

A mineração de processos para apoio à tomada de decisão em uma Instituição de Ensino Superior

Anne Cristine Betoni Cardoso; Jacira Salete Vieira dos Santos Bernardi; Eduardo Alves Portela Santos; Mayara Elita Braz Carneiro

RESUMO ESTRUTURADO

Introdução/Problematização: A mineração de processos é uma área de investigação que gera conhecimento através de log de eventos de processos automatizados. Esse conhecimento apoia a tomada de decisão em relação a melhoria dos processos. No entanto, há uma escassez de estudos sobre sua aplicação no contexto vivenciado pelas Instituições de Federais de Ensino Superior (IFES). Esse cenário é marcado pela complexidade, falta de automatização de processos e não integração dos sistemas de informação.

Objetivo/proposta: Essa pesquisa avalia a contribuição da mineração de processos para apoio a tomada de decisão na melhoria de processos de uma Instituição Federal de Ensino Superior.

Procedimentos Metodológicos: A pesquisa-ação foi utilizada como método para a pesquisa. Esse método seguiu as seguintes fases: planejamento, aplicação de mineração de processos, análise comparativa entre o modelo descoberto pela mineração e o elaborado pelo especialista do processo e avaliação dos resultados. Na fase de aplicação da mineração de processos utilizou-se a metodologia de projetos de mineração de processos (PM2).

Principais Resultados: O diagnóstico do processo de Bolsa de Extensão de uma IFES com as sugestões de melhoria e a comparação entre o modelo descoberto e o modelo BPMN elaborado pelo especialista do processo são apresentados como resultado. Entre as oportunidades de melhoria identificadas tem-se a não entrega de relatórios de atividades, ordem irregular na execução de atividades e falta de assinatura em alguns termos de compromisso.

Considerações Finais/Conclusão: A mineração de processos de fato pode contribuir nas decisões de melhoria de processos das IFES e gera resultados mais qualificados quando alinhada à abordagem qualitativa, como análise documental e entrevistas. Essa pesquisa limitou-se aos dados de 2021 referentes ao processo de bolsa de extensão de uma IFES.

Contribuições do Trabalho: No campo científico, o trabalho relaciona a abordagem qualitativa de gerenciamento de processos de negócio à mineração de processos ao comparar o modelo descoberto pelo elaborado pelos envolvidos. Já na parte prática, a pesquisa contribui na avaliação da aplicação da mineração de processos em um contexto complexo, com falta de automatização de processos e não integração dos sistemas de informação vivenciado pelas Instituições Federais de Ensino Superior.

Palavras-Chave: Mineração de processos; Gerenciamento de processos de negócio; Ensino Superior.

1. Instruções para elaboração de artigos do CASI

A administração pública brasileira tem investido em diversas iniciativas para promover o aprimoramento da gestão. Entre essas iniciativas, destaca-se o Programa de Gestão Estratégica e Transformação do Estado (BRASIL, 2020), portal único gov.br (BRASIL, 2019), plataforma integrada de ouvidoria e acesso à informação (fala.br) e a política de governança da administração pública federal direta, autárquica e fundacional (BRASIL, 2017).

Entre os órgãos da administração pública do Brasil, tem-se 110 Instituições Federais de Ensino Superior (IFES), com 1.335.281 estudantes matriculados e 119.746 docentes em exercício, de acordo com o Censo da Educação Superior (INEP, 2020). Em 2019, o Ensino superior federal executou aproximadamente 34 bilhões de reais, já no orçamento de 2021, essas instituições contaram com quase 14 bilhões e uma reserva de contingência liberada durante o exercício (BRASIL, 2021). Diante dessa redução orçamentária e da falta de reposição de servidores públicos, é fundamental a eliminação de desperdícios e a simplificação dos processos.

O contexto vivenciado por essas instituições também é marcado pela complexidade, falta de automatização de processos e não integração dos sistemas de informação. A complexidade está relacionada a diversidade de serviços prestados, como: várias formas de ingresso de estudantes, concessão de diferentes tipos de bolsas e auxílios, residência médica e multiprofissional, pós-graduação lato sensu e stricto sensu, inúmeras extensões, pesquisa apoiada por diferentes organizações, gestão de museus, hospitais e farmácia-escola, entre outros. Diversos processos ainda não são automatizados, mas seguem apoiados por um sistema eletrônico de informação, que apesar de não considerarem as regras de negócio, trouxe mais transparência, agilidade e eficiência na prestação de serviço à sociedade (ARAÚJO, 2020). Dos sistemas de informação existentes, muitos não são integrados, alguns são desenvolvidos pela instituição, outros são apenas disponibilizados pelo governo federal para uso dessas, como, por exemplo, o Sistema Integrado de Administração Financeira (SIAFI).

Alinhada às iniciativas para aprimoramento da gestão, o gerenciamento de processos de negócio também tem se difundido entre os órgãos públicos das três esferas federativas (ANDRADE; RASOTO; CARVALHO, 2018). Diferente da gestão convencional, a gestão de processos foca na transformação dos processos ponta-a-ponta, independente da estrutura organizacional, para entregar valor ao cliente (ABPMP, 2013). O diagnóstico dos processos tradicionalmente é realizado por entrevistas, análise documental e análise do modelo do processo elaborado pelos participantes do projeto. Porém, essa abordagem mais qualitativa apresenta o risco de geração de informação e modelos não fidedignos a realidade do processo, inclusive pela ocorrência de possíveis vieses. Além disso, pode ser insuficiente pela falta de métricas relacionadas ao processo, como tempo de execução das atividades, quantidade de cases com determinada sequência e tempo de fila.

A mineração de processos, como elo entre mineração de dados e gestão de processos de negócio (AALST et al., 2011), surge para auxiliar nessas limitações da abordagem qualitativa para diagnóstico dos processos. Essa técnica utiliza os registros de eventos nos sistemas de informação para gerar automaticamente modelos de processos, detectar a conformidade e diagnosticar processos (AALST et al., 2011; VAN ECK et al., 2015). Dessa forma, essa ferramenta pode apoiar a tomada de decisão dos gestores em relação às mudanças necessárias

e melhoria dos processos. Ademais, pode contribuir no atendimento de exigência da política de governança de manter processos decisórios orientados por evidências (BRASIL, 2017). Porém, a complexidade das IFES alinhada a falta de automatização de processos e não integração de sistemas de informação podem restringir a aplicação de mineração de processos ou até mesmo exigir uma abordagem mais específica.

Diante do contexto vivenciado pelas Instituições Federais de Ensino Superior e da importância da mineração de processos em relação a transformação dos serviços públicos, essa pesquisa tem como objetivo avaliar a contribuição da mineração de processos para apoio a tomada de decisão na melhoria de processos de uma Instituição Federal de Ensino Superior. Diversas oportunidades de melhoria foram identificadas a partir da mineração de processos, porém essa técnica deve ser complementada com entrevistas e análise documental para melhor apoiar as decisões.

Esse artigo está organizado da seguinte forma. A seguir, a seção 2 descreve brevemente a gestão de processos de negócio e a mineração de processos. A seção 3 descreve o método da pesquisa. A seção 4 apresenta os resultados. Por fim, a seção 5 apresenta a conclusão do trabalho.

2. Fundamentação Teórica

2.1. Gestão de processos de negócio

A gestão de processos de negócio (BPM) é uma disciplina gerencial que orienta o gerenciamento dos processos ponta-a-ponta sem se restringir aos limites impostos pelas estruturas funcionais tradicionais (ABPMP, 2013). Diante disso, apresenta diversos benefícios, entre eles tem-se a própria transformação do processo que impacta positivamente os clientes, o entendimento melhor dos colaboradores às expectativas de partes interessadas e a superação dos obstáculos das fronteiras funcionais (ABPMP, 2013).

Essa disciplina gerencial pode ser materializada pela aplicação de ciclo de vida BPM, modelo que sistematiza as fases e atividades a serem seguidas na implementação de projetos de BPM (DE MORAIS et al., 2014). O ciclo de vida BPM proposto pela ABPMP é um modelo de referência (DE MORAIS et al., 2014). Esse ciclo de vida é composto pelas seguintes fases: Alinhar estratégia e metas, arquitetar processos, desenvolver iniciativas, implementar mudanças e medir sucesso (ABPMP, 2019). Entre as atividades da fase de arquitetar processos, tem-se a análise do processo atual (as is) e a avaliação de desempenho (ABPMP, 2019). A análise de processos refere-se ao diagnóstico para identificação das oportunidades de melhoria, como gargalos e retrabalho (ZUHAIRA; AHMAD, 2021). Uma análise adequada é fundamental para o redesenho e melhoria do processo (ZUHAIRA; AHMAD, 2021). Diversas técnicas podem ser utilizadas para auxiliar no diagnóstico dos processos, destaca-se nesse trabalho a modelagem do processo atual, entrevistas, análise documental e a mineração de processos.

A modelagem do processo atual consiste em representar visualmente o fluxo do processo (ROSEMANN, 2006). Diversas notações podem ser utilizadas para essa representação, mas o Business Process Model and Notation (BPMN) tornou-se o padrão para modelagem de processos de negócio e é muito utilizada pela expressividade, simplicidade e riqueza semântica (ZAROOUR et al., 2020).

2.2. Mineração de processos

A Mineração de processos é uma área de investigação relativamente recente que se posiciona além da Inteligência computacional e Mineração de dados (AALST et al., 2011). Também pode ser descrita como uma técnica de análise de dados de processos que podem ser usados para produzir modelos formais correspondentes a execuções reais do processo (COOK; WOLF, 1998).

As técnicas de Mineração de processos estão orientadas para extrair conhecimento a partir de registos de eventos (logs), frequentemente disponíveis nos sistemas de informação existentes. Estas técnicas oferecem novos meios para descobrir, monitorar e melhorar processos (AALST et al., 2011).

O log de eventos pode ser definido como um “relatório” gerado por um processo em que os dados numéricos retratam as atividades e a sequência em que as mesmas ocorreram (FREITAS; PELAES; CARNEIRO, 2009). Para que um log seja efetivamente útil à mineração de processos, os eventos registrados devem referir-se a uma atividade desempenhada durante o processo; referir-se a um case (instância de processo) e apresentar ordenação (ROZINAT; VAN DER AALST, 2008).

Conforme Figura 1, além da descoberta de processos, também apoia a tomada de decisão a partir dos logs de eventos, e possibilita avaliar a conformidade, desvios, atrasos e recomendar redesenho de processo (AALST et al., 2011).

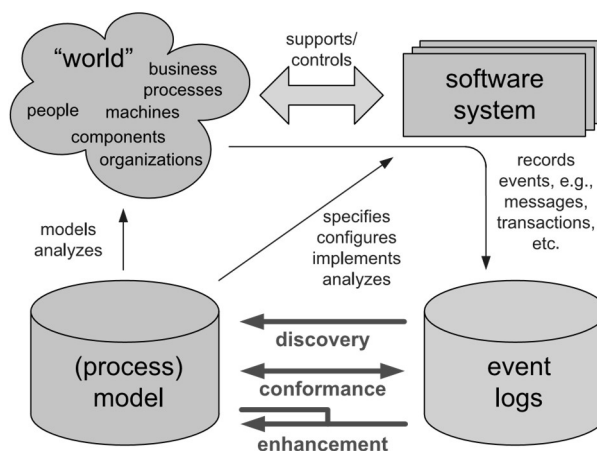


Figura 1: Os três tipos básicos de mineração de processos

Fonte: Aalst et al. (2011)

Atualmente existem várias ferramentas disponíveis para realização da mineração de processos, dentre os sistemas mais utilizadas tem-se o ProM, Disco, Celonis.

De acordo com AALST et al (2011), diversos desafios ainda são enfrentados na aplicação da mineração de processos, entre eles destaca-se a falta de integração dos sistemas de informação e a qualidade dos dados. Essa integração é importante, pois os dados podem ser gerados por diversos sistemas.

3. Método de Pesquisa

O método definido para a pesquisa foi a pesquisa-ação, pois permite preencher as lacunas existentes entre teoria e a prática, além de ampliar a capacidade de entendimento e execução dos participantes, contribuindo desta forma com a geração de mudanças (ELLIOTT, 2004). Outro fator é que neste método os pesquisadores atuam ativamente nos problemas, no acompanhamento e avaliação das ações detectadas (MICHEL THIOLENT, 1986). De acordo com Elliot (2004), a pesquisa-ação resolve o problema teoria-prática, ao avaliar pelo olhar do agente uma situação que gere prejuízo ou insatisfação. Conforme a Figura 2, esse método seguiu as seguintes fases na pesquisa:

- Planejamento: Estabelecimento de ações a serem executadas para verificar a contribuição da mineração de processos para apoio a tomada de decisão na melhoria de processos de uma IFES.
- Aplicação de mineração de processos: Aplicação da mineração de processos por meio da metodologia de projetos de mineração de processos (PM²).
- Análise comparativa: Comparação do modelo descoberto na mineração de processos com o modelo pré-estabelecido e disponibilizado. Esse modelo utilizou BPMN e foi estruturado inicialmente pelos especialistas do processo durante uma capacitação e refinado pelo analista de processos. Essa comparação objetivou analisar se de fato a mineração de processos acrescentou informações relevantes ao modelo elaborado pelas técnicas qualitativas.
- Avaliação do resultado: Identificação da contribuição da mineração de processos para a apoio a tomada de decisão na melhoria de processos e suas limitações.

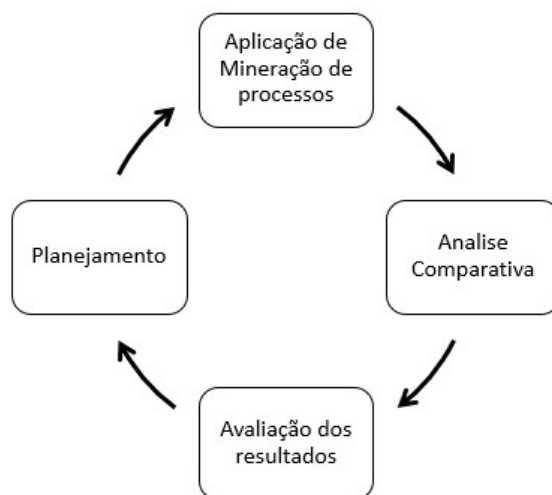


Figura 2: Ciclo de pesquisa-ação
Fonte: adaptado (TRIPP, 2005)

A metodologia de projetos de mineração de processos consiste em seis etapas que se relacionam a objetos diferentes de entrada e saída: objetos relacionados a metas, objetos de dados e modelos (VAN ECK et al., 2015). Ainda de acordo com Van Eck et al. (2015), o PM2 tem como missão orientar as organizações no objetivo de melhorar o desempenho do processo ou a conformidade com regras e regulamentos. O detalhamento das etapas pode ser observado na Figura 3.

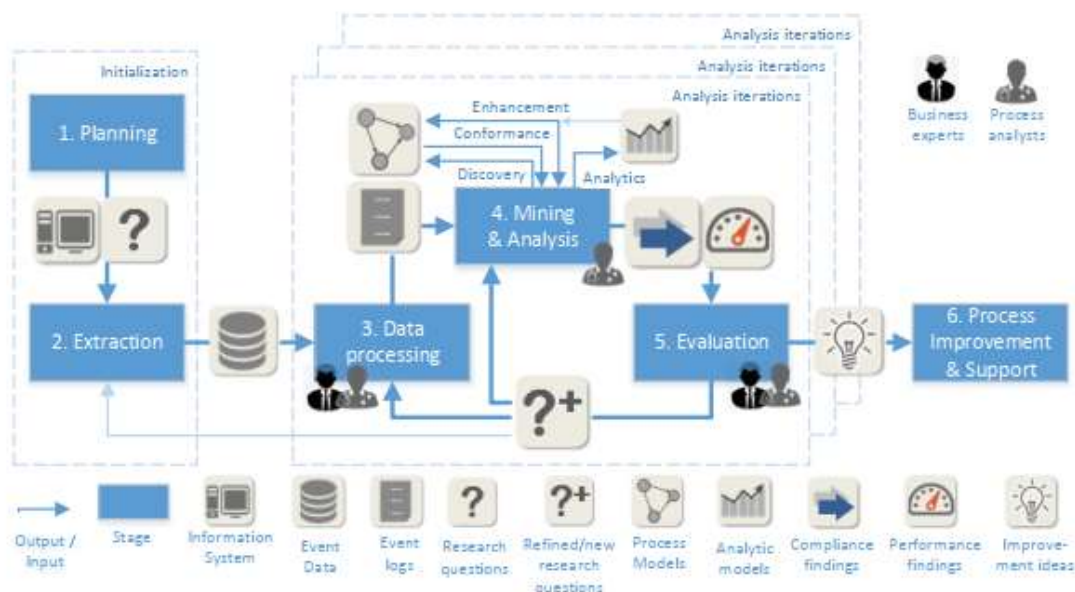


Figura 3: pm²
 Fonte: Van Eck et al. (2015).

O PM² foi utilizado como direcionador para a aplicação da mineração de processos na Bolsa de Extensão durante a segunda fase da pesquisa-ação. As fases estabelecidas pelo método contemplaram as seguintes atividades:

- Planejamento: Definição da ferramenta de mineração de processos, seleção do processo e estabelecimento do escopo.
- Extração: Rodadas de extração de dados do sistema principal. Inicia-se com uma extração parcial para teste e conforme o analista de processos verifica a necessidade de complementação é solicitado nova extração.
- Processamento de dados: Ajustes necessários nos dados extraídos.
- Mineração & análise: Importação dos dados processados no sistema de mineração de processos. Geração do modelo a partir dos dados e análises de desempenho.
- Avaliação: Diagnóstico do processo com base nos resultados gerados pela fase anterior, validação do diagnóstico pelos envolvidos no processo e geração de sugestões de melhoria para eliminar ou mitigar os problemas identificados. É essencial que os especialistas do processo estejam envolvidos nessa avaliação (VAN ECK et al., 2015).

A fase de Melhoria do processo e suporte referente à implementação das melhorias definidas na avaliação, não foi executada até a finalização dessa pesquisa. Diante disso, o estudo concentrou-se nas cinco fases elencadas acima.

4. Análise dos Resultados

Os resultados do projeto são descritos nos próximos parágrafos. A apresentação segue as fases do método pesquisa-ação utilizado: planejamento, aplicação de mineração de processos, análise comparativa e avaliação dos resultados.

4.1. Planejamento

Nessa fase, estabeleceu-se as atividades necessárias e seus responsáveis para avaliar a contribuição da mineração de processos para apoio a tomada de decisão na melhoria de processos de uma Instituição Federal de Ensino Superior. As principais tarefas elencadas referiram-se ao diagnóstico do processo de uma IFES por mineração de processos, a comparação do resultado dessa aplicação com o modelo BPMN descoberto de forma qualitativa pelos especialistas do processo e a avaliação dos resultados obtidos. Além disso, definiu-se a adoção da metodologia de Projeto de Mineração de Processos (PM2) para execução da próxima fase da pesquisa-ação.

4.2. Aplicação de mineração de processos

Essa fase seguiu a metodologia de Projeto de Mineração de Processos (PM2), executou especificamente as etapas de planejamento, extração de dados, processamento de dados, mineração e análise e avaliação. Apenas a etapa de melhoria e suporte do processo não foi contemplada.

4.2.1. Planejamento

Durante o planejamento da aplicação da mineração de processos definiu-se a utilização da ferramenta Disco devido à sua interface amigável (ÇELIK; AKÇETIN, 2018), ao acesso e experiência dos pesquisadores. Além disso, houve a seleção do processo de Bolsa de Extensão e identificação dos envolvidos.

As universidades devem obedecer ao princípio constitucional da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão (BRASIL, 1988). A extensão pode se concretizar a partir de diversas ações para as universidades se relacionarem com a comunidade externa (SILVA, 2020). Nesse sentido, a extensão caracteriza-se pela promoção da interação e da troca de conhecimento entre a comunidade universitária e a sociedade (PAULA, 2013). Diante da sua importância, o Plano nacional de educação do Brasil, com vigência de 2014 à 2024, estabeleceu como estratégia a integralização de no mínimo 10% do total de créditos curriculares exigidos nos cursos de graduação em programas e projetos de extensão (BRASIL, 2014).

A Bolsa de Extensão tem como objetivo apoiar a participação dos alunos regularmente matriculados nesses programas e projetos de extensão (UFPR, 2011). As IFES têm autonomia para estabelecer as regras de negócio relacionadas à extensão e à concessão de bolsa extensão. Mas de uma forma geral, o processo consiste na publicação de edital, submissão de proposta de projetos pelos servidores (docentes e técnicos-administrativos), seleção de propostas, pagamentos mensais de bolsa e prestação de contas das ações executadas.

A definição do processo de Bolsa de Extensão considerou a automatização, disponibilização de dados e modelagem BPMN existente. A bolsa de extensão é regulamentada pela Resolução CEPE nº 25/11, 37/15, 57/19 da Universidade Federal do Paraná. Além disso, algumas regras de negócio também são estabelecidas por edital específico. Esse processo é executado pelos seguintes sistemas de informação, Tabela 1:

Tabela 1. Origem das informações.

Informação	Fonte de dados
Lista de projetos elegíveis até emissão de certificados	Sistema Integrado de Gestão Acadêmica – SIGA (módulo processo seletivo de bolsas de extensão)
Os recursos quanto a lista de projetos elegíveis e ao resultado preliminar dos contemplados pelas bolsas	Sistema Integrado de Gestão Acadêmica – SIGA (módulo chamado)
Alocação de recurso orçamentário	Sistema Orçamentário
Encaminhamento de folha de pagamento	Sistema Eletrônico de Informações – SEI
Pagamento das bolsas de extensão	Sistema Integrado de Administração Financeira – SIAFI

Fonte: Dados da pesquisa

O escopo do projeto de mineração de processos limitou-se aos dados extraídos do exercício de 2021 do módulo processo seletivo de bolsas de extensão do SIGA (Tabela 1). Essa limitação decorreu da possibilidade de disponibilização de dados dentro do prazo da pesquisa.

4.2.2. Extração de dados

O especialista do processo extraiu um arquivo teste com dados de todos os *cases* do período, mas referente a apenas uma atividade. Em seguida, os seguintes dados do SIGA referentes ao exercício de 2021 foram extraídos: identificação do processo, atividades, nome do responsável pela execução, papel do responsável pela execução (Coordenador, Orientador, Bolsista e Coordenadoria de Extensão - COEX), data início e fim da execução e unidade de lotação do responsável pela execução. Após aplicação inicial dos dados no sistema DISCO percebeu-se a necessidade da informação sobre qual chamada do edital (primeira, segunda ou terceira) que se refere os processos e situação do relatório final (em preenchimento, em diligência, enviado o coordenador ou relatório aprovado). Diante disso, nova extração de dados foi realizada para complementar as informações.

4.2.3. Processamento de dados

Durante o processamento de dados, após filtragens por *cases*, identificou-se que todas as atividades de um *case* apresentavam a mesma data de início, conforme o Tabela 2. Diante disso, igualou-se a data de início à data fim de cada atividade. Logo, as atividades foram consideradas como instantâneas, mas foi possível evidenciar o tempo entre elas (filas).

Tabela 2. Log de eventos parcial do processo de bolsa de extensão.

Id processo	Papel	Data início	Data fim	Atividade
35145	Coordenador	28/05/2021 16:04	28/05/2021 16:04	Inscrição Processo Seletivo de Bolsas (Extensão)
35145	Coordenador	28/05/2021 16:04	07/06/2021 11:30	Inscrição Submetida
35145	COEX	28/05/2021 16:04	18/06/2021 16:26	Bolsa Contemplada (Aguardando Indicação do Prof. Orientador)
35145	Coordenador	28/05/2021 16:04	18/06/2021 17:40	Orientador indicado
35145	Orientador	28/05/2021 16:04	29/06/2021 10:53	Aluno indicado
35145	Bolsista	28/05/2021 16:04	30/06/2021 14:35	Assinatura termo compromisso pelo Bolsista
35145	Orientador	28/05/2021 16:04	01/07/2021 17:45	Assinatura termo compromisso pelo Orientador
35145	Orientador	28/05/2021 16:04	01/07/2021 17:45	Terno compromisso assinado mudança status

Fonte: Dados da pesquisa

4.2.4. Mineração e análise

Na etapa de Mineração e análise, importou-se os dados processados na ferramenta disco. O modelo descoberto pela importação de log de eventos resultou em 10 atividades, 793 casos iniciadas e 22 variantes.

Conforme a Figura 4, o modelo apresentou uma frequência maior para a seguinte sequência de atividades: Inscrição processo seletivo de bolsas (extensão), inscrição submetida, bolsa contemplada (aguardando indicação do prof. orientador), orientador indicado, aluno indicado, assinatura de termo de compromisso pelo bolsista, assinatura de termo de compromisso pelo orientador, termo de compromisso assinado mudança de status, relatório de atividades.

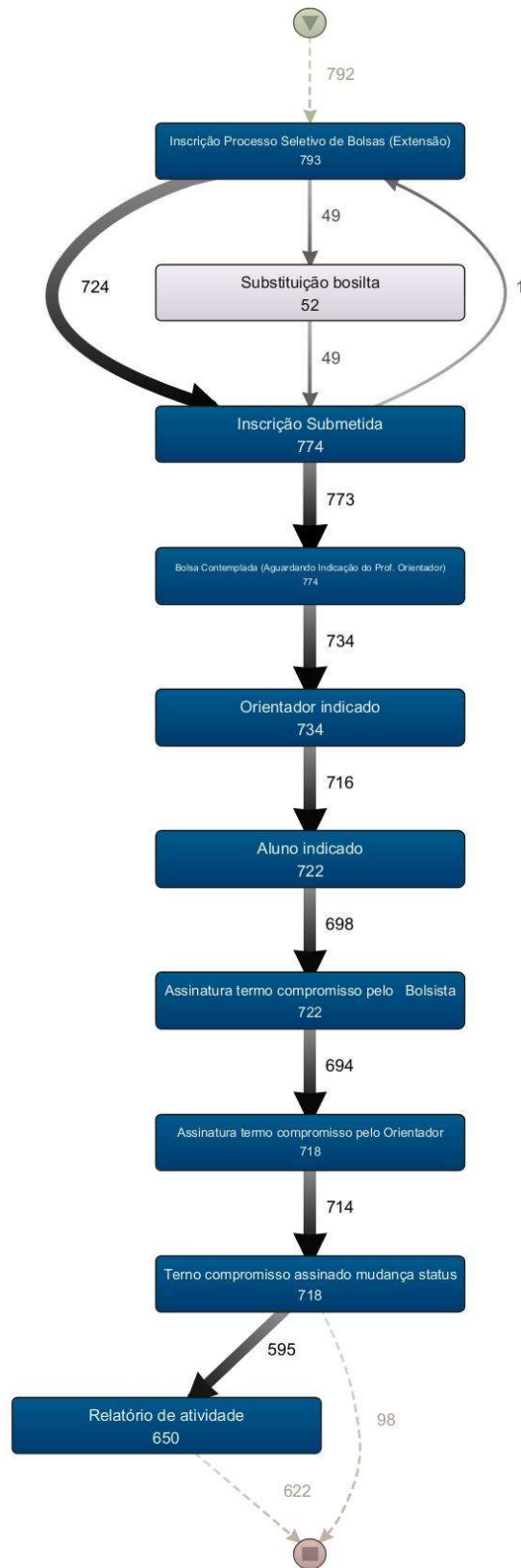


Figura 4: modelo descoberto de bolsa de extensão.
 Fonte: Dados da pesquisa.

A análise iniciou-se com a interpretação de cada uma das variantes resultantes da mineração. Nesse sentido, filtrou-se cada uma das 22 variantes e tabelou os resultados para possibilitar a comparação entre as possíveis sequências. Essas variantes foram separadas em dois grupos, um com 744 casos referentes à solicitação inicial de bolsa (Tabela 3) e outro à solicitação de substituição de bolsista (Tabela 4) com 44 casos. As tabelas apresentam a ordem das atividades executadas em cada variante encontrada. As marcações em x representam atividades não executadas em determinada variante e os destaques em cinza no número indicam execuções fora da ordem padrão.

Tabela 3. Variantes da solicitação inicial de bolsas de extensão.

Atividade / Variante	1	2	3	4	5	10	12	13	16	18	19	21	22
Inscrição	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
Submissão inscrição	2	2	2	x	2	2	2	2	2	2	2	2	1
Bolsa contemplada	3	3	3	x	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Orientador Indicado	4	4	x	x	4	4	4	x	4	4	4	4	4
Aluno indicado	5	5	x	x	x	5	6	4	6	5	5	6	5
Assinatura Termo - Bolsista	6	6	x	x	x	6	7	5	5	6	7	5	6
Assinatura Termo - orientador	7	7	x	x	x	x	8	6	7	8	8	7	7
Mudança de status Termo	8	8	x	x	x	X	5	7	8	7	6	8	8
Relatório atividades	9	x	x	x	x	7	9	8	x	9	9	9	9
Tempo médio (dias)	200	42	68	0	69	207	30	197	65	190	202	190	202
Cases	566	94	38	19	14	4	2	2	1	1	1	1	1
Quantidade de Relatórios												2	

Fonte: Dados da pesquisa

Do total de casos desse grupo de solicitação inicial de bolsa (Tabela 3), 76% (566 cases) referem-se ao “caminho feliz” ou padrão esperado, conforme coluna da variante 1. As variantes 2 e 16 evidenciam a não execução de 95 relatórios de atividades. Essa situação representou 14% do total de casos, houve a exclusão das variantes 3, 4 e 5, por se referirem à desistência do processo e com isso não necessitarem de entrega de relatório. Desses 579 cases com registro no relatório de atividades, 40 casos estão com status “em preenchimento”, logo, os 14% passam para 20%. Conforme as variantes 3 e 5, houve desistência do coordenador de 52 (6%) solicitações contempladas pela PROEC, sendo 10 da primeira chamada e 42 da terceira chamada. De acordo com a variante 4, 19 solicitações foram iniciadas, mas não foram submetidas. A variante 10 evidencia uma desconformidade legal em relação ao artigo 14 da resolução CEPE nº 25/11 devido à falha no sistema, pois 4 casos não tiveram assinatura do coordenador no termo de compromisso, mas as bolsas foram pagas já que tiveram relatórios aprovados. A variante 13 aponta erro no sistema, pois 2 casos não indicaram orientador, mas o fluxo seguiu, inclusive com assinatura do orientador (não indicado) no termo de compromisso.

Tabela 4. Variantes da solicitação de substituição de bolsista de extensão.

Atividade / Variante	6	8	15	2	7	9	14	11	17
Inscrição	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Substituição de bolsista	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Inscrição submetida	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Bolsa contemplada	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Orientador indicado	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Aluno indicado	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Assinatura Termo - Bolsista	7	7	7	7	9	9	9	7	9
Assinatura Termo - orientador	8	8	8	8	7	7	7	8	7
Mudança de status Termo	9	9	9	9	8	8	8	9	8
Relatório atividades	10	10	10	10	10	10	x	x	9
Tempo médio (dias)	200	200	224	199	200	201	114	24	210
Cases	12	11	1	1	12	6	2	3	1
Quantidade de Relatórios	2	1	3	0	2	1	0	0	1
Substituição de bolsista			2						2

Fonte: Dados da pesquisa

De acordo com o edital PROEC/UFPR nº 01/2021, o bolsista que será substituído deverá entregar o relatório de atividades e caso isso não ocorra o coordenador poderá anexar justificativa. Diante disso, cada caso do grupo de solicitação de substituição de bolsista (Tabela 4) devem ter dois relatórios de atividades, o do novo bolsista e do substituído. Porém, conforme observado na (Tabela 4) 24 cases (variantes 8,2,9,14, 11 e 17) dos 49 estão com pelo menos um relatório pendente.

A mineração também evidenciou um problema no sistema em relação a ambos os grupos. De acordo com as variantes 18, 19 e 21 (Tabela 3) e 7,9,12,14,16,17 (Tabela 4), 27 casos tiveram a ordem irregular das atividades de assinatura do termo de compromisso e mudança de status. Essa situação também gerou um maior tempo do processo, conforme Figura 5.

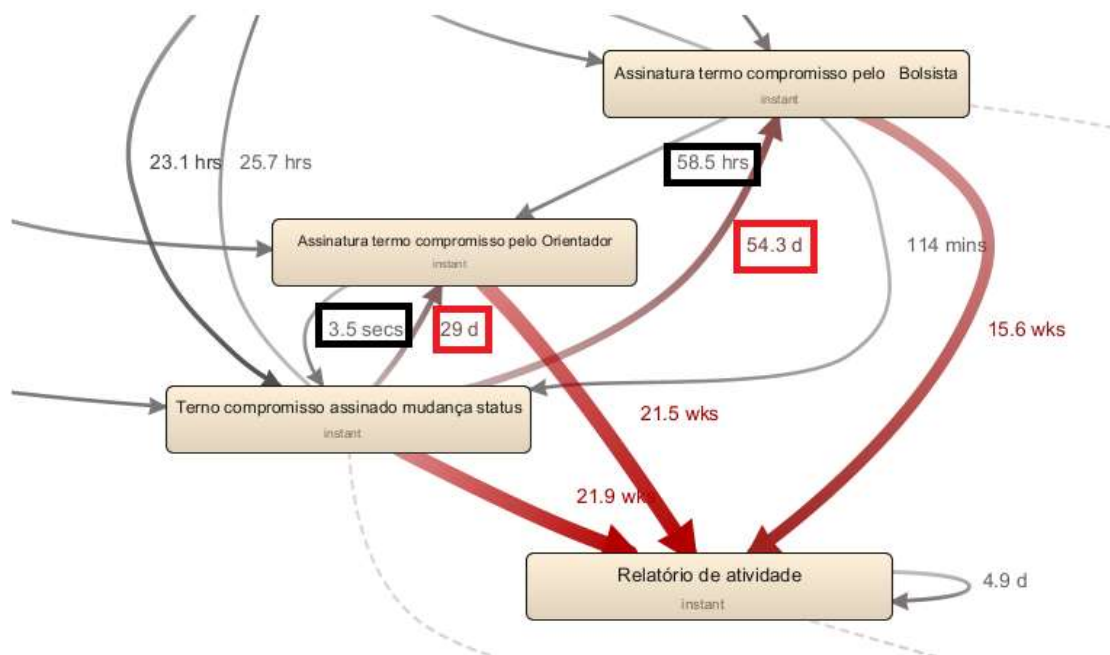


Figura 5: Tempo médio modelo de bolsa de extensão.

Fonte: Dados da pesquisa.

O tempo médio entre a assinatura do bolsista e a assinatura do orientador representa 58.5 horas e entre essa última assinatura e a mudança de status, 3.5 segundos. Porém, quando se muda o status antes das assinaturas tem-se um tempo médio de 29 dias para assinatura do Orientador e 54.3 dias para assinatura do bolsista (Figura 5). Portanto, observa-se na figura 5 que o tempo médio quando a sequência correta de atividades relacionadas ao termo de compromisso acontece é muito menor que o tempo dos fluxos irregulares.

4.2.5. Avaliação

Na etapa do PM2 de avaliação, sugestões de melhoria (Tabela 5) foram identificadas e apresentadas aos envolvidos no processo. Durante essa apresentação, os participantes validaram as informações e esclareceram algumas situações. As três últimas sugestões de melhoria não tiveram relação direta com a mineração de processos, mas foram definidas a partir da análise documental e entrevistas.

Tabela 5. Diagnóstico e Sugestões de melhoria.

Diagnóstico	Sugestões de melhoria
Não entrega de 95 relatórios de atividades da solicitação inicial (Tabela 3) e 24 da solicitação de substituição (Tabela 4)	Vincular último pagamento da bolsa a entrega do relatório.
Variante 3 e 5 (Tabela 3) - Desistência do coordenador de 52 (6%) solicitações contempladas pela PROEC.	Planejar a concessão de bolsa para uma quantidade maior de meses, similar à de outras bolsas.
Variante 10 (Tabela 3) - Desconformidade legal (art. 14 da resolução CEPE 25/11) pela falta de assinatura do coordenador do termo de compromisso.	Ajustar regra de negócio no sistema de informação para não liberar a próxima atividade antes da assinatura.
27 casos tiveram a ordem irregular das atividades de assinatura do termo de compromisso e mudança de status	Ajustar regra de negócio no sistema de informação
Risco de o coordenador não informar tempestivamente a desvinculação do bolsista e gerar pagamento indevido de bolsa	Inserir atividade de controle para o coordenador autorizar mensalmente o pagamento da folha de bolsista.
Risco de o bolsista vinculado à Bolsa de Extensão receber qualquer outra bolsa paga por programas oficiais, situação vedada pela Resolução 25/11 CEPE Art. 7º.	Automatizar os processos e integrar os sistemas de pagamento de bolsas da universidade.
Termo de compromisso já inclui declaração de não parentesco disponível também para o aluno preencher de forma não obrigatória no SIGA	Eliminar a tarefa de preenchimento de declaração de não parentesco no SIGA e manter apenas no Termo de compromisso

Fonte: Dados da pesquisa

4.3. Modelo descoberto x modelo BPMN

Nessa fase da pesquisa-ação, executou-se a comparação entre o modelo descoberto pela mineração de processos e o elaborado pelos envolvidos do processo após serem capacitados pelos analistas de processos. O processo modelado com notação BPM apresentou um número maior de atividades por considerar o processo ponta a ponta, independente dos sistemas de informação utilizados. A comparação entre os modelos se restringiu às tarefas registradas no SIGA, devido ao escopo da mineração de processos.

Os dados extraídos para mineração não contemplaram as atividades representadas pelo modelo BPMN destacadas em vermelho na Figura 6. Duas atividades (destacadas em amarelo)

estavam representadas em ambos os modelos, mas com nomes distintos. Diferente do modelo descoberto pelo log de eventos, o fluxo BPMN seguiu o “caminho feliz” e não representou todas as ordens de tramitação ou opção de não execução de determinada atividade. A mineração indicou que a solicitação de substituição de bolsista ocorre no mesmo momento de “informar nº de bolsas pretendidas” e não após “confirmar dados implementação”, o que demonstra necessidade de ajuste na representação BPMN.

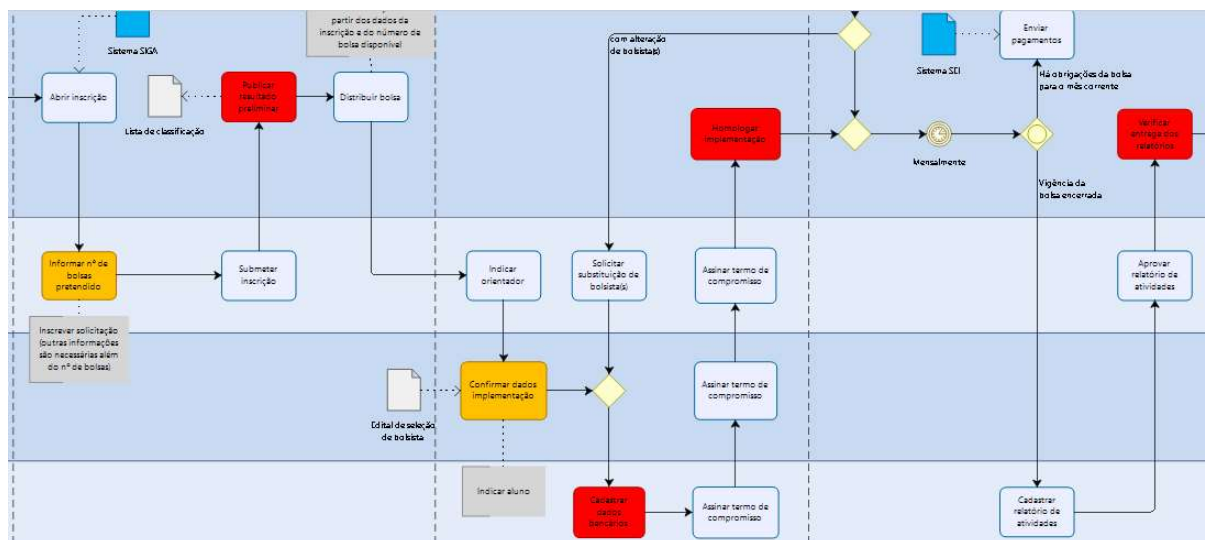


Figura 6: Modelo BPMN parcial limitado ao escopo da mineração de processos.
 Fonte: Adaptado da controladoria de governança e riscos / UFPR (2021).

Além disso, durante a mineração de processos e análise documental (resoluções e edital) dúvidas surgiram e foram esclarecidas pelo especialista do processo. Alguns esclarecimentos indicaram atividades não contempladas em nenhum dos modelos, como a de recurso contra a lista de projetos elegíveis.

4.5. Avaliação dos resultados

A aplicação da mineração de processos subsidiou um diagnóstico e ideias de melhoria que não puderam ser obtidas a partir da análise da modelagem as is elaborada pelos envolvidos. O modelo BPMN não representou situação de não entrega de relatórios, desistência de coordenadores com bolsas contempladas, falta de assinatura do coordenador no termo de compromisso e ordem irregular de tramitação do termo de compromisso.

A comparação entre o modelo descoberto pela mineração de processos e o elaborado pelos envolvidos do processo evidenciou o papel da aplicação da mineração de processos como apoio a tomada de decisão em relação a melhoria de processos das IFES. Além disso, essa comparação também mostrou que o modelo BPMN apresentou informações não representadas no modelo descoberto na mineração, como atividades não automatizadas.

As entrevistas e análise documental foram importantes técnicas para identificar os riscos de o coordenador não informar tempestivamente a desvinculação do bolsista e o risco de o bolsista vinculado à Bolsa de Extensão receber outra bolsa paga por outros programas oficiais (Tabela 5).

Diante do exposto, percebeu-se que de fato a mineração de processos contribui no processo decisório relacionado a melhoria de processos, mas, especificamente no contexto das

IFES é necessário a aplicação conjunta de análise qualitativa devido à falta de automatização dos processos ponta a ponta e integração dos sistemas.

5. Conclusões

A administração pública tem investido esforços na melhoria dos serviços públicos por meio de diversas iniciativas. Entre essas iniciativas, tem se difundido a gestão de processos de negócio, inclusive nas Instituições Federais de Ensino Superior. As IFES estão sendo impactadas por contingências orçamentárias e falta de reposição de pessoal. Diante disso, a melhoria de processos é fundamental nessas instituições. Porém, o contexto vivenciado pelas IFES apresenta alguns desafios como: complexidade, falta de automatização de processos e não integração dos sistemas de informação.

A abordagem qualitativa da gestão de processos de negócio apresenta algumas limitações, como o risco de geração de informação e modelos não fidedignos a realidade do processo. A mineração de processos pode contribuir na redução dessas limitações. Essa técnica interliga a mineração de dados e a gestão de processos de negócio (AALST et al., 2011). A partir dos log de eventos, a mineração de processos permite a descoberta de modelo, verificação de conformidade e diagnóstico de processos (AALST et al., 2011)(VAN ECK et al., 2015). Logo, essa ferramenta pode apoiar a tomada de decisão orientada por evidências em relação a definição de melhorias de processos.

Diante do contexto vivenciado pelas IFES, da limitação da abordagem qualitativa da gestão de processos de negócio e da importância da mineração de processos, essa pesquisa teve como objetivo avaliar a contribuição da mineração de processos para apoio a tomada de decisão na melhoria de processos de uma Instituição Federal de Ensino Superior.

Técnicas de mineração com a ferramenta Disco foram aplicadas no processo de Bolsa de Extensão de uma IFES para avaliar essa contribuição. Diversas oportunidades de melhoria foram detectadas, principalmente em relação a necessidade de ajustes no sistema de informação. Além disso, observou-se que o modelo BPMN, elaborado pelo especialista do processo, não representou todas as possíveis sequências do fluxo identificadas pela mineração. Da mesma forma, algumas atividades contempladas no modelo elaborado não foram representadas no descoberto pela mineração. Ademais, alguns riscos puderam ser detectados apenas pelas técnicas de análise documental e entrevistas.

Portanto, a mineração de fato contribui como apoio à tomada de decisão relacionada à melhoria de processos. Essa técnica pode gerar melhores resultados quando utilizada em conjunto com abordagens qualitativas, como entrevistas e análise documental.

A pesquisa teve como limitação a aplicação em apenas um processo de uma IFES, exclusivamente em relação ao exercício de 2021. Além disso, não abordou a última fase do PM2, referente a implementação das melhorias do processo e suporte. Diante dessas limitações e dos achados da pesquisa, sugere como estudo futuro abordagem completa do PM2 em um processo ponta a ponta e o desenvolvimento de um método aplicável ao contexto vivenciado pelas IFES para melhoria de processos que abarque as diversas técnicas, como: mineração de processos, entrevistas e análise documental.

6. Referências

AALST, W. VAN DER et al. Manifesto de Process Mining. **Business Process Management Workshops**, v. 99, 2011.

ABPMP, Association of Business Process Management Professionals. **BPM CBOK** (*Guide to the Business Process Management Body of Knowledge*). 3.0 ed.

ABPMP, Association of Business Process Management Professionals. **BPM CBOK** (*Guide to the Business Process Management Body of Knowledge*). 4.0 ed.

ANDRADE, E.; RASOTO, V. I.; CARVALHO, H. A. DE. Gerenciamento de processos nas Instituições Federais de ensino superior Brasileiras. **Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento**, v. 7, n. 2, p. 171, 2018.

ARAÚJO, A. P. D. S. F. L. DE. Ganhos de produtividade e redução de custos: avaliar o sistema eletrônico de informação (sei) à luz da análise econômica e da experiência da unb. 2020. **Dissertação** (mestrado em Economia - Universidade de Brasília).

BRASIL. **Constituição** (1988). **Constituição** da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado **Federal**: Centro Gráfico, 1988.

BRASIL. **Lei** nº 13.005, de 25 de junho de 2014. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/lei/113005.htm>. Acesso em: 07 mar. 2022.

BRASIL. **DECRETO** Nº 9.203, de 22 de novembro de 2017. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Decreto/D9203.htm>. Acesso em: 07 mar. 2022.

BRASIL. **DECRETO** Nº 9.756, de 11 de abril de 2019. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/D9756.htm>. Acesso em: 07 mar.2022.

BRASIL. **DECRETO** Nº 10.382, de 28 maio de 2020. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.382-de-28-de-maio-de-2020-259144093>>. Acesso em: 07 mar.2022.

BRASIL. **LEI** Nº 14.144, de 22 de abril de 2021. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/L14144.htm>. Acesso em: 07 mar.2022.

ÇELIK, U.; AKÇETIN, E. Process Mining Tools Comparison Ufuk. **Online Academic Journal of Information Technology**, n. November, p. 9, 2018.

COOK, J. E.; WOLF, A. L. Discovering models of software processes from event-based data.

ACM Transactions on Software Engineering and Methodology, v. 7, n. 3, p. 215–249, 1998.

DE MORAIS, R. M. et al. An analysis of BPM lifecycles: From a literature review to a framework proposal. **Business Process Management Journal**, v. 20, n. 3, p. 412–432, 2014.

ELLIOTT, J. The struggle to redefine the relationship between «knowledge» and «action» in the academy: some reflections on action research. **Educar**, v. 34, p. 11, 2004.

FREITAS, F. F. T. DE; PELAES, T. S.; CARNEIRO, M. P. Process Mining : Aplicações Envolvendo Descoberta E. **Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, 2009.

INEP, I. DE E. E P. E. N. A. T. **Censo da Educação Superior 2019**. Disponível em: <<https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/pesquisas-estatisticas-e-indicadores/censo-da-educacao-superior>>. Acesso em: 07 mar.2022.

MICHEL THIOLENT. **A pesquisa**. 2ed. São Paulo: Cortez, 1986.

PAULA, J. A. A extensão universitária: história, conceito e propostas The university extension: history, concept and proposals João Antônio de Paula. **Interfaces - Revista de Extensão da UFMG**, v. 1, n. 1, p. 05–23, 2013.

ROSEMANN, M. Potential pitfalls of process modeling: Part A. **Business Process Management Journal**, v. 12, n. 2, p. 249–254, 2006.

ROZINAT, A.; VAN DER AALST, W. M. P. Conformance checking of processes based on monitoring real behavior. **Information Systems**, v. 33, n. 1, p. 64–95, 2008.

SILVA, W. P. Extensão Universitária: um conceito em construção. **Revista Extensão & Sociedade**, v. 11, n. 2, p. 21–32, 2020.

TRIPP, D. Action research: a methodological introduction. **Educação e pesquisa**, 2005. UFPR, U. F. DO P. Resolução nº 25/11-cepe. 2011.

VAN ECK, M. L. et al. PM2: A process mining project methodology. **Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)**, v. 9097, p. 297–313, 2015.

ZAROOUR, K. et al. A systematic literature review on BPMN extensions. **Business Process Management Journal**, v. 26, n. 6, p. 1473–1503, 2020.

ZUHAIRA, B.; AHMAD, N. Business process modeling, implementation, analysis, and management: the case of business process management tools. **Business Process Management Journal**, v. 27, n. 1, p. 145–183, 2021.

