAN, 2018](#); [AGUIRRE; RODRIGUEZ, 2017](#); [MARIANO, 2020](#); [HALLIKAINEN; BEKKHUS; PAN, 2018](#); [TRIPATHI, 2018](#)):

- Maior acurácia e qualidade, devido a alta repetibilidade dos robôs;
- Risco reduzido, devido a redução de entradas de dados errados manualmente ou falta de seguimento dos fluxos de processo;
- Serviço mais rápido: geralmente serviços de *back-office* tendem a reduzir a velocidade do negócio e com o uso de RPA, esses problemas são minimizados ou inexistentes;

- Melhor qualidade dos dados: com a redução de erros de entradas em sistemas há um aumento de confiabilidade dos dados;
- Maior satisfação dos empregados: devido ao maior tempo para os empregados agirem em tarefas menos manuais e mais analíticas e criativas, a sensação de empoderamento dos empregados aumenta;
- Benefícios em auditoria: graças aos registros de execuções (*logs*) dos robôs, os processos podem ser auditados de uma maneira mais eficiente;
- Ganhos em segurança: os sistemas dos clientes não são alterados e os acessos a sistemas são padronizados no momento da criação dos robôs, o que pode minimizar a exposição a possíveis dados confidenciais – afinal, menos pessoas com acesso a essas informações traz mais proteção aos negócios;
- Carga de trabalho reduzida: com os robôs cuidando das tarefas de *back-office*, as cargas de trabalho podem ser reduzidas;
- Rápido retorno de investimento: em diversos estudos foram reportados retornos de investimento em até 1 ano;
- Possibilidade de integração com diversos tipos de sistemas (ex: PDF, Microsoft Excel, *ERPs* como SAP, bancos de dados, navegadores da *web*, etc) de forma não invasiva;
- Redução de custos operacionais;
- Integração entre áreas dos negócios: por utilizar de procedimentos para a sua construção, caso as regras de negócios estejam bem alinhadas entre as áreas, há possibilidade de integração entre diferentes áreas do negócio;
- Alta disponibilidade: os robôs podem funcionar 24 horas por dia, 7 dias por semana;
- Fácil e rápida implementação: os RPAs podem ser desenvolvidos e começarem a dar resultados em até 8 semanas. As automações podem ser realizadas por profissionais de negócios ao invés de profissionais de tecnologia.

Por outro lado, como toda tecnologia, o RPA pode apresentar algumas desvantagens contrárias a sua implementação. Segundo [Asatiani e Penttinen \(2016\)](#), RPA só é indicado para processos que contém tarefas baseadas em regras. Outra desvantagem é a possível magnificação de erros: os robôs são treinados com as interfaces estáticas e caso hajam mudanças nessas interfaces - o que é comum nos dias atuais -, como os robôs não são capazes de detectar erros, é possível que esses continuem performando uma atividade em massa até que um erro seja detectado por um humano ([KIRCHMER; FRANZ, 2019](#)).

Não obstante, o RPA pode aumentar a complexidade de um processo quando uma parte do mesmo ainda necessita ser realizada por humanos (ALBERTH; MATTERN, 2017). Ademais, RPA pode elevar a necessidade de contratação de pessoas mais experientes, visto a criação de novas tarefas para os empregados e também a necessidade de supervisão dos robôs (ALBERTH; MATTERN, 2017).

RPA é portanto uma emergente tecnologia com grande potencial para a geração de valor ao negócio, mas essa deve ser considerada, muitas vezes, como uma solução temporária para processos manuais baseados em sistemas legados (ASATIANI; PENTTINEN, 2016). Sendo assim, o RPA não irá substituir aplicações ou sistemas já existentes, apenas complementá-los de modo a elevar a eficiência destes.

Por fim, embora sejam reportados diversos benefícios por múltiplos autores e consultorias, existem desvantagens importantes a serem consideradas também. Para a excelente implementação dessa tecnologia, aspectos importantes devem ser considerados, como a seleção de processos viáveis a implementação, conforme descrito na subseção 2.1.3.2.

2.1.3 Aspectos importantes

2.1.3.1 Casos de uso

Diversos tipos de setores da indústria tem adotado RPA como uma ferramenta de potencialização das capacidades dos negócios. Na tabela 3, são descritos alguns dos estudos relacionados a implementação de RPA em setores da indústria.

Setor	Autor(es)
Finanças e bancos	Kumar e Balaramachandran (2018), Asatiani e Penttinen (2016)
Telecomunicações	Lacity, Willcocks e Craig (2015), Schmitz, Dietze e Czarnecki (2019)
Contabilidade e auditoria	Rozario e Vasarhelyi (2018), Cooper et al. (2019), Willcocks, Lacity e Craig (2015)
Seguros	Lamberton, Brigo e Hoy (2017)
Cuidados de saúde	Ratia, Myllärniemi e Helander (2018)
Manufatura	Lin et al. (2018)
Manutenção	Radke, Dang e Tan (2020)
Teste de <i>software</i>	Yatskiv et al. (2019)

Tabela 3 – Estudos relacionados a implementação de RPA em diversos setores da indústria. Fonte: Autoria própria.

As aplicações de RPA nas organizações estão aumentando cada vez mais. Devido a sua crescente adaptabilidade a sistemas e possibilidade de interface entre aplicações, o mercado dessa tecnologia tende a expandir-se progressivamente.

2.1.3.2 Seleção de processos para RPA

Uma parte fundamental para o sucesso na implementação de RPA é a seleção apropriada de processos a serem automatizados (WILLCOCKS; LACITY; CRAIG, 2017). Os primeiros a adotar RPA conseguiram alcançar inúmeros benefícios, entretanto, em diversas empresas não foram obtidos os mesmos resultados ao escalarem seus pilotos iniciais ou provas de conceito (RUTAGANDA et al., 2017).

Segundo Asatiani e Penttinen (2016), Lacity, Willcocks e Craig (2015), Willcocks, Lacity e Craig (2017), Fung (2014), RPA é ideal em sistemas com transações de volumes moderados a grandes. Para Asatiani e Penttinen (2016), o RPA pode ser bem empregado quando há interface frequente entre múltiplas aplicações. Já segundo Anagnoste (2018), um ponto importante a ser observado é a estabilidade do ambiente dos sistemas.

Lacity, Willcocks e Craig (2015) descrevem que processos que contenham múltiplas exceções a serem consideradas, são geralmente mais complexos para a adoção de RPA. Para Lin et al. (2018), processos com dados não estruturados não são ideais para a automação. De acordo com Kyheröinen et al. (2018), Mariano (2020), Willcocks, Lacity e Craig (2017), a maturidade dos processos é essencial para a determinação da adoção ou não de RPA. Isso porque processos com pouco histórico de execução não tem todas as suas possíveis causas de falhas e exceções mapeadas (LINTUKANGAS et al., 2017). Anagnoste (2018) sustenta que processos a serem automatizados devem possuir dados de alta qualidade e alta disponibilidade.

Para Slaby (2012), processos que residem em ambientes estáveis, isto é, que contenham ferramentas que não passem por múltiplas mudanças num período de 12-18 meses são ideais para automação. Slaby (2012) complementa que processos que envolvem a necessidade de acesso a múltiplas aplicações e que podem ser decompostos em regras não ambíguas, ou seja, tem uma lógica definida do conjunto de passos a serem executados, e tem necessidade limitada da intervenção humana são bons candidatos para a adoção de RPA.

Além disso, Kirchmer e Franz (2019) defende que RPAs sejam utilizados em processos com alta repetitividade, de entrada e saída de dados de aplicações e com fácil acesso aos sistemas (sem *softwares* de segurança), com baixa mudança e em processos bem definidos.

Kirchmer e Franz (2019) propõe uma abordagem para a automação de processos guiada por geração de valor aos negócios, enquanto adotando rápidos resultados e mínimos riscos. Para tal, são verificados os potenciais processos para automação; é analisado o "Como É", do inglês *As/Is*, do processo, e são buscadas maneiras de se melhorar o processo antes da automação e também sendo ponderados os benefícios em tempo e custos. Essa etapa é definida como aspecto 1 da abordagem. Então, o processo é redesenhado utilizando de metodologia ágil, sendo gerado um MVP do projeto, sendo este o aspecto 2. A parte da implementação segue após aprovação e após implementados, os RPAs são sustentados de modo a maximizar a geração de valor. Caso sejam detectadas novas oportunidades de implementação ou melhoria do processo, volta-se ao

aspecto 1 e seguem-se as etapas posteriores, de forma cíclica.

Após escolhidos e implementados, os projetos de RPA devem seguir uma governança para garantir o sucesso de suas execuções.

2.1.3.3 Governança de RPA

Um fator importante para a sustentabilidade de tecnologias é a governança. A governança de um processo é definida pelas regras e diretrizes que orientam um negócio através da definição de papéis e responsabilidades (WEILL; ROSS, 2004).

Segundo Willcocks, Hindle e Lacity (2019), os usuários que obtêm mais performance com RPA “pensam estrategicamente, começam da maneira correta, institucionalizam rápido e inovam continuamente”, pois estes adotam um sistema de governança.

De acordo com Abel e Franjesevic (2019),

“A governança - o estabelecimento de políticas e a implementação e monitoramento dessas políticas sob um órgão de governo - é um componente fundamental de qualquer programa de RPA. A governança do programa RPA não é diferente da governança de outras tecnologias, na medida em que requer uma estratégia clara, gerenciamento de risco eficaz, disciplina e comprometimento, boa documentação e compartilhamento de informações e autoavaliação regular.”

Muitas vezes a implementação de RPA em uma empresa pode ser realizada sem o envolvimento do setor de TI do negócio (KEDZIORA; PENTTINEN et al., 2020) e segundo Lacity, Willcocks e Craig (2015), um dos desafios na governança de RPA é exatamente decidir se a tecnologia é um projeto do negócio ou um projeto de TI. Contudo, deve-se tomar os cuidados necessários para o sucesso da tecnologia. Para tal, alguns autores defendem modelos de estrutura de governança de RPA integrada a TI. De acordo com Willcocks, Hindle e Lacity (2019), a medida que os RPAs progridem nas organizações a governança tende a ser mais centralizada e complexa.

Através da estrutura de governança, é proporcionado ao negócio uma melhor visibilidade em nível executivo e corporativo, maior reutilização de capacidades, melhor articulação entre investimentos em automação e a direção estratégica de cada linha de negócio, e uma melhor capacidade de financiar oportunidades de automação, ampliando a aplicação na empresa (MARIANO, 2020).

A abordagem com maior sucesso apresentada é através da implementação de um Centro de Excelência (CoE), conforme proposto por Mariano (2020), Anagnoste (2018) e pontuado por Asatiani Aleksandre; Kämäräinen (2019), além dos reportes de diversas consultorias como Visagio e empresas como a UiPath (REZNIK; CUNHA; RODRIGUES, 2018; UiPath, n.d). Esse tipo de abordagem garante as melhores práticas de desenvolvimento minimizando os riscos ao negócio. São três os tipos de estruturas (ANAGNOSTE, 2018; REZNIK; CUNHA; RODRIGUES, 2018):

- Centralizada: Todas as ações - desde a identificação do processo até o desenvolvimento e implantação - estão em um único local. A equipe de RPA fica centralizada em um local e os esforços podem ser implantados de forma remota. A padronização é uma regra (inclusive para padrões de desenvolvimento). O conhecimento é compartilhado internamente numa base regular de projetos anteriores.
- Descentralizada: Desenvolvedores RPA ficam em locais diferentes. Padrões e políticas são gerenciados de forma central e distribuídos entre várias iniciativas. Há interação constante com as áreas do negócio. A padronização é uma exceção.
- Híbrida: Abordagem que agrega a estrutura centralizada e descentralizada, trazendo grande agilidade para as automações. O gerenciamento da equipe é mais complexo. Existe maior dificuldade com a garantia da qualidade.

Além disso, o Centro de Excelência funciona como um recurso para as áreas do negócio. As responsabilidades de cada Centro de Excelência dependem do tipo de estrutura de governança adotada. As atividades mais comuns incluem: impulsionar a automação de processos do negócio, treinando equipes e aumentando a conscientização a respeito do RPA; avaliar a criticidade e qualidade das soluções desenvolvidas, garantindo melhores práticas; monitorar operação dos robôs e garantir cumprimento de *SLAs* (acordos de nível de serviço, como os níveis de qualidade, prazos e responsabilidades para um serviço); acompanhar e relatar as principais etapas de desenvolvimento; garantir execução da governança estabelecida e garantir a melhoria contínua dos processos e ferramentas (REZNIK; CUNHA; RODRIGUES, 2018).

Para o correto desenvolvimento das soluções, é fundamental garantir que o time de RPA esteja devidamente alinhado de seus papéis e responsabilidades (ANAGNOSTE, 2018). A tabela 4 descreve os papéis e responsabilidades de cada uma das funções no Centro de Excelência. Em geral, os nomes dos papéis podem ser diferentes a depender da estrutura utilizada e as responsabilidades podem ser mescladas para um mesmo papel. Entretanto, as funções são semelhantes em todas as abordagens.

Uma vez instalada, a tecnologia do RPA se torna parte da infraestrutura corporativa e, por tal motivo, esta deve ser integrada à arquitetura de segurança da empresa.

Embora a automação dos processos possa ser realizada com certa rapidez e facilidade, a governança de RPA é uma parte mais desafiadora e complexa da implementação em uma organização. Em alguns casos, as organizações optam por terceirizar os serviços de implantação de RPA, deixando a governança dos robôs por conta de outra empresa (KEDZIORA; PENTTINEN et al., 2020). Entretanto, outras organizações entendem o RPA como parte de sua capacidade estratégica. Willcocks, Hindle e Lacity (2019) constataram num estudo que o número de organizações que tem adotado o RPA de forma interna tem aumentado em relação aos anos anteriores, isto é, os serviços de RPA estão sendo menos terceirizados.

Papéis	Responsabilidades
Patrocinador RPA	Estabelecer a tecnologia como uma prioridade estratégica para toda a empresa e garantir os recursos corporativos.
“Campeão” RPA	Impulsionar a adoção do RPA em toda a organização. Responsáveis por garantir um <i>pipeline</i> de automação saudável, ao mesmo tempo em que lidera o gerenciamento operacional da força de trabalho virtual.
Gerente da Mudança RPA	Essencial para garantir a fácil adoção do RPA dentro da empresa. Responsáveis por comandar a gestão de mudanças alinhados às entregas do projeto. São catalisadores no processo de transição, garantindo que cada parte interessada esteja bem informada e sintonizada com as mudanças que estão ocorrendo.
Analista de Negócios RPA	Especialistas no assunto do processo a ser automatizado. Responsáveis por criar as definições e mapas de processos utilizados pela automação.
Arquiteto de Soluções RPA	Definir a arquitetura da solução e a fiscalização de ponta a ponta, auxiliando nas fases de desenvolvimento e implementação. Selecionam o conjunto adequado de ferramentas e recursos tecnológicos e garantem o alinhamento da solução com as diretrizes da empresa.
Desenvolvedor RPA	Projetar, desenvolver e testar os fluxos da automação e apoiar na implementação da solução RPA. Trabalha lado a lado com o Analista de Negócios RPA para documentar os detalhes do processo e auxilia a equipe de trabalho na implementação e teste da solução, bem como durante a manutenção.
Engenheiro de infraestrutura RPA	Suporte de infraestrutura para instalação de servidores e solução de problemas. Também contribui na conclusão da arquitetura da solução para o RPA. Durante a fase de implementação, são os responsáveis por conduzir as oficinas de infraestrutura.
Supervisor RPA	Gerenciar, orquestrar e controlar a força de trabalho virtual como parte do ambiente operacional. Foco na melhoria contínua da automação, desempenho operacional e na alocação de recursos. Explora os relatórios avançados e ferramentas analíticas da solução.
Suporte RPA	Primeira linha de assistência no desenvolvimento da solução RPA.

Tabela 4 – Fonte: Adaptado de (UiPath, n.d).

A governança garante que os robôs não sejam uma simples aplicação de tecnologia, mas sim uma parte da estratégia organizacional para a melhoria geral dos processos de uma organização.

Por fim, com a governança devidamente definida e as soluções implementadas, deve-se garantir a manutenção e escalabilidade de tais soluções, de modo a assegurar a geração de valor para o negócio (KIRCHMER; FRANZ, 2019).

2.1.3.4 Manutenção e escalabilidade de RPA

Um dos maiores desafios para garantir a criação de valor para os negócios após a implementação de RPA nas organizações é a manutenção. Com a manutenção feita da forma correta, as execuções dos robôs são garantidas e os processos tem seus *SLAs* cumpridos. Entretanto, caso o processo de manutenção não seja observado ao desenvolver-se uma solução, essa pode tornar-se obsoleta em caso de alterações nas aplicações e até mesmo propagar erros em sistemas (KIRCHMER; FRANZ, 2019).

Segundo Figurelli (2016), os riscos são grandes se a automação de processos e orquestração de sua inteligência não forem feitas de forma segura e planejada. Willcocks, Hindle e Lacity (2019) observaram que, no passado, as organizações tendiam a não investigar os riscos e potenciais custos das automações de forma correta, o que gerou estouros em orçamento de 300-400%.

De acordo com Kedziora, Penttinen et al. (2020), até mesmo soluções bem implementadas de RPA necessitam de constante monitoramento e manutenção. Para garantir a manutenção dos robôs, diversos *softwares* de RPA contém ferramentas nativas de monitoramento de performance, como o número de chamadas de execução do robô, número de erros, status e controle de versão, além de *logs* e controle de agendamentos (TRIPATHI, 2018). Com essas ferramentas, é possível a identificação de eventuais falhas e oportunidades de melhoria nos códigos dos robôs.

Embora durante o desenvolvimento das automações as execuções dos robôs sejam testados de forma massiva, caso haja alguma falha, um agente humano deve atuar para a correção da falha e, enquanto a mesma não seja corrigida, deve-se existir maneiras para a contingência dos processos. Essas técnicas são conhecidas como procedimentos de escalada (KEDZIORA; PENTTINEN et al., 2020).

A orquestração dos robôs é fundamental na etapa de manutenção. Essa permite que os robôs lidem com os agendamentos de execuções e com credenciais de acesso, possuindo mecanismos confiáveis para eventuais replicações das automações (Chazey Partners. Co., n.d.).

Nesse contexto, o monitoramento de RPA auxilia no desempenho da ferramenta por proporcionar constante revisão das soluções desenvolvidas, sendo crucial para a escalabilidade dos robôs. Para Noppen et al. (2020), algumas diretrizes são fundamentais para avaliar os robôs, como a implementação de *checkpoints* durante o desenvolvimento dos robôs para auditar o uso dos

padrões de desenvolvimento. Além disso, garantir que o Centro de Excelência conduza entrevistas técnicas com as áreas do negócio para avaliar a performance dos robôs quando desenvolvidos, é fundamental para a qualidade das soluções (NOPPEN et al., 2020).

Não obstante, ao investir num projeto de RPA, grande parte das organizações esperam poder fazer adaptações às soluções desenvolvidas e aplicá-las a diversas áreas da mesma empresa, maximizando a eficiência e produtividade das equipes. A escalabilidade das soluções permite que a medida que mais soluções de RPA são desenvolvidas nas empresas, as mesmas possam ser replicadas com segurança. Para Chappel (2018), três aspectos são fundamentais quanto a escalabilidade dos robôs:

- Lidar com maiores cargas: Suporte para um grande número de robôs trabalhar juntos para realizar muitas instâncias de um mesmo processo de negócios. Não obstante, deve-se ser possível alterar com facilidade qual dos robôs está sendo executado, permitindo que trabalhem em processos diferentes em momentos distintos, por exemplo.
- Expansão do escopo de uso: Relacionado ao suporte para ampliar como e onde o RPA está sendo utilizado na organização. A automação pode iniciar por uma parte do negócio e ser expandida para englobar processos maiores.
- Aumento da amplitude de acesso: Os processos automatizados frequentemente necessitarão de acesso a novas aplicações e integração com outros sistemas. Essa expansão pode ser observada através da escalabilidade, pois permite que as soluções de RPA sejam utilizadas de forma mais ampla.

É papel do Centro de Excelência garantir que esses aspectos de manutenção e escalabilidade sejam corretamente observados e assegurados, tendo sua infraestrutura suportada pela TI (WILLCOCKS; HINDLE; LACITY, 2019). Desse modo, a companhia tem os recursos necessários para a obtenção de maior acurácia, redução de custos, ganhos em auditoria e outros benefícios em seus processos (WILLCOCKS; LACITY; CRAIG, 2015; SIDERSKA, 2020).

2.1.3.5 Ferramentas (softwares)

Formas de automação como o *screen scraping* e macros já existem há bastante tempo. Segundo Tripathi (2018) existem várias técnicas disponíveis para a automação de processos e programadores estão utilizando dessas há anos para aumento de eficiência nas organizações.

No entanto, ferramentas de RPA englobam um conjunto bem mais extenso de recursos, como integração com APIs de diversas aplicações, serviços de terminal e até alguns tipos de serviços de inteligência artificial (por exemplo aprendizado de máquina) como o reconhecimento de imagens (SLABY, 2012).

A escolha da ferramenta a ser utilizada em uma automação deve ser feita baseada nas necessidades de cada projeto. Todavia, alguns pontos devem ser considerados ao escolher a ferramenta, tais como (Software Testing Help, 2020):

- Independência de plataforma;
- Facilidade de uso;
- Custo;
- Escalabilidade;
- Especificidade para determinado tipo de indústria;
- Manutenção;
- Inteligência da ferramenta: deve agir como usuário final.

A partir da análise desses requisitos, as organizações podem compreender com mais propriedade sobre qual ferramenta pode ser melhor aplicável às realidades de seus negócios.

Através do Quadrante Mágico de Gartner, uma representação gráfica do mercado num período específico de tempo (BRESCIANI; EPPLER, 2008), pode-se observar as ferramentas que estão em alta atualmente, conforme a Figura 2.

O Quadrante Mágico possui dois eixos: na horizontal o eixo *Completeness of Vision* mensura a visão da empresa em termos de inovação tecnológica e conhecimento de mercado, através da análise de sua alocação de recursos, qualidade de metodologias, alianças e parcerias. Na vertical o eixo *Ability to Execute* representa a habilidade do provedor da solução em executar o que propõe, ou seja, sua estabilidade e abrangência de serviços oferecidos enquanto satisfazem as necessidades dos clientes (BRESCIANI; EPPLER, 2008).

As ferramentas são avaliadas entre *Leaders*, que corresponde às ferramentas em destaque no mercado; *Visionaires*, que correspondem às empresas que entendem as necessidades do mercado no futuro e alocam recursos para inovações nas tecnologias; *Niche Players*, que correspondem a empresas que possuem ferramentas voltadas para determinados nichos de mercado; e, por fim, *Challengers*, que correspondem as empresas que possuem ferramentas com propostas desafiadoras, com capacidade de execução plena mas que ainda não estão consolidadas no mercado por não terem completa visão do mercado, geralmente essas empresas introduzem inovações mas não tem muitos recursos financeiros (BRESCIANI; EPPLER, 2008).

Conforme pontuado por Bresciani e Eppler (2008), o Quadrante Mágico de Gartner é uma ferramenta de pesquisa e não um guia para a ação, pois em certas situações um produto considerado *Leader* pode não ser melhor que um *Niche Player*, a depender do contexto. Entretanto, esse pode ajudar organizações a nortear a definição de qual ferramenta empregar em suas automações.

Figure 1. Magic Quadrant for Robotic Process Automation



Figura 2 – Quadrante mágico de Gartner. Fonte: Gartner (2020).

Nesse contexto, as três principais ferramentas consideradas líderes do mercado são a UiPath, Automation Anywhere e BluePrism. Esses *softwares* são geralmente vendidos por empresas parceiras como Accenture, Cognizant, OpusCapita, Ernst & Young, Deloitte, JP Morgan Chase, entre outros (TRIPATHI, 2018).

Em suma, o que deve balizar a escolha da ferramenta RPA a ser utilizada por uma organização são os casos de uso para os quais o RPA será necessário. Isto quer dizer que as companhias devem buscar a ferramenta que melhor se adequa aos seus requisitos de processos, ao invés de avaliar apenas os benefícios trazidos por cada uma das ferramentas. Assim, as empresas podem evitar “armadilhas” e gerar real valor aos negócios.

2.1.4 Futuro das tecnologias RPA

Com o recente crescimento de tecnologias de inteligência artificial, como visão computacional e aprendizado profundo de máquina, as tecnologias RPA estão chegando a um novo patamar (PANETTA, 2019). Do ponto de vista técnico, esses avanços no campo da inteligência artificial podem proporcionar às ferramentas de RPA grande robustez: o humano não mais necessita programar o RPA manualmente, ao invés disso, basta deixar com que a inteligência artificial analise suas tarefas por algumas horas ou dias e esta irá propor potenciais soluções de forma automática (PANETTA, 2019).

Além disso, a colaboração e integração de ferramentas de RPA a soluções de inteligência artificial permite que novas habilidades complexas surjam nas ferramentas (DOGUC, 2020). Definir e lidar com exceções é um dos problemas atuais que pode deixar os RPAs complexos. Entretanto, com o advento dessas integrações, manualmente ter que lidar com essas realidades pode se tornar obsoleto.

Segundo Hashim (2020), as ferramentas de RPA estão se desenvolvendo rapidamente, com novas capacidades como:

- Avaliações automatizadas de maturidade e oportunidade;
- Orquestração de soluções de diversas ferramentas RPA com um console centralizado para manutenção;
- Compartilhamento de carga de trabalho entre robôs através de plataformas *cloud*;
- Experiência do usuário interativa com robôs habilitados para voz e bate-papo;
- *Insights* de risco preditivo em negócios e operações com aprendizado de máquina;
- Integração de módulos de RPA a *Internet of Things (IoT)* e *Big Data*.

Com esses avanços, as tecnologias de RPA estão deixando o seu conceito de simples ferramentas que automatizam negócios baseados em regras (ASATIANI; PENTTINEN, 2016) para soluções bem mais completas e robustas, de modo a habilitar a transformação e digitalização de diversos negócios.

2.2 Planejamento e Controle da Manutenção (PCM)

O setor de Planejamento e Controle da Manutenção de uma empresa é responsável pelo gerenciamento de todos os serviços de manutenção de uma empresa: custos, componentes, lubrificação, inspeção, indicadores, qual tipo de manutenção deve ser aplicada, e quais as metodologias devem ser utilizadas para a análise de uma falha ou planejamento de uma longa manutenção. Para Filho (2008), o PCM é o cerne da manutenção de uma empresa, sendo o resultado as ações

planejamento, programação e controle as atividades de manutenção para atender os objetivos estratégicos, táticos e operacionais das organizações. Neste trabalho, o PCM refere-se ao setor responsável pelos equipamentos (ou ativos) de mina que operam numa mina a céu aberto.

Neste contexto, o PCM desenvolve atividades de modo a maximizar a performance dos ativos, elevar a qualidade dos processos e a confiabilidade dos ativos, identificando soluções eficazes para os gargalos da manutenção (SANTOS, 2019). Desse modo, faz-se necessário que o PCM adote estratégias para a melhor alocação dos recursos da manutenção, sendo eles: o tempo, a mão de obra e os recursos financeiros.

É fundamental, então, que esse setor seja otimizado. Para tal, trazer maior maturidade e oportunidades de melhoria aos processos é fator chave para o sucesso da manutenção.

Na metodologia deste trabalho são descritas as etapas e processos verificados no PCM de uma indústria mineradora durante o desenvolvimento de uma prova de conceito de RPA em dois processos internos.

3 Metodologia

3.1 Tipo de pesquisa

Este trabalho se propõe a explorar os fatos a respeito da adoção de RPA em processos identificados como desgastantes e repetitivos no setor de PCM de uma empresa mineradora de grande porte. Dado isso, adotou-se uma estratégia de pesquisa de natureza descritiva-exploratória, com utilização de método qualitativo e abordagem metodológica por meio do desenvolvimento de uma solução num contexto empresarial. A pesquisa tem caráter descritivo-exploratório por buscar descrever a experiência de uma solução para um caso específico.

A unidade analisada é denominada nesta pesquisa como empresa X.

3.2 Seleção do caso

O primeiro passo para o desenvolvimento dos RPAs foi a realização de um levantamento interno com a equipe do PCM de modo a identificar as atividades com maior índice de repetitividade e que continham baixo valor agregado. Para tal, foi conduzida uma avaliação dos processos que poderiam gerar gargalos para o funcionamento do PCM. O levantamento foi feito com todos os 40 empregados do PCM através do método *brainstorming*, uma técnica de dinâmica de grupo que vale da contribuição espontânea de ideias por parte de todos os participantes, no intuito de resolver um problema.

Através deste levantamento, foram identificadas que as atividades relacionadas ao provimento de materiais para as ordens de manutenção (I) e controle de lubrificantes dos ativos (II) eram repetitivas e oneravam muito os responsáveis por esses processos. Embora as atividades não estejam interligadas entre si, falhas nesses processos poderiam prejudicar o ciclo do PCM como um todo, pois quando algum dos processos no PCM é lento ou ineficiente, toda a cadeia de manutenção é comprometida.

Desse modo, após o mapeamento desses processos, os mesmos foram estudados através de acompanhamento da execução das tarefas de modo a encontrar oportunidades de melhoria.

3.3 Coleta dos dados

A coleta dos dados inerentes aos processos foi realizada através do acompanhamento da execução manual pelos responsáveis das tarefas com o desenvolvedor das automações, com o intuito de se entender os fluxos, regras e *SLAs* dos processos. O fluxo utilizado para a criação das automações é mostrado a seguir, na Figura 3.

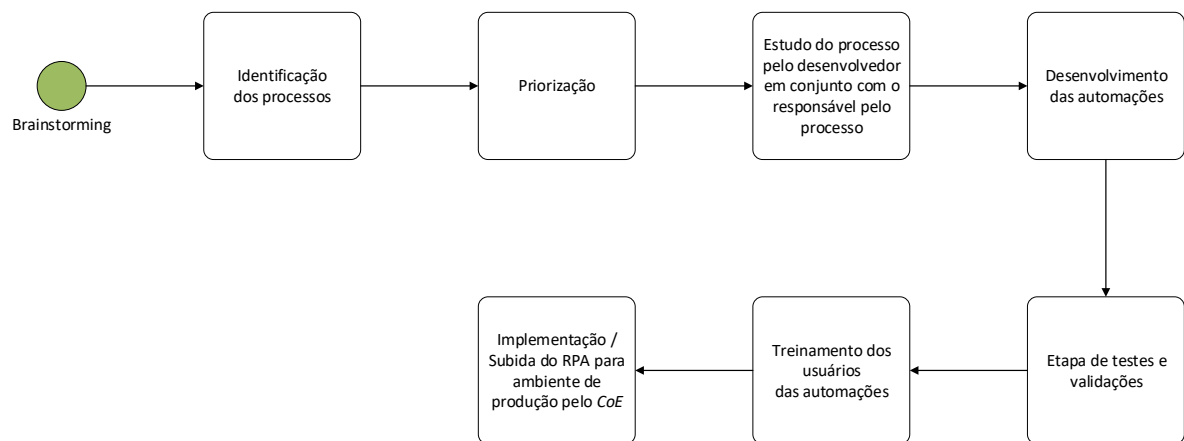


Figura 3 – Fluxograma adotado para o desenvolvimento das automações no PCM da empresa X.
Fonte: Autoria própria.

3.3.1 Análise As-Is do Processo I: Atualização de status das ordens de manutenção

Como parte integrante do processo de provisionamento, a conferência e consequente atualização dos status das ordens de manutenção é fundamental para a etapa subsequente de programação das ordens. Através da conferência e atualização de status de uma ordem de manutenção é possível o entendimento se um componente necessário para uma manutenção já está disponível ou não, promovendo alocação dos recursos de forma otimizada e reduzindo o tempo entre a abertura da ordem de manutenção e seu encerramento. Os possíveis status para uma ordem de manutenção no sistema *ERP SAP-PM* estão descritos na tabela 5.

Status SAP	Descrição
ABER	Aberta
AGAP	Aguardando aprovação
AGMT	Aguardando material
AGPL	Aguardando planejamento
AGRL	Aguardando replanejamento
APRV	Aprovada
AGRP	Aguardando reprogramação
CONF	Confirmação de execução da ordem
CONF ENCR	Encerramento confirmado
ENCR	Ordem encerrada e executada
ENTE	Ordem encerrada tecnicamente
EVCO	Ordem enviada ao coletor
EXEC	Ordem em execução
LIB	Liberada
LIB AGDO	Liberada aguardando planejamento
LIB EXEC	Liberada para execução
REPR	Reprogramada

Tabela 5 – Status das ordens de manutenção no SAP. Fonte: Autoria própria.

O fluxograma da Figura 5 demonstra a evolução dos status de uma ordem de manutenção de seu início até seu encerramento, além de mostrar qual parte do macro-processo cada status se refere. Da abertura ao encerramento de uma OM (ordem de manutenção), o tempo médio gasto é de 78 dias, conforme a Figura 4.

Supervisão	TEMPO MEDIO (AGPL, AGRL)	TEMPO MEDIO (AGMT, AGAP, AGAR)	TEMPO MEDIO (AGPR, AGRP)	Ader_HH_Tipo	*Tempo médio das notas
CARREGAMENTO	1,19	51,10	25,81	108,2%	87,34
CONTRATADA	7,42	22,24	22,04	75,9%	96,79
ELETRICA	5,03	51,38	27,83	488,3%	119,09
FERRAMENTARIA	0,00	8,00			0,00
INFRAESTRUTURA	1,03	35,11	38,34	98,2%	43,77
PNEUS	0,10	12,39	11,29	140,0%	182,46
TRANSPORTE	1,48	29,06	28,72	120,8%	69,46
UTILIDADES	2,12	38,67		51,9%	0,00
Total	1,66	37,13	29,46	117,6%	78,36

Figura 4 – Tempo médio das OMs por status no SAP-PM. Fonte: Autoria própria.

Através da Figura 4 e da compreensão da Figura 5, é possível a constatação que as OMs geralmente passam mais tempo durante a etapa de provisionamento de materiais (vide o status “AGMT”). Por isso, essa foi a etapa escolhida para as automações. Nesta etapa os componentes necessários para uma manutenção são comprados e o tempo de entrega desses componentes depende da disponibilidade dos fornecedores de materiais.

Assim que os fornecedores de materiais atendem a demanda de compra, os materiais são entregues no armazém de componentes e peças, e as notas fiscais são lidas por leitores digitais ou coletores, que lançam automaticamente as quantidades de materiais recebidas no SAP-PM.

Desse modo, as quantidades de materiais para uma determinada OM são atualizados. Porém, o status das ordens não é atualizado; os técnicos de provisionamento, responsáveis por esse processo, por sua vez, devem entrar no SAP e verificar OM por OM se todas as quantidades necessárias de cada um dos materiais para a execução de uma ordem foram atingidas. No entanto, como o número de OMs é muito grande e dentro de cada uma das OMs é possível ter diversos componentes associados, grande parte das vezes as OMs não são atualizadas, o que gera diversos erros para o processo do PCM.

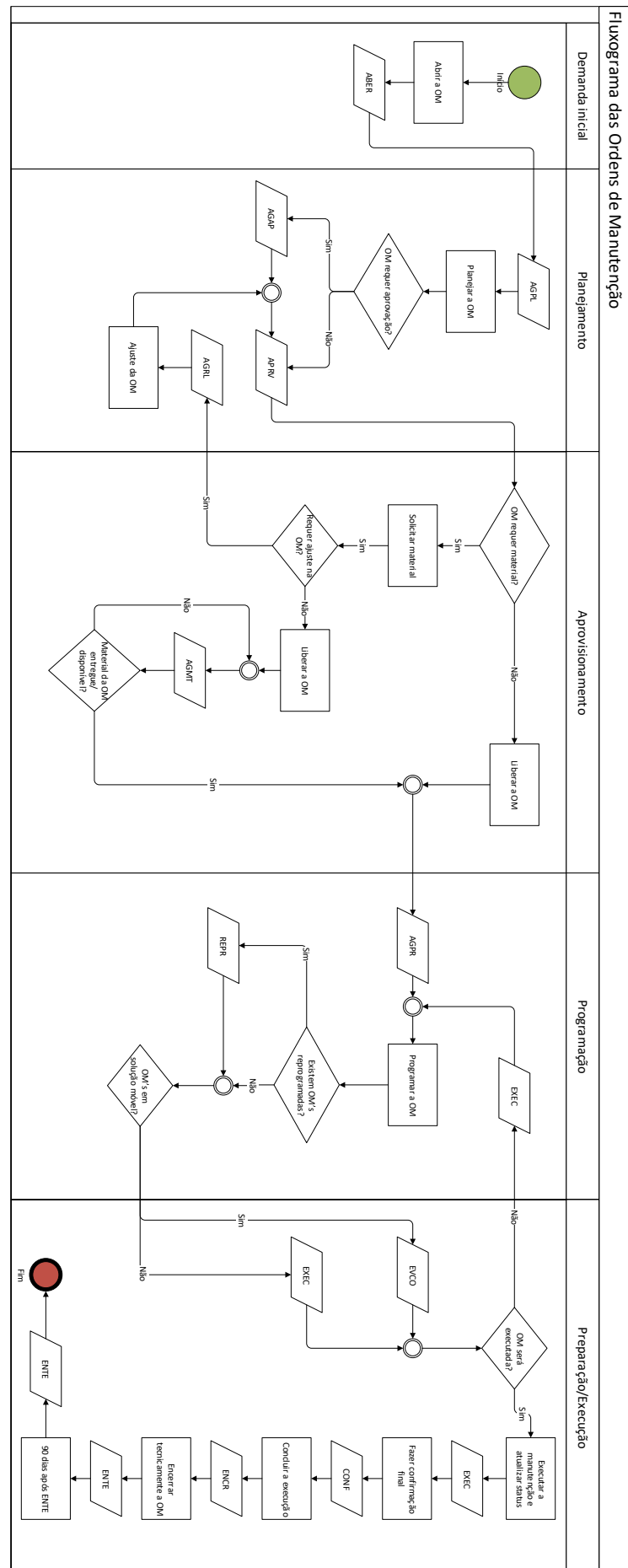


Figura 5 – Fluxograma de evolução dos status das ordens de manutenção no SAP-PM. Fonte: Adaptado de guia interno da empresa.

3.3.2 Análise As-Is do Processo II: Controle de lubrificantes dos ativos

Outro processo crucial para o PCM é o de controle de lubrificantes. Durante a etapa de *brainstorming*, esse processo foi citado múltiplas vezes por conta do esforço necessário para a realização do mesmo.

O controle de lubrificantes consiste na atualização das medições de lubrificantes utilizados nos equipamentos, como os óleos hidráulicos, de motor, de transmissão e demais componentes dos ativos de mina no SAP-PM – sigla para o módulo de manutenção do sistema *ERP* SAP – através da transação IK11. Os dados são preenchidos através de um formulário em papel pela equipe de lubrificação dos equipamentos e são entregues a dois auxiliares de manutenção responsáveis por transcrever os dados no sistema SAP.

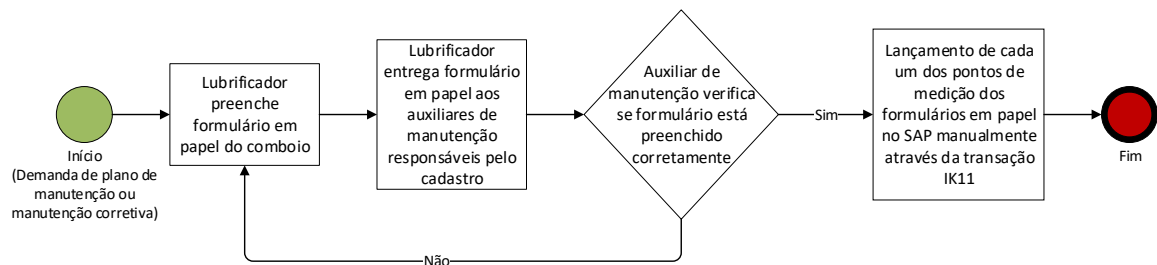


Figura 6 – Fluxograma As-Is do processo de lubrificantes. Fonte: Autoria própria.

Especialmente nesse processo, diversos problemas são elencados por já terem acontecido, de acordo com os relatos da equipe de PCM, dentre os quais:

- Os formulários em papel podem ser facilmente perdidos pela equipe de lubrificadores, visto o deslocamento excessivo da equipe, o que gera descontrole sobre os volumes de lubrificantes consumidos nos ativos;
- Os formulários em papel podem chegar sujos ou danificados e as caligrafias podem ser ilegíveis, o que prejudica a interpretação dos dados pelo auxiliar de manutenção;
- A etapa de verificação dos formulários recebidos nem sempre pode ser realizada, devido aos diferentes turnos de trabalho das equipes de lubrificação e dos auxiliares de manutenção;
- Falta de agilidade na geração de relatórios de controle das informações, visto o tempo gasto na etapa de cadastros manuais.

Não obstante, um dos objetivos para a adoção de RPA no PCM da empresa também é promover o empoderamento dos empregados para participar de atividades de maior valor agregado ao negócio. Ainda, o processo como era gerava inúmeros desperdícios ao negócio: de mão de obra, recursos físicos e falta de controle das informações.

3.4 Desenvolvimento

3.4.1 Ferramentas utilizadas

Dado o conhecimento adquirido com o estudo dos processos em questão, foi possível traçar os passos necessários para a criação das automações.

Os *softwares* e aplicações utilizados foram:

- SAP ECC Módulo PM (*Plaint Maintenance*);
- Microsoft Office Excel 2016;
- Automation Anywhere Enterprise 2019;
- Automation Anywhere Control Room;
- Aplicação de formulários da empresa X, denominado aqui como XForms.

3.4.2 Módulo de comunicação entre o SAP e o Excel

Como ambas as rotinas utilizam os *softwares* Microsoft Excel e o SAP-PM, o primeiro passo para o desenvolvimento das automações foi o desenvolvimento de uma função genérica para acessar as transações e manipular os campos do SAP através de VBA, fazendo o interfaceamento entre os sistemas. O VBA é uma implementação da linguagem de programação Visual Basic da Microsoft dentro de aplicações do Microsoft Office, como o Microsoft Excel.

A função mostrada no Algoritmo 1 foi desenvolvida devido a afinidade do desenvolvedor com a linguagem de programação Visual Basic. Para habilitar o código da função acima, foi habilitada a referência *SAP GUI Scripting API* através do painel de referências no módulo do Visual Basic For Applications no Excel (Figura 7) e, também, habilitado o *scripting* no menu de opções do SAP.

Conforme descrito na documentação da *SAP GUI Scripting API*, essa API permite gravar as ações executadas por um usuário através do *SAP GUI* e gravá-las como um *script*, além de permitir a execução dos *scripts* emulando as interações do usuário (SAP, 2019).

Algoritmo 1 Código da função em VBA para comunicação entre SAP e Microsoft Excel. Fonte: Autoria própria.

```
Function SAP_session(tcode As String)

    SAP_session = 0
    On Error GoTo err_100

    If Not IsObject(SAPapp) Then
        Set SapGuiAuto = GetObject("SAPGUI")
        Set SAPapp = SapGuiAuto.GetScriptingEngine
    End If
    If Not IsObject(SAPcon) Then
        Set SAPcon = SAPapp.Children(0)
    End If
    If Not IsObject(session) Then
        Set session = SAPcon.Children(0)
    End If
    If IsObject(WScript) Then
        WScript.ConnectObject session, "on"
        WScript.ConnectObject SAPapp, "on"
    End If

    If SAPcon.Children.Count > 1 Then
        GoTo err_102
    End If
    If InStr(1, session.findById("wnd[0]").Text, "SAP Easy", vbTextCompare) = 0 Then
        GoTo err_104
    End If
    session.findById("wnd[0]/tbar[0]/okcd").Text = tcode
    If tcode <> "" Then
        session.findById("wnd[0]").sendVkey 0
    End If

    Exit Function

err_100:
    SAP_session = 1
    MsgBox "SAP não disponível!" & Chr(13) _
    & "Efetue o logon do sistema para continuar.", _
    vbCritical, "SAP_session - Erro"
    Exit Function

err_102:
    SAP_session = 1
    MsgBox "Multiplas GUI detectadas!" & Chr(13) _
    & "Deixe apenas uma ""Janela GUI"" aberta para continuar.", _
    vbCritical, "SAP_session - Erro"
    Exit Function

err_104:
    SAP_session = 1
    MsgBox "Transação em andamento!" & Chr(13) _
    & "Retorne para ""SAP Easy Access"" para continuar.", _
    vbCritical, "SAP_session - Erro"
    Exit Function

End Function
```

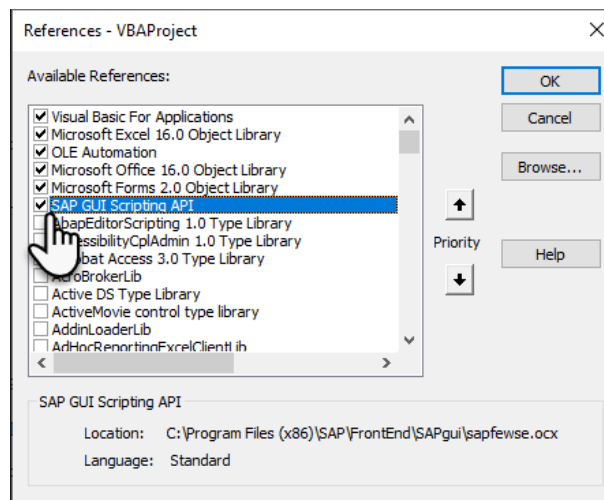


Figura 7 – Referência para *SAP GUI Scripting API* no Microsoft Visual Basic for Applications.
Fonte: Autoria própria.

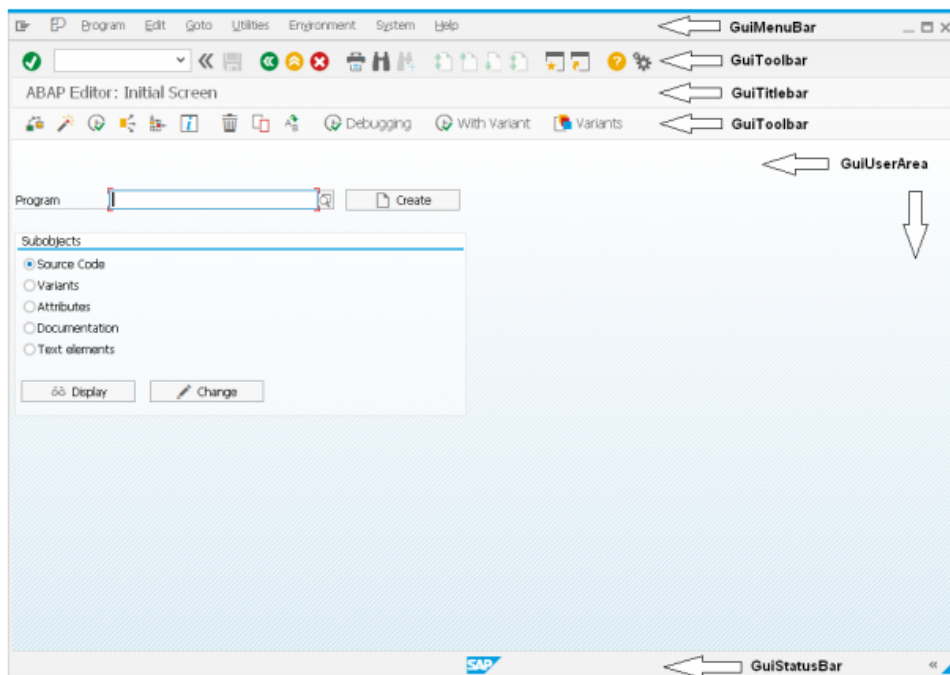


Figura 8 – Elementos no *SAP GUI Scripting API*. Fonte: SAP (2019).

3.4.3 Automação do Processo I: Atualização de status das ordens de manutenção

Com a função de comunicação já criada, o passo seguinte para a automação do processo de atualização de status das OM's foi a gravação dos *scripts* através do *SAP GUI*. Com isso, foram mapeados os campos do SAP que seriam utilizados nos *scripts*, conforme a figura 11.

O primeiro *script* desenvolvido busca todas as OM's em status de aprovisionamento no SAP até a data da consulta através do local de instalação dos equipamentos e exporta esse relatório para um arquivo em formato do Excel. O local de instalação é a denominação do código de cada um dos equipamentos no sistema SAP-PM. Os locais de instalação encontram-se numa planilha padrão no diretório de arquivos do RPA. Esse *script* foi chamado de “SAP_IW38”.

Ordem	Loc. instalação	Texto breve	CentTrab respo	Tipo de orde	Data de entra	Data-base in	Data-base fi	Status usuário
202003549645	FEMN-MIN-CAR-L1350-PE3503	SUBST. ANEL DE MANG E TUBO CIL ELEV. LD	VCAR01	YCM	21/09/2020	22/10/2020	22/10/2020	AGDO AGMT
202003549911	FEMN-MIN-CAR-L1350-PE3503	INSTALAR PINO TRAVA DA BARRA DE DIREÇÃO	VCAR01	YCM	21/09/2020	22/10/2020	22/10/2020	AGDO AGMT
202003549955	FEMN-MIN-CAR-L1350-PE3503	INSTALAR AMORTECEDOR DA PORTA LD	VCAR01	YCM	21/09/2020	19/11/2020	19/11/2020	AGDO AGMT
202003549992	FEMN-MIN-CAR-L1350-PE3503	SUBSTITUIR PALHETAS DOS LIMPADORES	VCAR01	YCM	21/09/2020	19/10/2020	19/10/2020	AGDO AGMT
202003550046	FEMN-MIN-CAR-L1350-PE3503	SUBST ANEIS DA FLAUTA CHASSI DIANTEIRO	VCAR01	YCM	21/09/2020	18/10/2020	18/10/2020	AGDO AGMT
202003550051	FEMN-MIN-CAR-L1350-PE3503	INSTALAR SUPORTE E CALÇO DE RODAS	VCAR01	YCM	21/09/2020	19/11/2020	19/11/2020	AGDO AGMT
202003550054	FEMN-MIN-CAR-L1350-PE3503	SUBST MANG DRENO CARCAÇA BOMB RAD AUXILI	VCAR01	YCM	21/09/2020	22/10/2020	22/10/2020	AGDO AGMT
202003560647	FEMN-MIN-CAM-C789D-CA66549	TR SUPORTE (U) DA ANCORA	VTRA01	YRR	22/09/2020	21/09/2020	23/09/2020	AGDO AGMT
202003665343	FEMN-MIN-EQA-P988H-PM6227	SUBST MECÂNISMO DA PORTA	VCAR01	YCM	29/09/2020	05/10/2020	05/10/2020	AGDO AGMT
202003760151	FEMN-MIN-ESC-P2000-EM2004	TROCAR 2º ROLETE SUPERIOR LE	VCAR01	YCM	06/10/2020	15/10/2020	15/10/2020	AGDO AGMT
202003779646	FEMN-MIN-ESC-P2000-EM2000	TROCAR SEGMENTO LD #MR#	VCAR01	YCM	07/10/2020	12/11/2020	12/11/2020	AGDO AGMT
202003779746	FEMN-MIN-ESC-P2000-EM2000	TROCAR ROLETES SUPERIORES #MR#	VCAR01	YCM	07/10/2020	12/11/2020	12/11/2020	AGDO AGMT
202003779898	FEMN-MIN-ESC-P2000-EM2000	TROCAR COMANDO FINAL LD #[EM2000]	VCAR01	YCM	07/10/2020	15/10/2020	15/10/2020	AGDO AGMT
202003782794	FEMN-MIN-CAR-L1350-PE3503	SUBSTITUIR COMPRESSOR DE AR - [PE3503]	VCAR01	YCM	07/10/2020	26/11/2020	26/11/2020	AGDO AGMT
202003783026	FEMN-MIN-CAR-L1350-PE3503	SUBST. ANEIS DAS FLAUTAS DEBAIXO DA CABI	VCAR01	YCM	07/10/2020	29/10/2020	29/10/2020	AGDO AGMT
202003783033	FEMN-MIN-CAR-L1350-PE3503	SUBSTITUIR PARAFUSOS MANCAL LIFT ARM LD	VCAR01	YCM	07/10/2020	22/11/2020	23/11/2020	AGDO AGMT

Figura 9 – Trecho de relatório exportado através da transação IW38. Fonte: Autoria própria.

Em seguida, após a emissão do relatório da transação IW38, foi criado um *script* em VBA para efetuar um *loop* sobre todas as ordens de manutenção que verifica seus status e a existência de materiais atribuídos à ordem através da transação IW32. Esse *script* foi chamado de “SAP_IW32”.

O fluxograma da Figura 10 demonstra a rotina executada pelo *script* para tratamento do status das ordens e as Figuras 11 e 14 mostram os campos que são verificados no SAP-PM. Caso a OM pesquisada na transação não esteja disponível, o *script* passa para a próxima linha e deixa uma mensagem de “OM não disponível” na linha referente à OM da planilha.

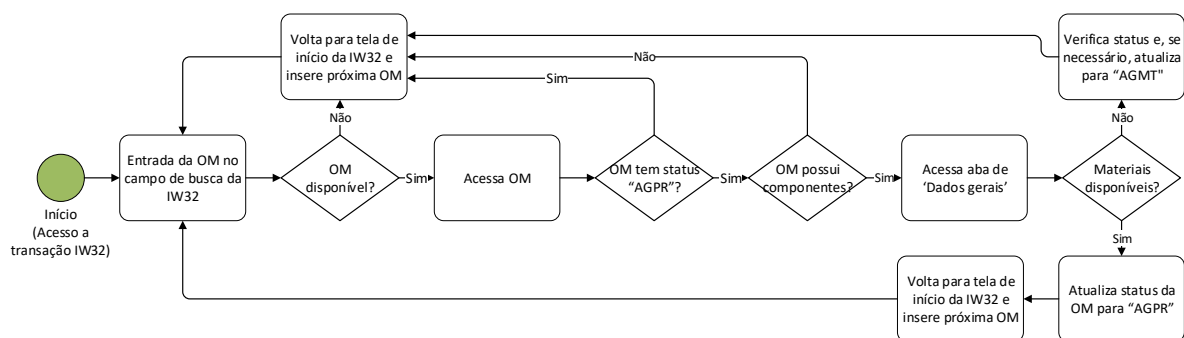


Figura 10 – Fluxograma *To-Be* de atualização do status das OMs. Fonte: Autoria própria.

Por fim, após a criação dos *scripts*, foi utilizado do *software* Automation Anywhere para criação das rotinas de chamada dos procedimentos que fazem parte do processo. Foram elaboradas as rotinas através de tarefas separadas (tarefas secundárias) e uma tarefa principal é responsável por unir as tarefas secundárias num mesmo escopo de execução, completando o fluxo do processo.

Para o *login* no SAP, foi utilizado da ferramenta de *credential locker*, do Automation Anywhere. Essa ferramenta permite que informações sensíveis como senhas e códigos de usuários sejam salvos de forma criptografada e esses *lockers* podem ser utilizados no código das tarefas como variáveis comuns, conforme mostrado na figura 13. Dessa forma, qualquer um que visualize o código da tarefa não tem acesso a dados confidenciais, garantindo a segurança das informações (Automation Anywhere, 2020a). Também, foi utilizado de uma tarefa já criada para o *login*, disponibilizada a partir do repositório de boas práticas do Centro de Excelência da companhia.

De forma simplificada, o passo a passo é: fechar aplicações abertas para garantir a performance do RPA; efetuar o *login* no SAP; executar chamada do *script* de exportação do relatório da transação IW38 no SAP; executar chamada do *script* que percorre a planilha de ordens e atualiza o status das OMs; enviar e-mail aos responsáveis quando a execução é finalizada.

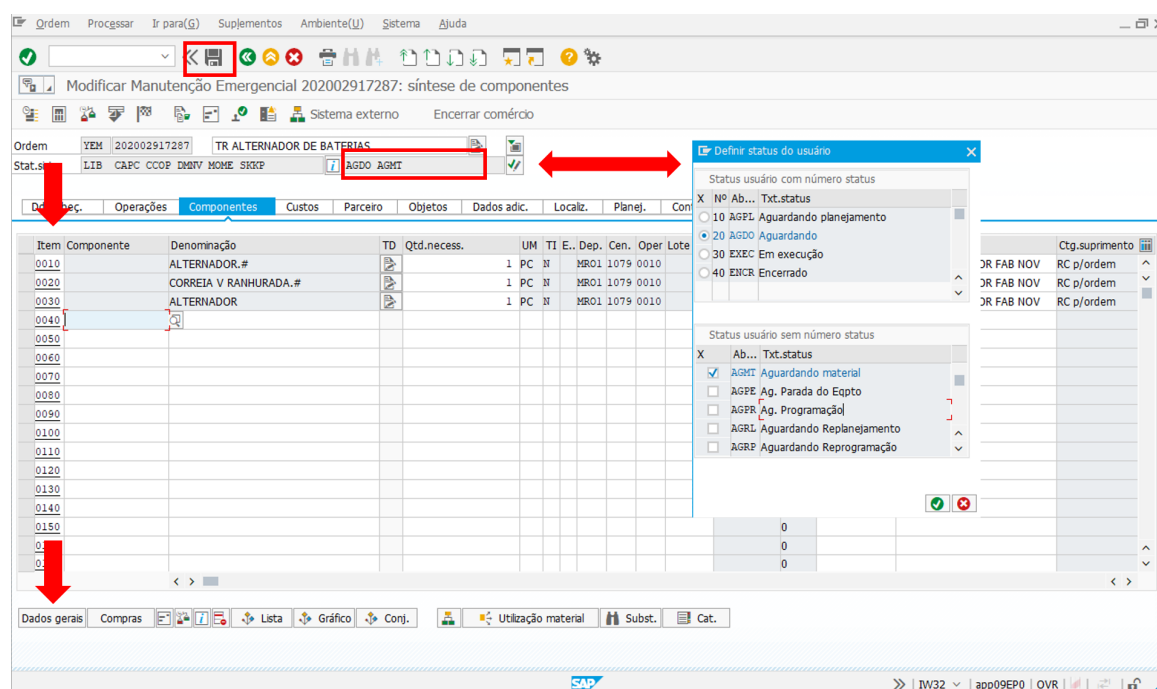


Figura 11 – Tela principal de componentes da transação IW32 no SAP. Fonte: Autoria própria.

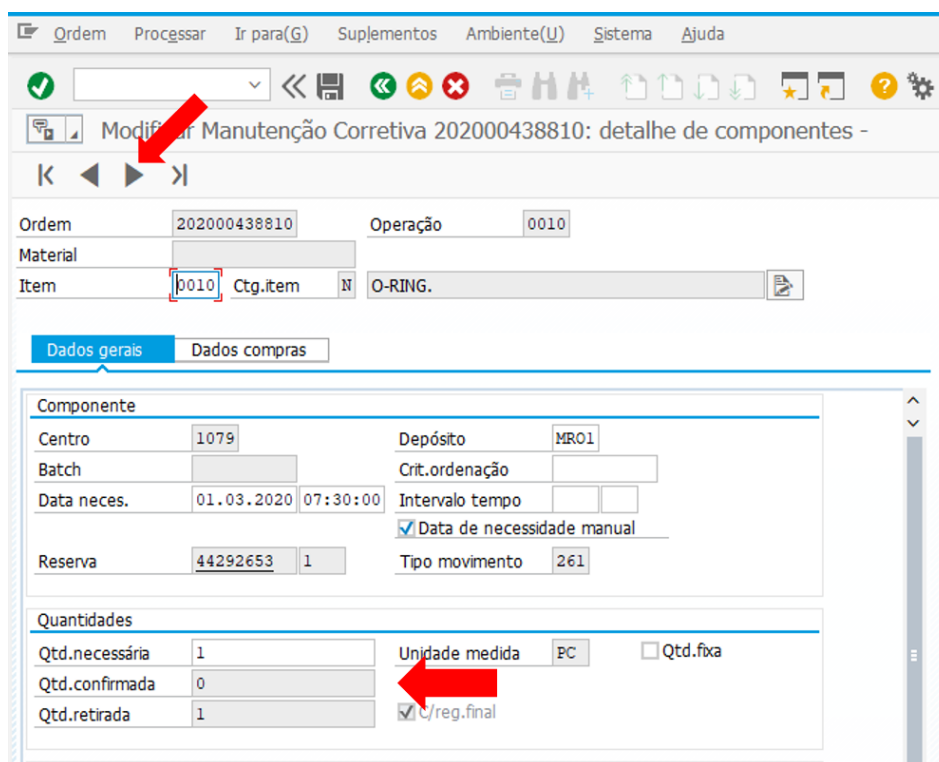


Figura 12 – Tela de dados gerais da transação IW32 no SAP. Fonte: Autoria própria.

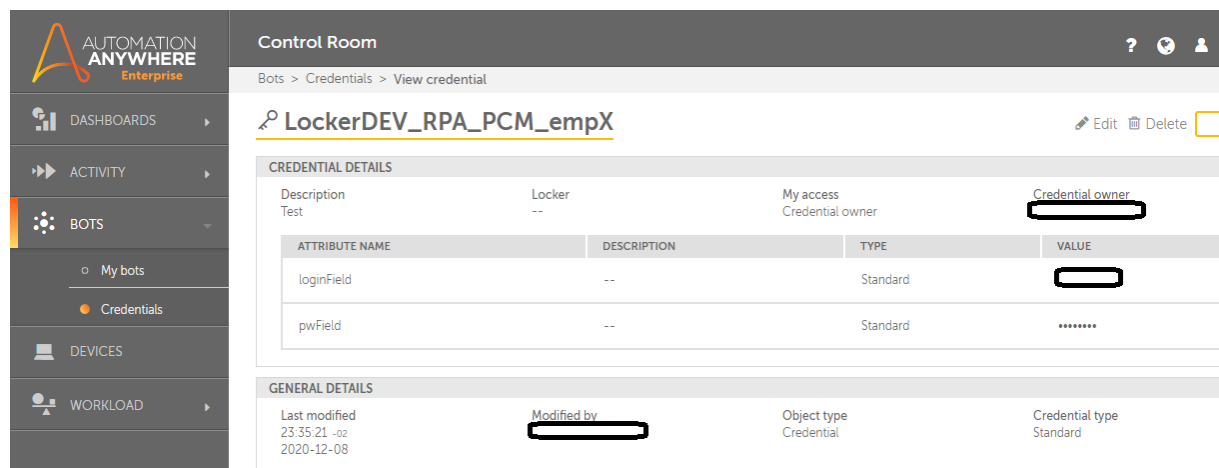


Figura 13 – *Locker* criado para armazenamento dos dados sensíveis de *login* ao SAP através do *Control Room* do Automation Anywhere. Fonte: Autoria própria.

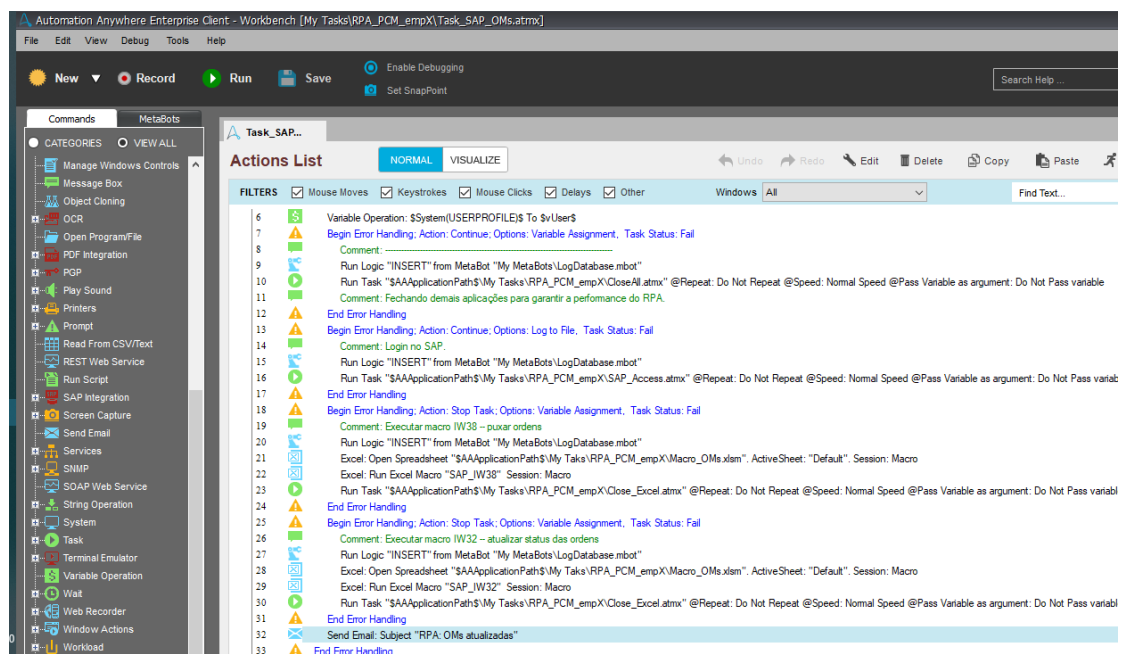


Figura 14 – Trecho da tarefa principal para o processo de atualização do status das OMs. Fonte: Autoria própria.

3.4.4 Automação do Processo II: Controle de lubrificantes dos ativos

Após a análise *As-Is* do processo de controle de lubrificantes dos ativos foi verificado que continuar com os formulários em papel não era uma opção viável. Poderia-se tentar utilizar de técnicas de *OCR*, o reconhecimento óptico de caracteres, ferramenta que muitos softwares de RPAs já possuem integração, entretanto, os problemas ora enfrentados continuariam a ocorrer.

Por isso, para a substituição dos formulários em papel, optou-se pela criação de uma aplicação de formulário através do XForms. Com a ferramenta XForms, é possível que os cadastros sejam feitos através da plataforma *web* ou do aplicativo para dispositivos móveis, além de permitir que os registros sejam registrados na memória do dispositivo (em modo *offline*) caso não haja rede disponível para o cadastro – o que é uma realidade, muitas das vezes, no ambiente de mina.

Foi realizado, então, um estudo de viabilidade de utilização dos próprios dispositivos móveis dos empregados para registro nos formulários; entretanto, essa opção não se mostrou viável devido a diversos problemas, como não *compliance*. Assim, foram adquiridos *tablets* e proteções para impacto – devido as adversidades por conta do ambiente de mina – para utilização do XForms através desses dispositivos móveis.

Para o desenvolvimento dos formulários, foi verificado através da transação IK11 no SAP (figura 16) quais eram os campos necessários para realização dos lançamentos de documentos de medição dos lubrificantes. A aplicação desenvolvida é mostrada no modelo da figura 15.

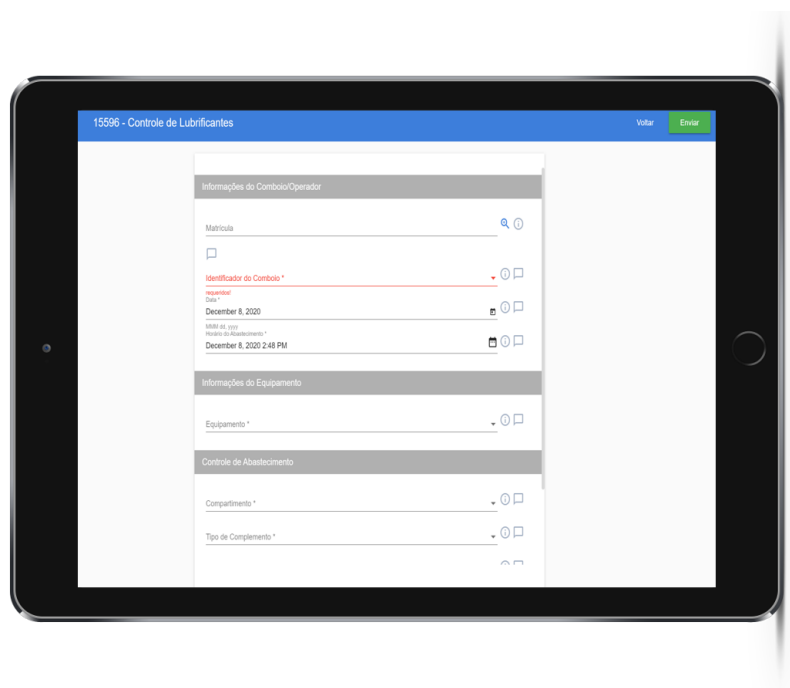
A imagem mostra um tablet com uma interface de formulário web. No topo, uma barra azul contém o título "15596 - Controle de Lubrificantes" e dois botões: "Voltar" e "Enviar". O formulário é dividido em seções com cabeçalhos cinza: "Informações do Combustível/Operador", "Informações do Equipamento" e "Controle de Abastecimento". A primeira seção contém campos para "Matrícula", "Identificador do Combustível" (com uma linha vermelha de erro), "Data" (preenchido com "December 8, 2020") e "Hora de Abastecimento" (preenchido com "December 8, 2020 2:48 PM"). A segunda seção tem um campo para "Equipamento". A terceira seção tem campos para "Compartimento" e "Tipo de Complemento". Cada campo de texto tem ícones de lupa e limpar ao lado. Os campos de data e hora têm ícones de calendário e relógio.

Figura 15 – Modelo de formulário para o controle de lubrificantes dos ativos no *tablet*. Fonte: Autoria própria.

The screenshot shows the SAP transaction IK11 'Criar doc.medição: dados gerais'. The main data area contains the following fields:

Doc.medição	181421124
Ponto medição	4136661
Item medição	LT_HIDRAUL
Loc.instal.	FEMN-MIN-CAM-C789D-CA66541
Denominação	CAMINHAO FE MECANICO BASCULANTE 789D

The 'Dados do documento' section includes:

Hora medição	08.12.2020 / 14:42:06	<input type="checkbox"/> Doc.após medidas
Característica	YPM_MED_LT_HIDRAULICO	LT_HIDRAULICO
Unid.caracter.	L	Indutancia
Valor medido	1	
Valor teórico		0,00
Cód.valorização		
Texto	<input type="checkbox"/> Txt.descritivo	

The 'Valor medido' field is highlighted with a red box. The SAP status bar at the bottom shows 'IK11', 'app09EP0', and 'OVR'.

Figura 16 – Tela de lançamento de dados na transação IK11. Fonte: Autoria própria.

A aplicação XForms disponibiliza uma *API* com as respostas aos formulários que pode ser consumida através de uma URL. Com a *API*, os dados são atualizados em tempo real, isto é, assim que um novo registro é feito no formulário a *API* permite que os dados de pergunta/resposta sejam obtidos através do formato JSON. Essa URL foi importada através do *Power Query* ao Microsoft Excel. O *Power Query* é um suplemento do Microsoft Excel que permite a conexão a diversas fontes de dados e as etapas de transformação de uma fonte de dados. Esse processo é conhecido como *ETL*: extrair, transformar, carregar. Após a importação (etapa extrair), o JSON fornecido pela *API* foi transformado em tabela e os dados são cruzados com uma base relacional de pontos de medição (etapa transformar) e carregados para uma planilha do Microsoft Excel (etapa carregar).

De forma semelhante ao realizado no processo I (3.4.3), foi desenvolvido um *script* em VBA que acessa a transação IK11 e percorre através de um *loop* cada uma das linhas da planilha de dados de respostas aos formulários realizando os lançamentos no SAP. A cada execução do *script*, a base de dados é atualizada, trazendo as respostas ao formulário mais recentes. Para garantir que a cada nova execução do *script* um mesmo documento de medição não seja lançado duas vezes, foi incluído na sub-rotina do *script* a criação de uma coluna na planilha que inclui uma confirmação a cada documento de medição lançado no SAP. Assim, ao executar o RPA, apenas as linhas em que não haja a confirmação de lançamento do documento de medição são processadas. O fluxograma *To-Be* para o processo utilizando RPA é demonstrado através da Figura 17.

Conforme o código mostrado na Figura 18, há um comando de “*INSERT*” para cada um dos *error handlers* (bloco de código entre *Begin Error Handling* e *End Error Handling*), que

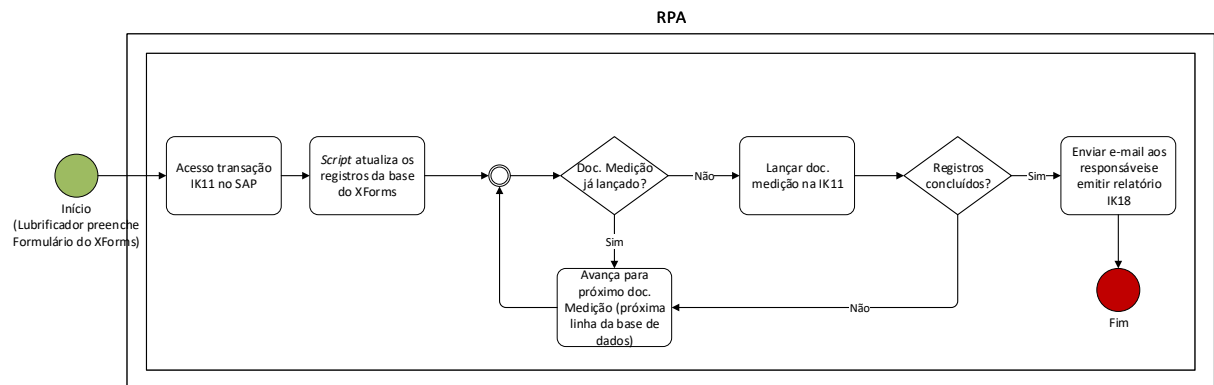


Figura 17 – Fluxograma *To-Be* para o processo de controle de lubrificantes dos ativos com o RPA. Fonte: Autoria própria.

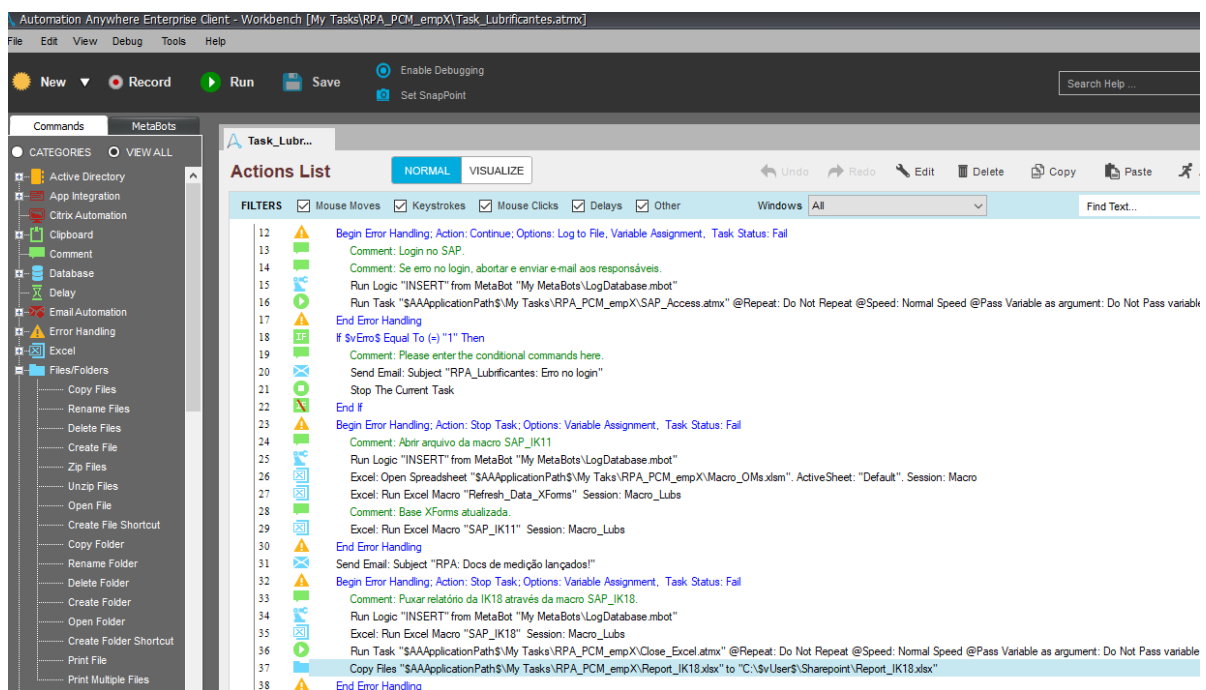


Figura 18 – Trecho de código do RPA para o processo II. Fonte: Autoria própria.

grava informações num arquivo de texto com as informações das etapas percorridas pelo RPA, o que auxilia na verificação de erros do robô.

Ainda, após a execução do *script* responsável por realizar os lançamentos dos documentos de medição através da transação IK11, é enviado um e-mail aos responsáveis pelo processo informando que os lançamentos estão concluídos e um outro *script* é executado. Este, por sua vez, abre a transação IK18 no SAP e emite um relatório dos documentos de medição dos ativos. Esse relatório é salvo em um diretório em nuvem, e posteriormente é consumido através do *software* Microsoft Power BI, gerando análises a respeito do volume de lubrificantes consumidos pelos equipamentos.

4 Resultados

4.1 Descrição do caso

A empresa avaliada na pesquisa iniciou a implementação de RPA em outros setores a partir de meados de 2018 através de um programa de desenvolvimento de RPAs, com foco em redução de custos operacionais, aumento de produtividade e obtenção de excelência operacional.

O programa foi iniciado com a definição das metas e estratégias de RPA e os primeiros processos foram automatizados através desse programa. Com o aumento das demandas de automação, o segundo passo foi o desenvolvimento de uma academia de treinamento de RPA com a missão de capacitar os empregados dos mais variados setores da empresa, visando expandir a criação de soluções.

As soluções tem um modelo de governança garantido por um Centro de Excelência, que viabiliza os procedimentos, padrões e operação dos robôs alinhados ao contexto dos negócios. Além disso, a academia de treinamento fornece um canal de trocas de experiências entre os usuários e desenvolvedores de RPA na empresa, o que enriquece a troca de conhecimento entre os empregados.

Os RPAs desenvolvidos durante a pesquisa passaram pelas fases de estudo dos processos, desenvolvimento das automações, testes e validações, e treinamento dos usuários responsáveis pela utilização da tecnologia. Durante a etapa de testes e treinamento, foi utilizada a operação do tipo *attended*. Com a subida do projeto para produção, a intenção é passar a operação para a operação *unattended* pelo Centro de Excelência. Até a elaboração deste trabalho, a etapa de subida do projeto para ambiente de produção não foi concluída, e por tal motivo, os resultados aqui apresentados são da operação dos robôs durante o período de testes e treinamentos dos usuários.

Os parâmetros avaliados para o resultado dos RPAs desenvolvidos na unidade de pesquisa analisada dizem respeito a discussão dos aspectos mencionados na metodologia deste trabalho, tais como: vantagens e desvantagens; papel da ferramenta como mecanismo de transformação digital; e, dificuldades encontradas durante o desenvolvimento das soluções.

4.2 Avaliação dos resultados

Para a verificação dos impactos trazidos pela adoção de RPA no PCM de equipamentos de mina da empresa X, foram considerados os seguintes aspectos:

- Tempo;

- Produtividade;
- Confiabilidade;
- Controle de processos;
- Auditoria;
- Economia ou Redução de custos.

4.2.1 Processo I: Atualização de status das ordens de manutenção

O processo de atualização de status das ordens de manutenção no SAP é extremamente importante para o ciclo da manutenção planejada ser cumprido. O primeiro parâmetro verificado como melhoria para o processo de atualização dos status das OMs é o tempo.

	Humano		RPA	
	1 OM	100 OMs	1 OM	100 OMs
OM sem material	00:00:08	00:13:20	00:00:03	00:05:00
OM com 20 materiais	00:01:10	01:56:40	00:00:22	00:36:40
Média	00:00:39	01:05:00	00:00:12	00:20:50

Tabela 6 – Tabela comparativa entre os tempos de operação humano x RPA para o processo de atualização de status das OMs no sistema SAP. Fonte: Autoria própria.

A tabela 6 demonstra que um humano leva em média 39 segundos para atualizar o status de uma OM. Isso porque existem ordens com materiais atrelados, que são mais demoradas para conferência manual, e ordens sem nenhum material, que costumam ser de conferência rápida. De forma análoga, para conferir 100 OMs um humano levaria em média 1 hora e 5 minutos, conferindo OMs com 20 materiais e sem materiais. Já a operação com RPA é mais rápida, visto a não necessidade de movimentos de mouse para clicar nos campos e a maior agilidade em mudança de telas. Desse modo, a operação de atualização de status de 100 OMs com o RPA leva em média 20 minutos e 50 segundos. Verifica-se, portanto, que a operação com RPA é, em média, 68% mais rápida que a operação tradicional desse processo realizada por um humano.

Além disso, a tarefa era dividida entre os técnicos de provisionamento que se subdividiam entre as frotas de equipamentos de atuação. Assim, cada técnico ficava responsável apenas pelas OMs de sua frota. Todavia, mesmo com essa subdivisão da tarefa, o número de OMs a serem verificadas é muito grande (cerca de 9000 OMs por ano) e existe a necessidade de constante verificação, pois a cada dia novas ordens de manutenção são geradas pelos mais variados motivos, o que inviabiliza a conferência manual; e os técnicos de provisionamento tem diversas outras tarefas no processo do PCM. Desse modo, nem todas as OMs tinham seus status atualizados, causando diversos gargalos para os controles do PCM.

Nesse contexto, várias OMs acabavam sendo programadas sem a devida verificação de se o material de fato está disponível para a realização da manutenção, gerando perdas de produtividade. Este, alinhado ao fato de este processo nunca ter sido executado em sua integridade, é um dos motivos levantados para os baixos indicadores de idade médias das ordens de manutenção da unidade de PCM estudada e espera-se que o RPA possa elevar esses indicadores.

O RPA desenvolvido influencia diretamente na conformidade dos processos de provisionamento e programação do PCM. Com a solução, elevam-se os índices de confiabilidade, visto a baixa ocorrência de erros durante a operação do RPA. Visto ao RPA verificar todas as ordens de manutenção em status de provisionamento que constam no SAP em suas execuções, foi verificado que diversas OMs que não continham status atrelado a espera de materiais no SAP (“AGMT”) e mesmo assim continham materiais, provenientes de erros de apropriação manuais, foram corrigidas pelo robô.

Ademais, para melhorar ainda mais o tempo de execução do robô, pode-se facilmente reprogramar o RPA de modo a obter agilidade, com a criação de instâncias separadas de execução. Para isso, basta que sejam agrupados os equipamentos (locais de instalação a serem consultados no SAP) por frotas, por exemplo, e para cada frota tem-se uma instância única de execução do RPA. Assim, múltiplos RPAs podem ser executados simultaneamente; porém, deve-se observar que para esse caso seriam necessários mais chaves de acesso ao sistema SAP, visto o RPA operar em apenas uma *SAP GUI* por vez.

Outrossim, o desenvolvimento dos fluxogramas estruturados para o processo auxilia na análise de conformidade do processo seguindo as diretrizes do negócio estabelecidas pela companhia. Após o desenvolvimento do RPA, foram preenchidos documentos que comprovam seu propósito e explicam seu funcionamento através dos fluxogramas e comentários nos *scripts* desenvolvidos, o que auxilia na manutenabilidade das soluções desenvolvidas ainda que o desenvolvedor inicial não esteja disponível para consulta no futuro. Também, com os arquivos de *logs* gerados pelo RPA, é possível rastrear possíveis falhas em execução e acionar o Centro de Excelência para prover as correções caso necessárias.

Para calcular a economia gerada pela solução desenvolvida, pode-se utilizar do cálculo de *FTE*. Essa métrica avalia a quantidade de pessoas que seriam necessárias para a execução de uma tarefa num determinado período de tempo e, portanto, pode mostrar quanto a solução economiza com o custo de colaboradores da empresa no período de tempo calculado.

Na equipe estudada eram 4 técnicos de provisionamento, que tem jornadas de trabalho de 8 horas diárias. Cada um dos técnicos passava cerca de 2 horas diárias com a etapa de conferência e atualização de status das ordens de manutenção de suas frotas de atuação. Assim, percebe-se que o RPA desenvolvido pode prover uma economia de aproximadamente 1 *FTE*. Ou ainda, pode-se inferir que há o ganho de produtividade de 1 *FTE* na equipe.

Por falta de um ambiente de testes com OMs fictícias, durante as 45 execuções de teste

do robô, as validações foram feitas em ambiente de operação normal do SAP. Dado isso, a cada execução de teste do robô, em que diversas OMs eram reprocessadas, foi necessário a verificação manual das modificações realizadas pelo RPA, o que causou retrabalho para comprovar a eficácia da solução desenvolvida. Porém, vale ressaltar que esse fato não ocorrerá mais após a operação do projeto passar para ambiente de produção através do Centro de Excelência.

4.2.2 Processo II: Controle de lubrificantes dos ativos

O desenvolvimento do formulário e disponibilização através dos *tablets* mudou completamente o contexto em que o processo de controle de lubrificantes dos ativos se encaixava no PCM da empresa. Anteriormente, o processo era extremamente manual e com gargalos de ponta a ponta.

Além de bastante intuitivo, o formulário desenvolvido e apresentado no aplicativo móvel dos *tablets* tem modelo semelhante aos outros formulários que os empregados da companhia já estão habituados a preencher e, portanto, a curva de aprendizado para os registros foi rápida e os treinamentos dos empregados foram realizados em seções de 30 minutos com cada um dos turnos da equipe de lubrificação. Caso o responsável por um abastecimento preencha e envie o formulário com dados errados, o mesmo deve fazer contato com os auxiliares de manutenção que devem checar se o robô já realizou esses registros e deletá-los de forma manual.

Foi utilizada uma chave única de acesso à aplicação dos formulários por meio dos *tablets* disponibilizada pela equipe de TI, facilitando ainda mais a etapa de *login* na ferramenta. No formulário desenvolvido, os responsáveis preenchem a identificação dos usuários (matrícula), data e hora do abastecimento, equipamento em que está sendo realizado o abastecimento e os volumes anteriores e posteriores ao abastecimento. Esses dados de resposta ao formulário disponibilizados pela *API* do XForms são transformados através do *Power Query* e são consumidos pelo RPA num formato de tabela numa planilha do Microsoft Excel, o que garante a segurança dos dados.

O cenário pré-RPA apresentava um *lead time* médio de cadastro dos documentos de medição dos lubrificantes no SAP de 2 dias. Isso porque os formulários nem sempre eram entregues aos auxiliares de manutenção no mesmo dia dos cadastros. Com isso, as informações demoravam a constar no sistema SAP e os relatórios de controle estavam sempre desatualizados.

Com o desenvolvimento do RPA e baseado nos testes realizados, infere-se que o novo *lead time* médio de cadastro e geração de relatórios será de até 2 horas e 30 minutos por dia. A operação do RPA em ambiente de produção será *unattended* e os robôs serão programados para execução de 2 em 2 horas.

Com a operação dos robôs, os erros de cadastro serão mitigados, o que elevará a qualidade dos dados e, conseqüentemente, a confiabilidade nos controles dos relatórios gerados. Ainda, com os *logs* do robô, garantia das execuções através do Automation Anywhere *Control Room* e fluxograma do processo bem-definidos, o processo pode ser auditado de forma simplificada.

No quesito economia, esta pode ser mensurada, também como no processo I, através do cálculo de *FTE*: na equipe 2 auxiliares de manutenção com jornadas de trabalho de 8 horas diárias, passavam cerca de 4 horas por dia de trabalho com a organização dos formulários em papel e cadastro das informações no sistema SAP. Com a solução desenvolvida, 8 horas de trabalho manual diários são eliminados, o que representa a economia de 1 *FTE* para a equipe. Os auxiliares de manutenção inicialmente responsáveis pelo cadastro das informações foram realocados para atividades de maior valor agregado ao negócio, como análise de falhas e de indicadores dos equipamentos de mina.

4.3 Discussão

Através do desenvolvimento dos RPAs do presente trabalho, foi provado que diversos ganhos serão gerados para a unidade de PCM analisada.

Os processos automatizados eram baseados em regras, repetitivos e continham exceções limitadas, o que comprova o proposto por [Lacity e Willcocks \(2015\)](#), que RPA é ideal para adoção nesse tipo de situação. Não obstante, o estudo demonstra como o emprego dessa tecnologia pode ser bem sucedida quando há interface entre múltiplas aplicações, conforme mencionado por [Asatiani e Penttinen \(2016\)](#).

Os processos escolhidos para automação são baseados em sistema legado – no caso estudado, majoritariamente no SAP – e, portanto, residem em ambiente estável e que não sofre mudanças frequentes, complementando o identificado por [Slaby \(2012\)](#). Ademais, conforme descrito na metodologia (3) e na avaliação dos resultados (4.2), comprova-se que a adoção de um sistema de governança através de um Centro de Excelência e de processos bem definidos traz inúmeros ganhos para o negócio, permitindo a manutenção e escalabilidade das soluções desenvolvidas, garantindo a estratégia operacional para a melhoria dos processos da organização.

Também, a adoção híbrida entre *scripts* em VBA e as tarefas que consolidam a execução das sub-rotinas através do software Automation Anywhere se mostrou performática e não apresentou problemas com as condições analisadas.

Consoante com o descrito por [Siderska \(2020\)](#), com a adoção de RPA os empregados terão mais tempo para atuação em processos que geram maior valor agregado para o negócio, atingindo os objetivos da adoção de RPA na unidade de PCM analisada. Há, nesse caso, uma percepção de empoderamento dos empregados, o que pode aumentar a produtividade dos mesmos, elevando a eficiência da equipe de PCM, fortalecendo a ideia de que a relação entre pessoas e tecnologia pode ser melhorada através de RPA ([LACITY; WILLCOCKS, 2015](#)).

Com os ganhos de produtividade que foram observados durante as etapas de testes, verifica-se que a ferramenta RPA pode ser aplicada com sucesso para diversos outros processos de PCM desde que sejam observados os aspectos supracitados. Ainda, com a redução de riscos de erros

manuais nos processos estudados, serviço feito de forma mais rápida e melhor qualidade dos dados, o PCM posiciona-se num patamar mais estratégico alinhado com a visão do negócio. Espera-se que com o desenvolvimento da automação em questão, maior controle sobre os processos internos seja trazido para a unidade de PCM estudada, podendo a boa prática ser replicada a demais unidades de PCM da empresa.

Desse modo, verificou-se que o RPA é uma excelente ferramenta que, alinhada com outras metodologias e ferramentas, pode auxiliar a promover a transformação digital de uma empresa e contribuir com a obtenção de excelência operacional de uma organização. Todavia, deve-se observar que a adoção deliberada de RPA sem os devidos cuidados observados na revisão de literatura deste trabalho pode trazer malefícios a um negócio, alinhando-se a ideia de [Davenport e Brain \(2018\)](#); afinal, sem redesenhar os processos ou estudá-los a fundo, a adoção de RPA só fará um processo ruim ser executado mais rápido ([SCHIFF, 2017](#)).

5 Considerações Finais

5.1 Conclusão

Com base nos estudos realizados e na análise dos resultados, foram desenvolvidos dois RPAs para o PCM de equipamentos de mina de uma multinacional mineradora que apresentaram resultados comprovando os benefícios apontados na literatura e atendendo aos objetivos deste trabalho.

Foram verificados através da revisão de literatura e das soluções desenvolvidas que a tecnologia RPA é uma excelente ferramenta, em pleno estado de crescimento, que serve para automatizar processos de uma organização e prover geração de valor através de operações mais rápidas; qualidade de dados elevada; redução de riscos e custos; reposicionamento de mão de obra para atividades mais estratégicas; aumento de produtividade; e, assim, auxiliar na obtenção de excelência operacional.

Os resultados obtidos no desenvolvimento do trabalho foram satisfatórios e mostraram que RPA pode ser utilizado como um motor da transformação digital em organizações e um mecanismo para promoção de empoderamento dos empregados de uma determinada companhia. Para tal, aspectos devem ser observados como: seleção apropriada dos processos para automação, definição de estratégia e metas para a robotização, escolha da ferramenta a ser utilizada, qual o modelo de governança será utilizado para o desenvolvimento e manutenção das soluções e documentação dos processos de forma clara.

A estratégia de desenvolvimento de soluções adotada neste trabalho implementou a automação de sub-processos no contexto de um PCM de uma empresa, mas é válido em estudos futuros a avaliação dos impactos trazidos pela implementação de RPA em processos de ponta a ponta. Também, é importante ressaltar que a tecnologia RPA ainda é pouco explorada na literatura e grande parte das fontes disponíveis para pesquisa ainda são novas. Portanto, é importante avaliar os impactos dessa tecnologia no longo prazo e verificar se objetivos dos negócios estão sendo alcançados com o emprego desta tecnologia.

5.2 Trabalhos Futuros

Para a continuação e aprimoramento do trabalho desenvolvido propõe-se a realização de um estudo de caso que visa comparar: os impactos da operações do robôs de forma assistida (*unattended*) e os resultados obtidos durante a etapa de testes das soluções desenvolvidas no presente trabalho e a viabilidade de atualização dos *softwares* legados utilizados no PCM de uma empresa, promovendo entendimento sobre qual solução gera mais valor ao negócio e os custos

envolvidos nesses projetos.

Ainda, é proposta a implementação de mais automações no setor de PCM de uma determinada empresa, avaliando os impactos de forma quantitativa em como a performance total do PCM e dos equipamentos pode ser melhorada através da adoção de tecnologia como o RPA.

Estes estudos complementariam o trabalho atual ao avaliar questões que não foram levados em conta para a elaboração deste trabalho, além de ampliar a literatura sobre o tema, promovendo insumos para trabalhos cada vez mais completos.

Referências

- ABEL, T.; FRANJESEVIC, B. Who is watching the bots? part 1 - rpa governance. 6 2019. Disponível em: <<https://blog.protiviti.com/2019/06/05/who-is-watching-the-bots-part-1-rpa-governance>>. 14
- AGUIRRE, S.; RODRIGUEZ, A. Automation of a business process using robotic process automation (rpa): A case study. In: . [S.l.: s.n.], 2017. p. 65–71. ISBN 978-3-319-66962-5. 4, 7, 10
- ALBERTH, M.; MATTERN, M. Understanding robotic process automation (rpa). *Journal of Financial Transformation*, v. 46, p. 54–61, 2017. 12
- ANAGNOSTE, S. Setting up a robotic process automation center of excellence. *Management Dynamics in the Knowledge Economy*, v. 6, p. 307–322, 01 2018. 8, 10, 13, 14, 15
- ASATIANI, A.; PENTTINEN, E. Turning robotic process automation into commercial success – case opuscapita. *Journal of Information Technology Teaching Cases*, v. 6, n. 2, p. 67–74, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1057/jittc.2016.5>>. 4, 5, 11, 12, 13, 21, 44
- ASATIANI ALEKSANDRE; KÄMÄRÄINEN, T. P. E. *Unexpected Problems Associated with the Federated IT Governance Structure in Robotic Process Automation (RPA) Deployment*. [S.l.], 2019. 22 p. (Aalto University publication series BUSINESS + ECONOMY; 2/2019). Disponível em: <<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-60-8698-9>>. 14
- Automation Anywhere. *Lockers - Overview*. 2020. Disponível em: <<https://docs.automationanywhere.com/bundle/enterprise-v11.3/page/enterprise/topics/control-room/bots/credentials/lockers-overview.html>>. 34
- Automation Anywhere. *RPA ASSISTIDA E NÃO ASSISTIDA, EXPLICAÇÃO: Descubra quando aplicar a RPA assistida e não assistida para automação dos processos de negócios*. 2020. Disponível em: <<https://www.automationanywhere.com/br/rpa/attended-vs-unattended-rpa>>. ix, 6
- BHATT, M. *RPA vs Traditional Automation: Key Differences*. 2020. Disponível em: <<https://nuummite.consulting/rpa-vs-traditional-automation-key-differences/>>. 4
- BRESCIANI, S.; EPPLER, M. J. Gartner’s magic quadrant and hype cycle. *Institute of Marketing and Communication Management (IMCA), Università della Svizzera italiana, Faculty of Communication Sciences, Case*, n. 2, 2008. 19
- BROCKE, J. v. et al. Ten principles of good business process management. *Business Process Management Journal*, v. 20, 07 2014. 1
- CHAPPEL, D. Understanding rpa scalability. *Chappell Associates*, 2018. Disponível em: <<https://www.blueprism.com/uploads/resources/white-papers/Understanding-RPA-Scalability-The-Blue-Prism-Example-1.0.pdf>>. 18
- Chazey Partners. Co. *How RPA Is Different from Scripting and Macros*. n.d. Disponível em: <<https://chazeypartners.com/articles/how-rpa-is-different-from-scripting-and-macros>>. 17

CHOI, H.; VARIAN, H. Predicting the present with google trends. *Economic Record*, v. 88, n. s1, p. 2–9, 2012. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1475-4932.2012.00809.x>>. 9

COOPER, L. A. et al. Robotic process automation in public accounting. *Accounting Horizons*, American Accounting Association, v. 33, n. 4, p. 15–35, 2019. 12

COSTELLO, K.; RIMOL, M. *Gartner Says Worldwide Robotic Process Automation Software Revenue to Reach Nearly \$2 Billion in 2021*. Gartner, 2020. Disponível em: <<https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2020-09-21-gartner-says-worldwide-robotic-process-automation-software-revenue-to-reach-nearly-2-billion>>. 2, 9

DAS, A.; DEY, S. Robotic process automation: assessment of the technology for transformation of business processes. *International Journal of Business Process Integration and Management*, v. 9, p. 220–230, 07 2019. 1

DAVENPORT, T. H.; BRAIN, D. *Before Automating Your Company's Processes, Find Ways to Improve Them*. Harvard Business Review, 2018. Disponível em: <https://hbr.org/2018/06/before-automating-your-companys-processes-find-ways-to-improve-them?ab=at_articlepage_whattoreadnext>. 8, 9, 45

DOGUC, O. Robot process automation (rpa) and its future. In: *Handbook of Research on Strategic Fit and Design in Business Ecosystems*. [S.l.]: IGI Global, 2020. p. 469–492. 9, 21

EARLE, G.; MASON, M. *Four bad ways to use RPA*. 2019. Disponível em: <<https://www.thoughtworks.com/insights/articles/four-bad-ways-use-rpa>>. 9

EBERT, C.; DUARTE, C. H. C. Digital transformation. *IEEE Softw.*, v. 35, n. 4, p. 16–21, 2018. 7

FIGURELLI, R. *RPA Robotic Process Automation: As empresas e os negócios na velocidade da luz*. 2. ed. [S.l.]: Editora Trajecta, 2016. 17

FILHO, G. B. *A Organização, o Planejamento e o controle da manutenção*. [S.l.]: Ciência Moderna, 2008. 21

FUNG, H. P. Criteria, use cases and effects of information technology process automation (itpa). *Advances in Robotics & Automation*, v. 3, 2014. 13

Google. *Robotic process automation search on Google Trends*. 2020. viii, 10

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. 10

HASHIM, M. Bridging digital transformations through rpa. 09 2020. 10, 21

HILSON, G.; MURCK, B. Sustainable development in the mining industry: clarifying the corporate perspective. *Resources Policy*, v. 26, n. 4, p. 227 – 238, 2000. ISSN 0301-4207. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301420700000416>>. 1

HUPJE, E. *Without Maintenance Planning and Scheduling You Will Fail*. 2017. Disponível em: <<https://www.roadtoreliability.com/fail-without-planning-scheduling/>>. 3

- JESTON, J.; NELIS, J. *Business process management*. [S.l.]: Routledge, 2014. 4
- KEDZIORA, D.; PENTTINEN, E. et al. Governance models for robotic process automation. Springer International Publishing AG, 2020. 14, 15, 17
- KIRCHMER, M.; FRANZ, P. Value-driven robotic process automation (rpa). In: SPRINGER. *International Symposium on Business Modeling and Software Design*. [S.l.], 2019. p. 31–46. 11, 13, 17
- KUMAR, K. N.; BALARAMACHANDRAN, P. R. Robotic process automation-a study of the impact on customer experience in retail banking industry. *Journal of Internet Banking and Commerce*, Research and Reviews, v. 23, n. 3, p. 1–27, 2018. 10, 12
- KYHERÖINEN, T. et al. Implementation of robotic process automation to a target process—a case study. 2018. 13
- LACITY, M.; WILLCOCKS, L. P.; CRAIG, A. Robotic process automation at telefonica o2. The London School of Economics and Political Science, 2015. 12, 13, 14
- LACITY, M. C.; WILLCOCKS, L. *What Knowledge Workers Stand to Gain from Automation*. Harvard Business Review, 2015. Disponível em: <<https://hbr.org/2015/06/what-knowledge-workers-stand-to-gain-from-automation>>. 4, 5, 9, 10, 44
- LAMBERTON, C.; BRIGO, D.; HOY, D. Impact of robotics, rpa and ai on the insurance industry: challenges and opportunities. *Journal of Financial Perspectives*, v. 4, n. 1, 2017. 12
- LEIBOWITZ, S.; KAKHANDIKI, A. *What's the difference between "attended" and "unattended" RPA bots?* 2018. Disponível em: <<https://www.ibm.com/blogs/cloud-computing/2018/11/19/attended-unattended-rpa-bots>>. 5
- LHUER, X. The next acronym you need to know about: Rpa (robotic process automation). *McKinsey Digital*, 12 2016. Disponível em: <<https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-digital/our-insights/the-next-acronym-you-need-to-know-about-rpa>>. 10
- LIN, S. C. et al. Apply rpa (robotic process automation) in semiconductor smart manufacturing. In: IEEE. *2018 e-Manufacturing & Design Collaboration Symposium (eMDC)*. [S.l.], 2018. p. 1–3. 12, 13
- LINTUKANGAS, A. et al. Improving indirect procurement process by utilizing robotic process automation. 2017. 13
- MARIANO, A. F. *Automação robótica de processos: uma análise sobre a governança de RPA para grandes empresas*. Tese (Doutorado), 2020. 7, 10, 13, 14
- MARTINS, C. M. G. *Robotic Process Automation: A Lean Approach to RPA*. Dissertação (Mestrado) — Técnico Lisboa, 2018. Disponível em: <<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/563345090416333/79153-Carina-Martins-ExtAbs.pdf>>. 5
- MAYOR, T. *5 building blocks of digital transformation*. 2019. Disponível em: <<https://mitsloan.mit.edu/ideas-made-to-matter/5-building-blocks-digital-transformation>>. 8
- MURALEEDHARAN, V. et al. Getting robots right. *Accenture*, 2016. Disponível em: <https://www.accenture.com/t00010101T000000Z__w__/_au-en/_acnmedia/PDF-41/Accenture-Robotic-Process-Auto-POV.pdf>. 9

- NOPPEN, P. et al. How to keep rpa maintainable? In: _____. [S.l.: s.n.], 2020. p. 453–470. ISBN 978-3-030-58665-2. 17, 18
- PALMER, D. *Maintenance planning and scheduling handbook*. [S.l.]: McGraw-Hill New York, 2006. 1
- PANCHPAKESAN, S. *Why Robotic Process Automation Makes Sense in the Mining Industry*. Infosys, 2018. Disponível em: <<https://www.infosys.com/insights/ai-automation/robotic-process-automation.html#:~:text=Fortheminingindustry,a,data,performingcalculations,etc.>>. 3
- PANETTA, K. Gartner top 10 strategic technology trends for 2020. *Gartner*, 10 2019. Disponível em: <<https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2020/>>. 21
- PEREIRA FABIO E SEEFELDER, M. Rpa: Saiba quais benefícios esperar desta ferramenta. *Deloitte*, 2018. Disponível em: <<https://www2.deloitte.com/br/pt/pages/technology/articles/beneficios-rpa.html>>. 9
- PwC. *Do you know RPA? It might help with what keeps you up at night!* 2020. Disponível em: <<https://www.pwc.com/ca/en/services/consulting/perspective-digital-transformation/do-you-know-rpa.html>>. 8, 10
- RADKE, A. M.; DANG, M. T.; TAN, A. Using robotic process automation (rpa) to enhance item master data maintenance process. *LogForum*, v. 16, n. 1, 2020. 12
- RATIA, M.; MYLLÄRNIEMI, J.; HELANDER, N. Robotic process automation-creating value by digitalizing work in the private healthcare? In: *Proceedings of the 22nd International Academic Mindtrek Conference*. [S.l.: s.n.], 2018. p. 222–227. 12
- RedHat. *O que é API?* 2020. Disponível em: <<https://www.redhat.com/pt-br/topics/api/what-are-application-programming-interfaces>>. 4
- REZNIK, M.; CUNHA, D.; RODRIGUES, V. Rpa governance – automating processes in an efficient and sustainable manner. *Visagio*, 2018. Disponível em: <<https://visagio.com/en/insights/rpa-governance-automating-processes-efficient-sustainable-manner>>. 14, 15
- ROBBIO, A. *Is Robotic Process Automation Really A Driver For Digital Transformation?* 2019. Disponível em: <<https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2019/03/01/is-robotic-process-automation-really-a-driver-for-digital-transformation>>. 8, 9
- Robert Walters. *The differences between RPA and macros for automating tasks*. n.d. Disponível em: <<https://www.robertwalters.co.jp/en/hiring/hiring-advice/macro-rpa-difference.html>>. 6
- ROZARIO, A. M.; VASARHELYI, M. A. Auditing with smart contracts. *The International Journal of Digital Accounting Research*, v. 18, p. 1–27, Feb 2018. 4, 7, 12
- RUTAGANDA, L. et al. Avoiding pitfalls and unlocking real business value with rpa. *Journal of Financial Transformation*, Capco Institute, v. 46, p. 104–115, 2017. 13
- SANTOS, H. V. d. Business intelligence aplicado no desenvolvimento de indicadores da manutenção. 2019. 22

- SAP. *SAP GUI Scripting API Developer Guide*. 2019. Disponível em: <https://help.sap.com/doc/9215986e54174174854b0af6bb14305a/760.01/en-US/sap_gui_scripting_api_761.pdf>. viii, 29, 31
- SCHERMAN, A. d. S. A influência da implantação de rpa (robotic process automation) nos processos relacionados a emissão de notas em uma empresa do ramo metalúrgico. *Universidade Federal do Rio Grande do Sul*, 2018. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/204580>>. 9
- SCHIFF, J. L. *11 common ERP mistakes and how to avoid them*. 2017. Disponível em: <<https://www.cio.com/article/2397802/article.html>>. 8, 45
- SCHMITZ, M.; DIETZE, C.; CZARNECKI, C. Enabling digital transformation through robotic process automation at deutsche telekom. In: *Digitalization Cases*. [S.l.]: Springer, 2019. p. 15–33. 12
- SIDERSKA, J. Robotic process automation — a driver of digital transformation? *Engineering Management in Production and Services*, v. 12, 06 2020. 1, 9, 10, 18, 44
- SLABY, J. R. Robotic automation emerges as a threat to traditional low-cost outsourcing. *HfS Research Ltd*, v. 1, n. 1, p. 3–3, 2012. 13, 18, 44
- SOBCZAK, A. Robotic process automation — current state and future directions. *Przegląd Organizacji*, p. 52–61, 10 2018. 10
- Software Testing Help. *10 Most Popular Robotic Process Automation RPA Tools In 2020*. 2020. Disponível em: <<https://www.softwaretestinghelp.com/robotic-process-automation-tools>>. 19
- SURI, V.; ELIA, M.; HILLEGERSBERG, J. Software bots - the next frontier for shared services and functional excellence. In: . [S.l.: s.n.], 2017. p. 81–94. ISBN 978-3-319-70304-6. 1, 10
- SYED, R. et al. Robotic process automation: Contemporary themes and challenges. *Computers in Industry*, v. 115, p. 103162, 2020. ISSN 0166-3615. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166361519304609>>. 4
- TECHOPEDIA. *Macro*. 2020. Disponível em: <<https://www.techopedia.com/definition/3833/macro>>. 6
- TREANOR, J.; KOLLEWE, J. Deutsche bank boss says 'big number' of staff will lose jobs to automation. *The Guardian*, 2017. Disponível em: <<https://www.theguardian.com/business/2017/sep/06/deutsche-bank-boss-says-big-number-of-staff-will-lose-jobs-to-automation>>. 9
- TRIPATHI, A. M. *Learning Robotic Process Automation: Create Software robots and automate business processes with the leading RPA tool—UiPath*. [S.l.]: Packt Publishing Ltd, 2018. 7, 10, 17, 18, 20
- UiPath. *Build your Center of Excellence*. n.d. Disponível em: <<https://www.uipath.com/rpa/center-of-excellence>>. ix, 14, 16
- WATTENBERG, F. de M. *ROBOTIC PROCESS AUTOMATION: Aplicações e resultados do uso da tecnologia*. 2019. 5
- WEILL, P.; ROSS, J. W. It governance on one page. MIT Sloan Working Paper, 2004. 14

WILLCOCKS, L.; HINDLE, J.; LACITY, M. *Keys to RPA Success*. [S.l.], 2019. 8, 14, 15, 17, 18

WILLCOCKS, L.; LACITY, M.; CRAIG, A. Robotic process automation: strategic transformation lever for global business services? *Journal of Information Technology Teaching Cases*, p. 1–12, March 2017. ISSN 2043-8869. Disponível em: <<http://eprints.lse.ac.uk/71146/>>. 10, 13

WILLCOCKS, L. P.; LACITY, M.; CRAIG, A. Robotic process automation at xchanging. The London School of Economics and Political Science, 2015. 12, 18

YATSKIV, S. et al. Improved method of software automation testing based on the robotic process automation technology. In: *2019 9th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT)*. [S.l.: s.n.], 2019. p. 293–296. 12