



## MODELO DE GESTÃO POR PROCESSOS BASEADO EM MINERAÇÃO

Nathália Conceição de Souza Lopes

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Sistemas e Computação, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Sistemas e Computação.

Orientador: Jano Moreira de Souza

Rio de Janeiro

Março de 2017

# MODELO DE GESTÃO POR PROCESSOS BASEADO EM MINERAÇÃO

Nathália Conceição de Souza Lopes

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA (COPPE) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE SISTEMAS E COMPUTAÇÃO.

Examinada por:

---

Prof. Jano Moreira de Souza, Ph.D.

---

Prof.<sup>a</sup> Flávia Maria Santoro, D.Sc.

---

Prof. Geraldo Bonorino Xexéo, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL

MARÇO DE 2017

Lopes, Nathália Conceição de Souza

Modelo de Gestão por Processos Baseado em Mineração/ Nathália Conceição de Souza Lopes. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2017.

XII, 86 p.: il.; 29,7 cm.

Orientador: Jano Moreira de Souza

Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia de Sistemas e Computação, 2017.

Referências Bibliográficas: p. 82-86.

1. Gerenciamento de Processos de Negócio. 2. Mineração de Processos. 3. Metodologias de Mineração de Processos. I. Souza, Jano Moreira de. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Sistemas e Computação. III Título.

*Ao meu marido, Rafael Bruzon, e ao meu filho, Eduardo Bruzon.*

## AGRADECIMENTOS

Mudanças sempre trazem consigo o medo do novo, a insegurança de não conseguir se adaptar ao diferente e a expectativa dos novos desafios. Mudar é necessário, porém não é uma tarefa fácil. E não foi fácil chegar até aqui.

Agradeço, acima de tudo, a Deus, por permitir a realização dos projetos que meu coração anseia e por ter me ajudado até aqui. Sem Ele, essa caminhada não teria sido possível.

Ao meu grande amor e parceiro de vida, meu marido Rafael, por ter sido incentivador incondicional desde o primeiro momento e em todos os outros que pensei em fraquejar. Minha admiração e amor por você só aumentaram ao longo dessa jornada. E ao meu novo amor, Eduardo, que há oito meses vem transformando minha vida de maneira inexplicável. Nada que eu escrever aqui poderá refletir a sensação maravilhosa de tê-lo em meus braços. Minha maior motivação. Tudo isso e tudo mais que virá será por ele e para ele.

À minha família, por ser uma família normal, cheia de defeitos, mas que se ama acima de todos os limites. Cada um teve um importante papel nessa jornada, desde a companhia da minha irmã Camila nos percursos ao Fundão, à alegria contagiante do meu sobrinho Guilherme, ao bom humor do meu cunhado Osni e ao amor dos meus pais, Ádila e Jorge. Um agradecimento especial à minha mãe, por toda dedicação ao meu filho e por ter sido meu braço direito durante essa fase crítica.

Agradeço ao Marco Vaz, por ter acreditado em mim desde o início e por ter sido fundamental na minha adaptação a um ambiente tão diferente do qual eu conhecia. Ao professor Jano de Souza, pela orientação e apoio. Sem seu incentivo nessa fase final, este desafio não estaria sendo concluído. Muito obrigada por acreditar e confiar em mim.

Ao Marcos Rocha, pela parceria no estudo em Mineração de Processos e por todas as longas discussões a respeito da Minere; a toda equipe do antigo Lab-BD, que tornaram essa caminhada mais leve e agradável; à Ana Paula e à Patrícia, pelo suporte em tantas situações durante esses anos.

Aos meus amigos da Petrobras, que contribuíram por toda a bagagem que adquiri no decorrer da minha trajetória profissional, e também por terem sido grandes incentivadores do meu desejo repentino de mudança.

Agradeço à COPPE e ao CNPQ, pelo auxílio financeiro sem o qual não teria sido possível me dedicar ao mestrado.

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

## MODELO DE GESTÃO POR PROCESSOS BASEADO EM MINERAÇÃO

Nathália Conceição de Souza Lopes

Março/2017

Orientador: Jano Moreira de Souza

Programa: Engenharia de Sistemas e Computação

A mineração de processos permite a análise de processos de negócio a partir de dados gerados durante sua execução. As técnicas de mineração de processos ajudam as organizações a recuperar informações registradas em seus sistemas de informação para descobrir, monitorar e melhorar seus processos.

Esta dissertação apresenta um modelo desenvolvido com o objetivo de direcionar a aplicação das técnicas de mineração de processos no contexto de gerenciamento de processos de negócio, de forma a gerar resultados alinhados ao negócio e contribuir para a melhoria contínua da organização. O modelo é composto por seis etapas - 1. Definição dos Objetivos, 2. Análise do Cenário, 3. Extração e Carregamento dos Dados, 4. Mineração, 5. Análise do Processo e 6. Reengenharia do Processo – que devem ser executadas de forma cíclica com o objetivo de acompanhar a evolução dos processos organizacionais e monitorar sua execução. As atividades previstas para cada etapa são descritas, bem como as entradas necessárias, as ferramentas/técnicas utilizadas e os resultados gerados em cada uma delas.

Além disso, uma ferramenta que apoia a implementação do modelo é definida e um estudo de caso é apresentado como prova de conceito.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

## PROCESS MANAGEMENT MODEL BASED ON MINING

Nathália Conceição de Souza Lopes

March/2017

Advisor: Jano Moreira de Souza

Department: Computer Science Engineering

Process mining allows business processes analysis from data generated during its execution. Process mining techniques help organizations retrieve information recorded in their information systems to discover, monitor and improve their processes.

This dissertation presents a model to direct the application of process mining techniques in the context of business process management. It aims to generate results aligned to the business and to contribute to the continuous improvement of the organization. The model consists of six steps: 1. Definition of Goals; 2. Scenario Analysis; 3. Extraction and Loading Data; 4. Mining; 5. Process Analysis; and 6. Process Reengineering. The six steps must be performed in a cyclical way in order to monitor the evolution of organizational processes and their execution. The present study describes the planned activities for each stage, as well as the necessary inputs, the tools/techniques used and the results generated in each of them. In addition, it defines a tool that supports the implementation of the model and presents a case study as evidence of the concept.



## ÍNDICE

Capítulo 1 – Introdução	1
1.2 Objetivos	3
1.3 Organização do Trabalho	3
Capítulo 2 – Gerenciamento de Processos de Negócio	5
2.1 Processo de Negócio	5
2.2 Gerenciamento de Processos de Negócio	7
2.3 Modelagem de Processos de Negócio	9
Capítulo 3 – Mineração de Processos	11
3.1 Visão Geral	11
3.2 Tipos de Mineração de Processos	14
3.3 Perspectivas para a Mineração de Processos	15
3.4 Algoritmos de Descoberta de Processos	15
3.4.1 Algoritmo $\alpha$	16
3.4.2 Minerador de Heurísticas	18
Capítulo 4 – Metodologias de Mineração de Processos	22
4.1 PDM: Process Diagnostics Method	22
4.2 PDM: Process Diagnostics Method (para Processos da Área de Saúde)	24
4.3 L* Life-cycle	25
4.4 PM <sup>2</sup> : Process Mining Project Methodology	27
Capítulo 5 – Modelo de Gestão por Processos baseado em Mineração	30
5.1 Visão Geral	30
5.2 Etapa 1: Definição dos Objetivos	31
5.3 Etapa 2: Análise do Cenário	33
5.4 Etapa 3: Extração e Carregamento dos Dados	35
5.5 Etapa 4: Mineração	36
5.5.1 Filtragem de Instâncias	37
5.5.2 Agregação de eventos	37
5.5.3 Mineração de Processos	38
5.6 Etapa 5: Análise do Processo	38
5.7 Etapa 6: Reengenharia do Processo	40
5.8 Comparação com demais Abordagens	42

Capítulo 6 – Estudo de Caso	49
6.1 Definição dos Objetivos	49
6.2 Análise do Cenário	50
6.3 Extração e Carregamento dos Dados	55
6.4 Mineração	56
6.5 Análise do Processo	60
6.6 Reengenharia do Processo	61
Capítulo 7 – Ferramenta Proposta	63
7.1 Cadastro de Processos	63
7.2 Controle do Ciclo de Gerenciamento	67
Capítulo 8 – Conclusões	79
8.1 Resultados e Contribuições	79
8.2 Limitações e Trabalhos Futuros	80
Referências Bibliográficas	82
Apêndice A – Versão inicial do Modelo	87

## LISTAGEM DE FIGURAS

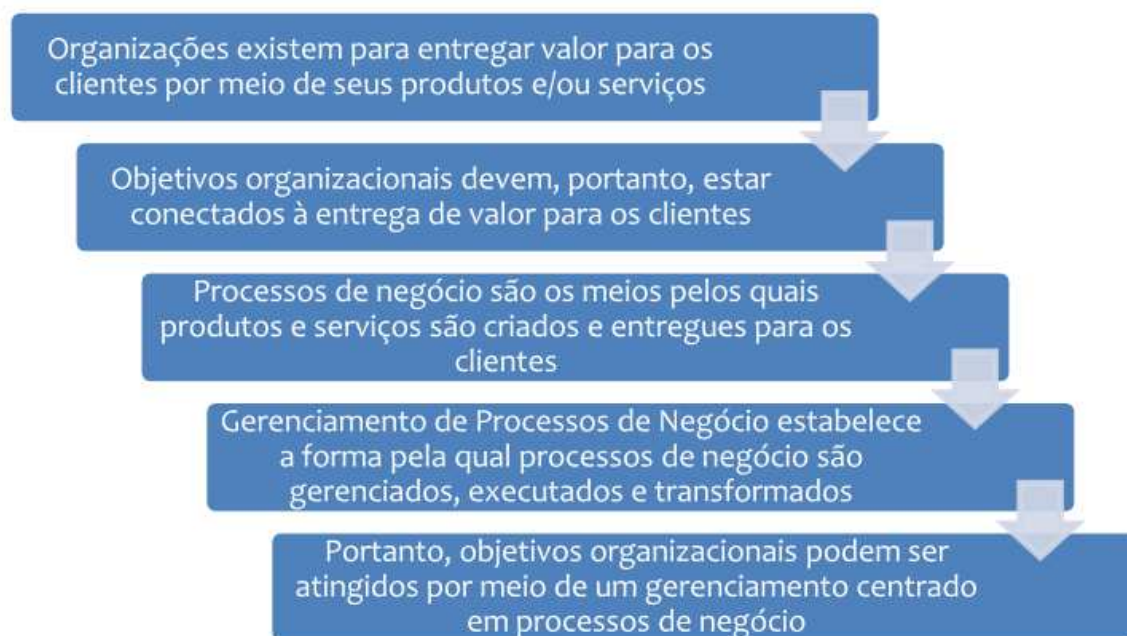
Figura 1: BPM e a conexão com objetivos estratégicos (ABPMP 2013).....	1
Figura 2 - Modelo para a visão de um processo - adaptado de Valle e de Oliveira (2009) .....	6
Figura 3: Ciclo da melhoria contínua ou Ciclo PDCA.....	8
Figura 4: Um modelo de processo que corresponde ao log (van der Aalst e Weijters 2004).....	14
Figura 5: Exemplo de WF-net - adaptado de van der Aalst <i>et al.</i> (2004).....	17
Figura 6 - Grafo de dependência .....	20
Figura 7 - Grafo de dependência - adaptado de Weijters <i>et al.</i> (2006).....	21
Figura 8: Fases da PDM – adaptado de Bozkaya <i>et al.</i> (2009) .....	23
Figura 9: Extensão da PDM para Processos da Área de Saúde – traduzido de Rebuge e Ferreira (2012).....	25
Figura 10: L* life-cycle model – adaptado de Van der Aalst (2011).....	26
Figura 11: Metodologia PM <sup>2</sup> - adaptado de van Eck <i>et al.</i> (2015).....	28
Figura 12 - Modelo de Gestão por Processos Baseado em Mineração .....	31
Figura 13: Etapa 1 - Definição dos Objetivos .....	32
Figura 14: Etapa 2 - Análise do Cenário .....	34
Figura 15: Etapa 3 - Extração e Carregamento dos Dados.....	36
Figura 16: Etapa 4 - Mineração .....	37
Figura 17: Etapa 5 - Análise do Processo.....	39
Figura 18: Etapa 6 - Reengenharia do Processo.....	40
Figura 19: Modelo do Processo Fiscalização de Fornecedores.....	52
Figura 20: Modelo de Dados simplificado do SAEPC.....	53
Figura 21: Modelo gerado na ferramenta Minere.....	59
Figura 22: Lista de Processos .....	64

Figura 23: Cadastro de Processo .....	65
Figura 24: Lista de ciclos de gerenciamento do processo .....	66
Figura 25: Cadastro dos objetivos do ciclo .....	68
Figura 26: Cadastro das informações referentes ao cenário analisado.....	69
Figura 27: Carregamento do log de eventos.....	70
Figura 28: Exibição do modelo resultante da mineração .....	71
Figura 29: Configuração de filtros.....	72
Figura 30: Configuração de agrupamentos.....	72
Figura 31: Lista de instâncias .....	73
Figura 32: Lista de <i>Traces</i> .....	74
Figura 33: Registro da análise sobre o modelo gerado.....	75
Figura 34: Consolidação da análise .....	76
Figura 35: Cadastro das melhorias e do Plano de Ação .....	77
Figura 36: Formatação inicial da Etapa 1 - Definição dos Objetivos.....	87
Figura 37: Formatação inicial da Etapa 2 - Análise do Cenário.....	87
Figura 38: Formatação inicial da Etapa 3 - Extração e Carregamento dos Dados .....	87
Figura 39: Formatação inicial da Etapa 4 - Mineração .....	87
Figura 40: Formatação inicial da Etapa 5 - Análise do Cenário.....	88
Figura 41: Formatação inicial da Etapa 6 - Reengenharia do Processo .....	88

## Capítulo 1 – Introdução

O gerenciamento de processos de negócio, ou BPM (do inglês *Business Process Management*), é a área de conhecimento que engloba os conceitos, metodologias e atividades envolvidas no apoio ao ciclo de vida de um processo. BPM é uma disciplina gerencial que trata processos de negócio como ativos da organização.

A premissa de BPM é que os objetivos organizacionais podem ser alcançados por meio da definição, desenho, controle e transformação contínua de processos de negócio. Não importa se a organização tem ou não fins lucrativos, seja pública ou privada, de micro, pequeno, médio ou grande porte, o propósito principal de uma organização é gerar valor para o cliente por meio de seus produtos e/ou serviços. Considerando que os processos de negócio são os meios pelos quais os produtos e serviços são criados e entregues para os clientes (ABPMP 2013), seu gerenciamento é fundamental para manter a vantagem competitiva da organização. A Figura 1 ilustra a decomposição lógica desta afirmação.



**Figura 1: BPM e a conexão com objetivos estratégicos (ABPMP 2013)**

Compreendendo a importância do gerenciamento dos processos de negócio, pesquisas vêm sendo feitas com o objetivo de permitir sua análise a partir de eventos registrados nos sistemas de informação, o que muitas vezes pode ser feito com maior agilidade, menor custo e de uma forma mais confiável do que a análise tradicional. A área de pesquisa promissora de mineração de processos fornece técnicas para descobrir, monitorar e melhorar processos em uma variedade de domínios de aplicação. As informações extraídas de um sistema de informação podem, por exemplo, descobrir modelos de processo, detectar desvios ou investigar a interação dos recursos em um processo. Nas últimas décadas, foi desenvolvido um conjunto abrangente de diferentes técnicas de mineração de processos.

A aplicação da mineração de processos em um contexto organizacional envolve a realização de diversas atividades, como definição de objetivos, criação de um conjunto de dados adequado e avaliação dos resultados. Assim como na área de mineração de dados, onde foram estabelecidas metodologias que apoiam organizações no planejamento e na execução de seus projetos (Kurgan e Musilek 2006), esforços foram feitos para criar metodologias direcionadas a projetos de mineração de processos com o objetivo de economizar tempo e custos, evitar a obtenção de resultados irrelevantes e contribuir para uma melhor compreensão e aceitação desses projetos.

Nesse contexto, destacam-se três metodologias: *Process Diagnostics Method (PDM)* (Bozkaya *et al.* 2009), que também foi adaptado para ambientes de saúde (Rebuge e Ferreira 2012), *L\* Life-Cycle* (Van der Aalst 2011) e *PM<sup>2</sup>: Process Mining Project Methodology* (van Eck *et al.* 2015).

PDM é limitado, cobrindo apenas um pequeno número de técnicas de mineração de processos e enfatiza a necessidade de evitar o uso do conhecimento de domínio durante a análise, o que a torna menos aplicável para projetos maiores e mais complexos (van Eck *et al.* 2015). L\* abrange mais técnicas, mas foi projetado principalmente para a análise de processos estruturados e visa à descoberta de um único modelo de processo integrado. PM<sup>2</sup>, descrita mais recentemente, incentiva a análise iterativa baseada na busca por resultados para as questões e/ou objetivos definidos em sua fase inicial. Todas as três metodologias foram concebidas com o objetivo de apoiar projetos de mineração

de processos, e não o gerenciamento de processos, que deve ser realizado de forma contínua com foco na melhoria dos processos e da organização.

## **1.2 Objetivos**

O objetivo desta pesquisa é desenvolver um modelo de gerenciamento de processos que permita a utilização de técnicas de mineração de processos de forma a gerar resultados alinhados ao negócio e contribuir para a melhoria contínua da organização. Este modelo visa descrever os passos que devem ser realizados em cada etapa para garantir a execução eficaz das técnicas de mineração e o acompanhamento da implementação das melhorias identificadas durante a análise.

Em alinhamento às pesquisas realizadas em (Esposito 2012, Ribeiro 2013), onde foram ressaltadas as necessidades de busca exploratória dos dados e criação de correspondência entre termos, este modelo destaca a iteratividade na etapa de Mineração, onde atividades como filtragem de instâncias e agregação de eventos devem ser realizadas para obtenção de quantos modelos forem necessários para atendimento aos objetivos estabelecidos.

Outro objetivo desta pesquisa é definir uma ferramenta que apoie o modelo proposto, de forma que as etapas e atividades previstas sejam orientadas por funcionalidades, facilitando a aplicação da metodologia e armazenando os dados gerados na execução de cada ciclo de gerenciamento dos diversos processos da área interessada.

## **1.3 Organização do Trabalho**

Esta dissertação está organizada em oito capítulos. O primeiro apresentou o contexto para a pesquisa, expondo suas motivações e objetivos. Os demais capítulos estão organizados da seguinte forma:

- O capítulo 2 introduz a área de Gerenciamento de Processos de Negócio, discutindo a definição de processo, o ciclo de vida BPM como implementação do ciclo de melhoria contínua do PDCA (*Plan, Do, Check e Act*) e sua relação com o modelo proposto neste trabalho, bem como os conceitos relacionados à modelagem de processos;

- O capítulo 3 introduz a área mineração de processos, apresentando as principais definições, os tipos e perspectivas de mineração e o funcionamento de algoritmos de descoberta;
- O capítulo 4 descreve as metodologias de mineração de processos existentes, a saber: *Process Diagnostics Method* (PDM) e sua adaptação para a área de saúde, *L\* Life-Cycle* e *PM<sup>2</sup>: Process Mining Project Methodology*;
- O capítulo 5 descreve o modelo desenvolvido neste trabalho, detalhando as atividades previstas para cada etapa, bem como as entradas necessárias, ferramentas/técnicas utilizadas e os resultados gerados em cada uma delas. Discorre, ainda, sobre as principais diferenças e similaridades entre o modelo proposto e as abordagens descritas no capítulo 4;
- O capítulo 6 apresenta um estudo de caso realizado com o processo de Fiscalização de Fornecedores da Prefeitura do Rio de Janeiro como prova de conceito da abordagem proposta, usando dados gerados na fase de testes do sistema desenvolvido para apoiar o processo;
- O capítulo 7 descreve a ferramenta projetada para apoiar o modelo desenvolvido, apresentando suas funcionalidades e a relação de cada uma delas à etapa e à atividade do modelo;
- O capítulo 8 conclui este trabalho, ressaltando os resultados e contribuições obtidas, expondo as limitações do trabalho desenvolvido e apresentando suas direções futuras.



## Capítulo 2 – Gerenciamento de Processos de Negócio

Este capítulo apresenta os principais conceitos relacionados ao Gerenciamento de Processos de Negócio, ou BPM (do inglês *Business Process Management*), considerados relevantes para o entendimento do objeto da pesquisa. Os conceitos de processo e de BPM são discutidos de acordo com as definições dadas por alguns dos principais autores da área e o ciclo de vida BPM é introduzido, contextualizando como o Modelo de Gestão proposto neste trabalho se relaciona com suas etapas.

### 2.1 Processo de Negócio

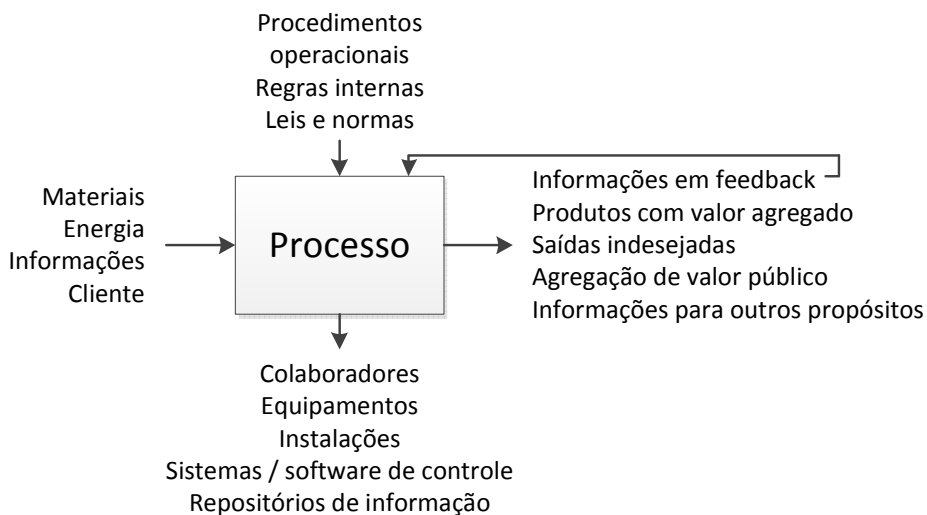
Um processo pode ser definido como um conjunto de tarefas coordenadas conduzidas por pessoas, por equipamentos ou por ambos para atingir um objetivo de negócio. DAVENPORT (1993) define processo como “uma ordenação específica das atividades de trabalho no tempo e no espaço, com um começo, um fim e *inputs* e *outputs* claramente identificados, ou seja, uma estrutura para ação”. HARRINGTON (1997) define processo como qualquer atividade que receba uma entrada (*input*), agrega-lhe valor e gera uma saída (*output*) para um cliente interno ou externo.

RUMMLER e BRACHE (1995) estenderam a definição de Davenport afirmando que a orientação por processos permeia as unidades funcionais das empresas, trazendo uma visão horizontal. Passou então ser necessário identificar e aperfeiçoar as interfaces funcionais. KAPLAN e NORTON (1997) ratificam essa visão quando afirmam que as organizações modernas operam com processos de negócio interfuncionais e enfatizam a melhoria contínua dos produtos e processos, visando garantir o sucesso organizacional.

Com o passar do tempo, o processo ganhou uma qualificação e passou a ser tratado na literatura como processo de negócio. Na verdade, o processo de negócio nada mais é do que o processo no contexto empresarial, que utiliza recursos da empresa e gera valor para companhia. Sendo assim, um processo ou processo de negócio é composto de entradas, saídas, atividades executadas de forma ordenada e que guardam uma relação lógica entre si e consomem recursos. O processo tem sempre um objetivo e é estruturado para fornecer produtos ou serviços ao seu cliente.

Valle e de Oliveira (2009) sugerem a representação abaixo para a visão de um processo. Suas entradas são recursos que são transformados ou utilizados para propiciar

a transformação. Obedecendo as regras às quais o processo está submetido, estes recursos são processados nas saídas do processo. Um processo está ainda envolvido em um contexto: a criação tecnológica, a esfera doméstica e cultural, as estruturas políticas e jurídicas e o mercado.



**Figura 2 - Modelo para a visão de um processo - adaptado de Valle e de Oliveira (2009)**

O *Business Process Management Common Body of Knowledge* – BPM CBOK (ABPMP 2013) classifica os processos em três categorias: primários, de suporte e de gerenciamento.

Processos primários são processos que agregam valor diretamente para o cliente. São frequentemente referenciados como processos essenciais ou finalísticos, pois representam as atividades essenciais que uma organização executa para cumprir sua missão. Esses processos constroem a percepção de valor pelo cliente por estarem diretamente relacionados à experiência de consumo do produto ou serviço. Somente as atividades que imediatamente influenciam e impactam essa experiência são partes do processo primário; atividades que influenciam e impactam, porém, não imediatamente, podem ser consideradas como parte de processos de suporte.

Processos de suporte existem para prover suporte a processos primários, mas também podem prover suporte a outros processos de suporte (processos de suporte de segundo nível, terceiro nível e sucessivos) ou processos de gerenciamento. A diferença principal entre os processos primários e os de suporte é que processos de suporte entregam valor para outros processos e não diretamente para os clientes. O fato de

processos de suporte não gerarem diretamente valor para os clientes não significa que não sejam importantes para a organização. Os processos de suporte podem ser fundamentais e estratégicos para a organização na medida em que aumentam sua capacidade de efetivamente realizar os processos primários.

Processos de gerenciamento tem o propósito de medir, monitorar, controlar atividades e administrar o presente e o futuro do negócio. Processos de gerenciamento, assim como os processos de suporte, não agregam valor diretamente para os clientes, mas são necessários para assegurar que a organização opere de acordo com seus objetivos e metas de desempenho.

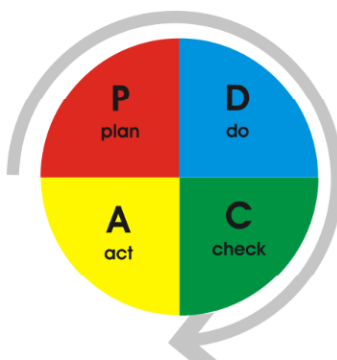
## **2.2 Gerenciamento de Processos de Negócio**

Gerenciamento de Processos de Negócio, ou BPM (do inglês *Business Process Management*), representa uma forma de visualizar as operações de negócio que vai além das estruturas funcionais tradicionais. Essa visão compreende todo o trabalho executado para entregar o produto ou serviço do processo, independente de quais áreas funcionais ou localizações estejam envolvidas. Começa em um nível mais alto do que o nível que realmente executa o trabalho e, então, subdivide-se em subprocessos que devem ser realizados por uma ou mais atividades (fluxos de trabalho) dentro de funções de negócio (áreas funcionais). As atividades, por sua vez, podem ser decompostas em tarefas e, adiante, em cenários de realização da tarefa e respectivos passos (ABPMP 2013).

BPM é uma disciplina gerencial que integra estratégias e objetivos de uma organização com expectativas e necessidades de clientes, por meio do foco em processos ponta a ponta. BPM engloba estratégias, objetivos, cultura, estruturas organizacionais, papéis, políticas, métodos e tecnologias para analisar, desenhar, implementar, gerenciar desempenho, transformar e estabelecer a governança de processos (ABPMP 2013).

Diversos ciclos de vida para as atividades de BPM têm sido propostos na literatura técnica, como os modelos de van der Aalst (2004), Weske (2007) e Valle e de Oliveira (2009). Embora se aproximem, eles diferem na separação das atividades de BPM em etapas. Em Rós *et al.* (2009), os autores fornecem uma lista abrangente de modelos existentes, e procuram enquadrar as etapas de cada um deles dentro de um mesmo modelo padrão. Contudo, de acordo com ABPMP (2013), independentemente

do número de etapas em um ciclo de vida de processos e dos rótulos usados para descrever essas fases, a maioria dos ciclos de vida pode ser mapeada como um ciclo básico PDCA (*Plan, Do, Check, Act*) de Deming, ilustrado na Figura 3.



**Figura 3: Ciclo da melhoria contínua ou Ciclo PDCA**

O objetivo da fase Planejar (*Plan*) do ciclo de vida PDCA é assegurar alinhamento do contexto de processos de negócio e do desenho de processos com os objetivos estratégicos da organização. Uma vez que o contexto do processo é estabelecido, seus mecanismos internos podem ser representados, sendo definidos os resultados que devem ser produzidos, o trabalho que deve ser realizado, os recursos necessários e as restrições.

O objetivo da fase Fazer (*Do*) é implementar o processo de acordo com as especificações desenvolvidas na fase Planejar. O objetivo da fase Verificar (*Check*) é medir o desempenho real do processo em comparação ao desempenho esperado.

O objetivo da fase Agir (*Act*) é definir ações e agir de acordo com os dados de desempenho do processo coletados na fase Verificar. Essa fase visa manter a integridade do processo e assegurar que ele possa ser melhorado continuamente para atender novas metas de desempenho ao longo do tempo.

O Modelo de Gestão objeto desta pesquisa está fortemente inserido na fase Verificar (*Check*) do ciclo de vida PDCA, uma vez que suas cinco primeiras etapas (Definição dos objetivos, Análise do cenário, Extração e carregamento dos dados, Mineração e análise do processo) estabelecem uma metodologia para verificação do processo com utilização de técnicas de mineração, e nas fases Planejar (*Plan*) e Agir (*Act*), considerando que a sexta etapa (Reengenharia do Processo) envolve a definição

de ações para melhorias do processo, que podem ser tomadas imediatamente (*Act*) ou planejadas em um novo ciclo (*Plan*).

### **2.3 Modelagem de Processos de Negócio**

A Modelagem de Processos de Negócio consiste na técnica de representar, de forma abstrata, como o processo acontece no mundo real, compreendendo características intrínsecas ao processo, como os recursos, controles, papéis e responsabilidades, entre outras. Segundo o *Business Analysis Body of Knowledge - BABOK* (IIBA 2009), um modelo de processo é “uma representação visual do fluxo sequencial e da lógica de controle de um conjunto relacionado de atividades ou ações.

Para Schedlbauer (2010), a modelagem de processos de negócio inclui o levantamento, documentação, visualização e análise dos procedimentos internos de uma empresa. Segundo o autor, a modelagem de processos exige, além de habilidades de engenharia, a capacidade de relacionamento humano. Abordagens tradicionais incluem brainstorming, entrevistas, análise de documentos, observação passiva ou ativa e amostragem do trabalho. A aplicação das técnicas de modelagem, embora possa ser academicamente ensinada, possui aplicação pouco precisa.

VERNADAT (1996) enumera como objetivos da modelagem de processos: melhorar o entendimento de como a empresa trabalha; proporcionar uma representação uniforme dos processos de negócio de toda corporação; suportar novos projetos das unidades organizacionais da empresa; e possibilitar um controle e monitoramento das operações da empresa.

De modo geral, pode-se dizer que a modelagem de processos compreende duas grandes atividades: modelagem do estado atual do processo (*As-Is*) e modelagem do estado desejado do processo (*To-Be*) (BALDAM *et al.* 2007). Mapear a organização como ela é (*As-Is*) permite identificar possíveis problemas no processo, que só então, uma vez resolvidos ou mitigados pode-se modelar como o processo deverá ser (*To-Be*). Segundo PIDD (1998), faz sentido modelar o processo atual para descobrir quais são os componentes essenciais e sensíveis em que as melhorias farão diferença.

O mapeamento de processos é uma ferramenta de gestão e de comunicação que permite melhorar os processos existentes na empresa ou ainda implantar uma estrutura

nova voltada para processos. Na visão de HUNT (1996), sua implementação permite redução de custos no desenvolvimento de produtos e serviços, a redução nas falhas de integração entre sistemas e melhora do desempenho da organização.

Existem diversas linguagens disponíveis para a modelagem de processos, que se diferenciam em sua semântica, poder expressivo e suporte de software. A seleção da linguagem adequada é um fator importante para o sucesso de um projeto de BPM (van der Aalst *et al.* 2003b). Dentre as mais utilizadas e citadas na literatura destacam-se a IDEF (MAYER *et al.* 1994), Diagrama de Atividade da UML (RUMBAUGH *et al.* 1999), EPC (SHEER 2000) e BPMN (OMG 2011).

Para uma organização escolher a técnica de modelagem de processo mais adequada, é preciso definir a hierarquia dos processos que se quer adotar. Geralmente essa hierarquia começa na visão geral de processos até chegar ao nível mais detalhado. Alguns autores dividem a hierarquia de processos em macroprocessos, processos principais, processos ou subprocessos e atividades (HARRINGTON 1997).

Esta hierarquia de processos pode ser interpretada da seguinte forma:

- Macroprocessos: nível mais alto de representação dentro da organização;
- Processos Principais: são subdivisões dos macroprocessos. É o primeiro nível de representação dos processos que permite visualizar o conjunto de ações do processo;
- Processos: são subdivisões dos processos principais. É um nível de detalhamento que possibilita compreender em maior detalhe as ações a serem realizadas.

A modelagem tradicional de processos complexos é uma atividade custosa, exigindo uma grande quantidade de tempo e recursos e sendo muitas vezes inviável economicamente (Greco *et al.* 2006). Como solução para esse problema, diversas técnicas de modelagem que utilizam logs de execução de instâncias de processo têm sido propostas nos últimos anos, com o surgimento do campo de pesquisa de mineração de processos. Dessa forma, é possível obter modelos *As-Is* que explicitam a situação atual dos processos e facilitam sua análise futura. A mineração de processos é estudada em maiores detalhes no capítulo 3 deste trabalho.

## Capítulo 3 – Mineração de Processos

O objetivo da mineração de processos é extrair modelos de processo explícitos a partir de logs de execução de sistemas de informação. O desafio é criar o modelo de processo, dado um log de eventos, tal que o modelo seja consistente com o comportamento dinâmico observado neste log. Assim, ao invés de iniciar com a modelagem de um processo, como é tradicionalmente esperado, mineração de processos inicia obtendo informação sobre os processos como eles são executados. Inicia-se assumindo que é possível registrar eventos com informações sobre a ordem em que esses eventos são executados. Qualquer sistema de informação pode oferecer esta informação de alguma forma, mesmo que seja necessária a sua customização.

Este capítulo tem o objetivo de apresentar os principais conceitos ligados à mineração de processos a fim de subsidiar a compreensão do modelo proposto neste trabalho.

### 3.1 Visão Geral

Técnicas tradicionais de descoberta de processos incluem *brainstorming*, entrevistas, análise de documentos, observação passiva ou ativa e amostragem do trabalho (Schedlbauer 2010). Estas técnicas são manuais, não envolvendo uma análise rigorosa de dados previamente existentes (van der Aalst 2011). Elas demandam uma grande quantidade de recursos e tempo, dos quais uma organização nem sempre pode dispor.

Segundo van der Aalst (2011), a modelagem tradicional é ainda propensa a diversos erros. O analista que projeta um modelo geralmente se concentra no comportamento padrão do processo, deixando de fora, por exemplo, os 20% de casos menos significativos, justamente aqueles que tendem a ser mais problemáticos durante a execução do processo, embora sejam mais raros. Pessoas também podem possuir visões tendenciosas de um processo, variando de acordo com sua função dentro da organização.

Nesse contexto, a mineração de processos complementa abordagens existentes de gerenciamento de processos de negócio (van der Aalst 2011). Enquanto técnicas tradicionais de gerenciamento de processos de negócio são baseadas em modelos

construídos de forma manual (Weske 2007), a partir de registros documentais e opiniões pessoais, a mineração de processos possibilita a construção de modelos de processo baseada em evidências de atividades que foram registradas por sistemas de informação, eliminando a subjetividade das idéias e opiniões de indivíduos.

A mineração de processos é um campo de pesquisa relativamente recente. O termo surgiu em 1999, a partir de um projeto de pesquisa desenvolvido por Wil van der Aalst e Ton Weijters (van der Aalst 2011). Em van der Aalst e Weijters (2004), os autores definem mineração de processos como “uma metodologia para destilar uma descrição estruturada de processo a partir de um conjunto de execuções reais”. A mineração de processos assume que é possível coletar um log de processos contendo a ordem em que os eventos de cada instância são executados. Um log de eventos pode ser obtido a partir de qualquer sistema de informação que armazene estes dados, seja ele um BPMS, um ERP, um CRM ou um sistema desenvolvido localmente pela organização. A partir desta hipótese, diversas técnicas têm sido desenvolvidas e publicadas na literatura.

As informações em logs de eventos se referem a eventos reais e geralmente contém vários aspectos dos eventos. O caso, ou "instância de processo", é o objeto sobre o qual ocorrem as atividades, por exemplo, um pedido de compra ou uma solicitação de viagem. Atividades ou tarefas são operações em um caso, como registro, verificação ou aprovação. *Timestamp* refere-se ao tempo de ocorrência, que pode ser gravado como um período que contém uma hora de início e de término, ou apenas como um único momento (van Eck *et al.* 2015).

Para que seja possível realizar atividades de mineração de processos, é necessário que cada registro de evento contenha informações sobre qual instância este evento ocorreu, à qual atividade ele corresponde e em que momento ele foi registrado. Informações como o responsável pela execução da atividade, o departamento ou unidade organizacional onde esta foi realizada, entre outras, também podem fazer parte dos registros de eventos, permitindo complementar o conhecimento extraído através da mineração de processos.

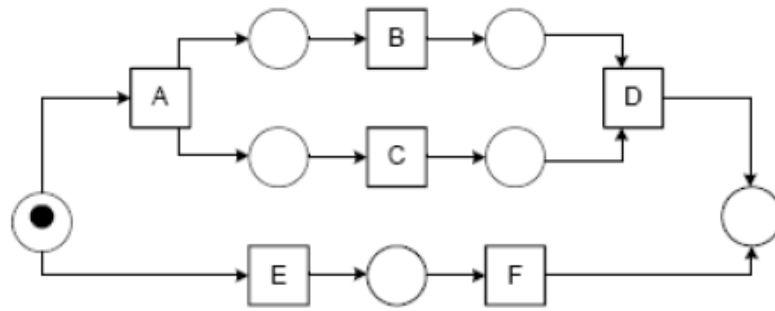
A Tabela 1 apresenta um exemplo de log de eventos contendo informações sobre cinco casos. O log mostra que para quatro casos (casos 1, 2, 3 e 4) as tarefas A, B, C e D foram executadas. Para o quinto caso, somente duas tarefas diferentes foram



executadas: tarefas E e F. Se a tarefa B é executada, então a tarefa C também será. Porém, para alguns casos, a tarefa C é executada antes da tarefa B. Baseado nesta informação mostrada na tabela e fazendo algumas suposições sobre a completude do log (assume-se que os casos são representativos e um conjunto suficientemente grande de possíveis comportamentos são observados dentro do log), é possível deduzir o modelo de processo mostrado na Figura 4. O modelo é representado em termos de uma rede de Petri (Murata 1989). A rede de Petri pode iniciar com a tarefa A e terminar com a tarefa D. Estas tarefas são representadas por transições. Após executar A, as tarefas B e C são habilitadas em paralelo. Note que para este exemplo é assumido que duas tarefas são paralelas se elas aparecerem em qualquer ordem dentro do log.

**Tabela 1: Exemplo de informações contidas em um log de eventos**

<b>Caso (Instância)</b>	<b>Tarefa</b>	<b>Responsável</b>	<b>Timestamp</b>
1	Tarefa A	Pedro	05/03/2016
2	Tarefa A	João	20/03/2016
3	Tarefa A	Ana	01/04/2016
3	Tarefa B	Paulo	28/04/2016
1	Tarefa B	Rafael	12/03/2016
1	Tarefa C	Maria	20/04/2016
2	Tarefa C	Fátima	26/03/2016
4	Tarefa A	Pedro	15/07/2016
2	Tarefa B	Paulo	13/04/2016
2	Tarefa D	Ana	18/04/2016
5	Tarefa E	João	29/06/2016
4	Tarefa C	Fátima	28/07/2016
1	Tarefa D	Ana	26/07/2016
3	Tarefa C	Pedro	04/06/2016
3	Tarefa D	Paulo	10/07/2016
4	Tarefa B	Ana	01/08/2016
5	Tarefa F	João	13/07/2016
4	Tarefa D	Rafael	18/08/2016



**Figura 4: Um modelo de processo que corresponde ao log (van der Aalst e Weijters 2004)**

Para o sucesso das atividades de mineração de processos, há duas premissas que devem ser observadas: os registros de eventos devem ser confiáveis, e o processo manifestado nos registros existe de fato. Estas premissas implicam em que todos os eventos presentes nos registros devem possuir uma atividade lógica correspondente no processo, e que existe uma forma perfeita de representação para um determinado processo (van der Aalst e Günther 2007). É importante que os eventos sejam registrados sob um nível de detalhamento em comum, para que não haja a necessidade de combinar múltiplos registros de uma atividade para que esta esteja no mesmo nível de abstração que outra a ser representada no modelo.

### 3.2 Tipos de Mineração de Processos

A mineração de processos pode ser utilizada para a realização de três tipos de ações sobre os processos da organização, com base no conhecimento retirado do log de eventos: Descoberta, conformidade (monitoramento) e extensão (melhoria) dos processos reais da organização (van der Aalst e Günther 2007). Abaixo segue uma breve descrição sobre cada uma destas ações:

- **Descoberta:** Não existe um modelo ou esquema para o processo e através da mineração de processo o primeiro modelo é obtido. Ele deve ser utilizado para análise do processo da organização e deve ser armazenado para possíveis avaliações sobre a conformidade do processo no futuro;
- **Conformidade:** Existe um modelo ou esquema para o processo e através da aplicação de mineração de processos é possível verificar se esta documentação existente está sendo respeitada. A análise dos casos de não conformidade pode expor a necessidade de treinamento para funcionários que não conhecem bem o

processo da organização, pode expor falhas em sistemas que controlam o negócio e também podem indicar pontos de desatualização da documentação sobre o processo de negócio (havendo, neste caso, necessidade de extensão);

- Extensão: Existe um modelo ou esquema para o processo e esta documentação é enriquecida através das novas informações identificadas através da mineração de processos;

### **3.3 Perspectivas para a Mineração de Processos**

Os modelos de processos podem ser representados em diferentes perspectivas, podendo mais de uma estar presente em um modelo, devido à interseção de informações (van der Aalst 2011). Entre elas, podemos destacar:

- Fluxo de Atividades: esta perspectiva é focada no encadeamento e ordenação de atividades realizadas durante um processo. O mapeamento deve caracterizar os possíveis caminhos que um processo deve seguir a partir de seu início.
- Organizacional: representação do relacionamento entre os atores dentro de uma instituição e os eventos. Estes atores podem ser pessoas, departamentos, cargos. Tem como objetivo explicitar os responsáveis por cada atividade dentro do fluxograma de eventos de um processo.
- Temporal: leva em consideração a duração e frequência dos eventos, permitindo a descoberta e visualização de gargalos na execução de processos, assim como assegurar a qualidade em relação à duração das atividades e a verificação de atrasos.

### **3.4 Algoritmos de Descoberta de Processos**

Esta subseção introduz dois dos principais algoritmos de descoberta de processos, o algoritmo  $\alpha$  (van der Aalst *et al.* 2004) e o minerador de heurísticas (Weijters *et al.* 2006). O primeiro é de relevância acadêmica e motivou o desenvolvimento das técnicas posteriores de descoberta. O minerador de heurísticas, por sua vez, foi escolhido como a técnica utilizada no restante deste trabalho, devido à sua robustez contra ruído. Outras técnicas de descoberta de processos e comparações entre elas podem ser encontradas em (van der Aalst *et al.* 2003a), (van der Aalst *et al.* 2004), (van der Aalst e Weijters 2004) e (Medeiros *et al.* 2006). Nota-se que o Modelo de

Gestão desenvolvido neste trabalho não está limitado apenas à utilização do minerador de heurísticas, mas, pelo contrário, qualquer algoritmo pode ser suportado pelo fluxo proposto.

As principais definições utilizadas pelos algoritmos de descoberta de modelos, utilizadas nas seções seguintes, são (Weijters *et al.* 2006):

- $T$  é um conjunto de atividades, contendo o universo de todas as atividades existentes nos registros de eventos. Exemplo:  $T=\{A,B,C,D,E\}$ .
- $T^*$  é o conjunto de todas as sequências de atividades possíveis combinando quaisquer números de atividades presentes em  $T$ .
- $\sigma \in T^*$  é um *trace* de eventos, representando uma sequência de atividades. Exemplo: ADEC.
- $W \subseteq T^*$  é um multiconjunto de *traces* de eventos. Sendo um multiconjunto, ele permite a repetição de elementos, ou seja, que uma mesma sequência de atividades ocorra mais de uma vez no log.

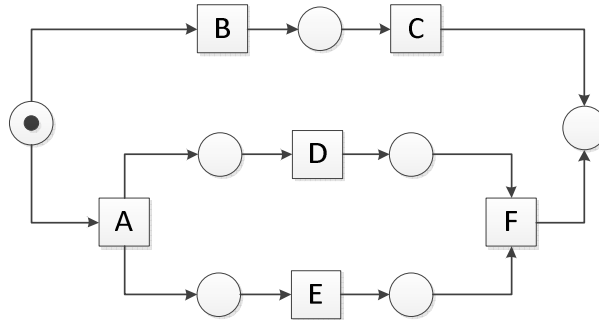
Também se faz necessário definir notações para dependências causais entre atividades. Sejam  $A$  e  $B$  duas atividades distintas que pertencem a  $T$ :

- $A >_W B$  se e somente se existe um trace  $\sigma$  pertencente a  $W$  onde a atividade  $B$  segue diretamente a atividade  $A$ .
- $A \not>_W B$  indica que a atividade  $B$  não segue diretamente a atividade  $A$  nos traces do log  $W$ .
- $A \rightarrow_W B$  se e somente se  $A >_W B$  e  $B \not>_W A$
- $A \#_W B$  se e somente se  $A \not>_W B$  e  $B \not>_W A$
- $A \parallel B$  se e somente se  $A >_W B$  e  $B >_W A$

### 3.4.1 Algoritmo $\alpha$

O algoritmo  $\alpha$  (van der Aalst *et al.* 2004) é um dos algoritmos mais estudados na área de mineração de processos, estando implementado na ferramenta ProM (Van Dongen *et al.* 2005). Seu objetivo é construir uma rede de Petri que modela o processo contido no log de eventos. Mais especificamente, sua saída é uma WF-net, uma rede de

Petri que modela o comportamento de um *workflow*. Uma rede de Petri é uma tupla  $(P,T,F)$ , onde  $P$  é um conjunto de posições,  $T$  é um conjunto de transições,  $F$  é um conjunto de arcos. Em uma WF-net, as transições representam as atividades do processo. As posições e arcos representam as dependências entre atividades. Mais especificamente, as posições são pré-condições ou pós-condições das atividades, permitindo a modelagem de conceitos como os ANDs e ORs entre atividades do processo.



**Figura 5: Exemplo de WF-net - adaptado de van der Aalst *et al.* (2004)**

Seu funcionamento básico é varrer os registros de eventos procurando por padrões nas sequências de atividades, assumindo que há uma relação de dependência entre duas tarefas quando ocorrem casos do tipo  $A \rightarrow_w B$ , onde a atividade  $A$  precede a atividade  $B$  e a atividade  $B$  nunca precede a atividade  $A$ . O algoritmo pode ser definido como, adaptado de (van der Aalst *et al.* 2004):

**Passo 1.** É criado o conjunto  $T_w$ , correspondente a todas as atividades presentes no conjunto de registros  $W$ . Os elementos deste conjunto servirão como base para construir as transições na rede de Petri que será gerada por este algoritmo.

**Passo 2.** É criado o conjunto  $T_i$ , correspondente a todas as atividades que iniciam alguma instância de processo  $\sigma$  presentes no conjunto de registros  $W$ .

**Passo 3.** É criado o conjunto  $T_f$ , correspondente a todas as atividades que finalizam alguma instância de processo  $\sigma$  presente no conjunto de registros  $W$ .

**Passo 4.** É criado um conjunto de tuplas  $(A, B)$ , visando achar o conjunto  $p(a, b)$  que representa as posições da rede, onde  $A$  corresponde às transições presentes em  $T_w$  que precedem  $p(a, b)$ , e  $B$  corresponde às transições em  $T_w$  que sucedem  $p(a, b)$ , observando que  $a \in A$  e  $b \in B$ , e que a relação de dependência  $a \rightarrow_w b$  deve ser

verdadeira. Para todas as possíveis combinações entre elementos presentes em  $A$ , ilustradas por  $a_i$  e  $a_j$ , a relação  $a_i \#_w a_j$  é verdadeira, e para todas as possíveis combinações entre elementos presentes em  $B$ , ilustradas por  $b_i$  e  $b_j$ , a relação  $b_i \#_w b_j$  é verdadeira.

**Passo 5.** É eliminado do conjunto de tuplas  $(A, B)$  todas as tuplas  $(A', B')$  que representam um subconjunto de elementos de tuplas contidas em  $(A, B)$ , restando apenas as tuplas que englobam maior quantidade de elementos.

**Passo 6.** É construído o conjunto de posições da rede  $P_w$ , a partir das posições restantes  $p(A, B)$  adicionadas às posições  $p(\text{início}, T_i)$  e  $p(T_f, \text{fim})$ , que representam as posições iniciais e finais da rede, respectivamente.

**Passo 7.** É construído o conjunto de transições da rede  $F_w$ , retornando as transições presentes nos conjuntos  $A, B, T_i$  e  $T_f$ .

**Passo 8.** É definido que o resultado do algoritmo  $\alpha$  considerando o conjunto de registros de eventos  $W$  é a rede de Petri definida por  $(P_w, T_w, F_w)$ .

O algoritmo  $\alpha$  possui grande importância acadêmica e tem sido alvo de diversos estudos. Muitas extensões para o algoritmo foram propostas na literatura técnica, incluindo, por exemplo, a detecção de laços (De Medeiros *et al.* 2004), de atividades duplicadas (Chun-Qin Gu *et al.* 2008) (Li *et al.* 2007) e de dependências implícitas (Wen *et al.* 2006). Sua abordagem formal, porém, apresenta resultados pouco satisfatórios na maioria das situações do mundo real (Weijters *et al.* 2006). Isso porque o algoritmo assume que o log não possui ruído, ou seja, que todas suas informações são verdadeiras e relevantes para a modelagem, ignorando a frequência em que cada relação entre atividades aparece. Ele também assume que um log está completo, ou seja, que todas as relações possíveis entre duas atividades estão presentes nele.

### 3.4.2 Minerador de Heurísticas

O minerador de heurísticas (Weijters *et al.* 2006) é um algoritmo mais robusto para situações reais, sendo menos sensível a ruído e informações incompletas no log de eventos. Para isso, ele leva em consideração a frequência das relações entre cada par de atividades, com a construção de um grafo de dependência. A probabilidade de existir realmente uma dependência entre duas atividades  $a$  e  $b$ , em um log  $W$ , é dada por  $a \Rightarrow_w b$

$b$ , e definida pela função abaixo. Um valor alto para  $a \Rightarrow_w b$  indica que existe uma alta chance de a relação de dependência entre  $a$  e  $b$  existir. O número de vezes que a atividade  $b$  segue diretamente a atividade  $a$  é representado pela notação  $|a >_w b|$ .

$$a \Rightarrow_w b = \left( \frac{|a >_w b| - |b >_w a|}{|a >_w b| + |b >_w a| + 1} \right)$$

A Tabela 2 exemplifica o cálculo de  $\Rightarrow_w$  para o log  $W = \{ABD^{13}, ACD^{10}, BC, AD^2\}$ . O valor sobrescrito indica quantas vezes *traces* iguais apareceram no log. BC e AD são *traces* incorretos, incluídos como ruído. Utilizando esses valores, o minerador de heurísticas define três limiares configuráveis. Dessa forma, são aceitas no modelo as dependências que:

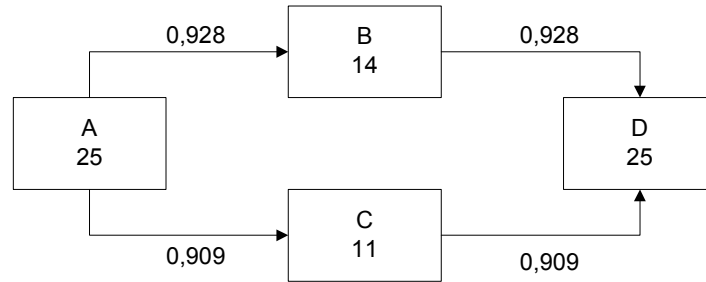
- Possuem o valor da medida de dependência ( $\Rightarrow_w$ ) acima do *limiar de dependência* (ex. 0.9);
- Possuem frequência de observações acima do *limiar de observações positivas* (ex. 10);
- E cuja diferença entre o valor da medida de dependência da relação e o valor da melhor medida de dependência seja menor do que o *limiar relativo ao melhor caso* (ex. 0,05).

**Tabela 2 - Exemplo de aplicação da relação  $\Rightarrow_w$**

$\Rightarrow_w$	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
<b>A</b>	0	0,928	0,909	0,666
<b>B</b>	-0,928	0	0,5	0,928
<b>C</b>	-0,909	-0,5	0	0,909
<b>D</b>	-0,666	-0,928	-0,909	0

Para muitas relações de dependência, porém, o uso de limiares é desnecessário. Isso porque todas as atividades presentes no modelo devem possuir pelo menos uma atividade precedente e uma atividade posterior, dependente da mesma. (excluindo os casos de atividades iniciais e finais). Dessa forma o minerador aplica, além dos limiares apresentados, a *heurística de todas as atividades conectadas*, que escolhe, para cada atividade analisada, sua atividade precedente e sua atividade posterior com o maior valor de  $\Rightarrow_w$ , incluindo estas conexões no grafo de dependência. Utilizando o exemplo acima, a atividade dependente de A é escolhida entre B (0,928) e C (0,909), sendo que

B possui a maior medida de dependência. Para a atividade B, como a atividade A é sua única precedente, esta dependência é novamente escolhida. Para a atividade dependente de B, a relação com D é escolhida. Aplicando esta heurística para o restantes das atividades, o grafo de dependência abaixo é encontrado. Os valores nos nós indicam o número de vezes que a atividade aparece no log, e os valores nos arcos indicam o valor da relação  $\Rightarrow_w$ . Nota-se que o uso da *heurística de todas as atividades conectadas* é opcional.



**Figura 6 - Grafo de dependência**

Um problema da abordagem utilizada até agora é que ela não consegue lidar com laços curtos, ou seja, laços de comprimento 1 (ABBC) e laços de comprimento 2 (ABAC). As medidas de dependência para estes casos retornam valores muito pequenos, o que faz com que os laços sejam eliminados do modelo de dependência resultante. Como solução, o minerador de heurísticas define novas medidas de dependências para estes laços, e os trata como atividades comuns durante a construção do grafo de dependência. Nas fórmulas abaixo,  $a \Rightarrow_w a$  indica um laço de comprimento 1,  $a \Rightarrow_{2w} b$  um laço de comprimento 2 e  $|a \gg_w b|$  o número de vezes em que um laço de comprimento 2 ( $aba$ ) ocorre no log. Ou seja, enquanto a relação  $a >_w b$  descrita anteriormente indica que  $b$  segue diretamente  $a$  em  $W$ , a relação  $a \gg_w b$  representa um laço  $aba$  existente em  $W$ .

$$a \Rightarrow_w a = \left( \frac{|a >_w a|}{|a >_w a| + 1} \right)$$

$$a \Rightarrow_{2w} b = \left( \frac{|a \gg_w b| + |b \gg_w a|}{|a \gg_w b| + |b \gg_w a| + 1} \right)$$



Outro refinamento do minerador é a identificação de gateways AND e XOR. Considerando-se o grafo de dependência acima, que possui a atividade A conectada por relações de dependência a B e C. Caso A esteja conectada a B e C por um gateway AND, o padrão BC deve aparecer no log. Caso seja por um gateway XOR, o padrão BC não deve aparecer no log. Dessa forma, a medida abaixo é definida. Caso o valor de  $a \Rightarrow_w b \wedge c$  seja alto, as atividades estão conectadas por um gateway AND. Caso contrário, elas estão conectadas por um gateway XOR. O corte é feito através de um limiar configurável, como acontece com os demais parâmetros do minerador.

$$a \Rightarrow_w b \wedge c = \left( \frac{|b >_w c| + |c >_w b|}{|a >_w b| + |a >_w c| + 1} \right)$$

O último caso considerado pelo minerador é aquele em que a escolha entre duas atividades não é realizada localmente, mas em outras partes do modelo. A Figura 7 ilustra esta situação. Depois que a atividade D foi ativada, a escolha entre as atividades E e F depende de uma escolha anterior, entre B e C. Enquanto o trace ABDEG é viável, a sequência ABDFG não é. A *heurística de dependência em longa distância* tem por objetivo lidar com esse problema. Ela leva em consideração a relação  $a \ggg_w b$ , indicando a existência da sequência  $a...b$ , com qualquer número de atividades entre  $a$  e  $b$ .

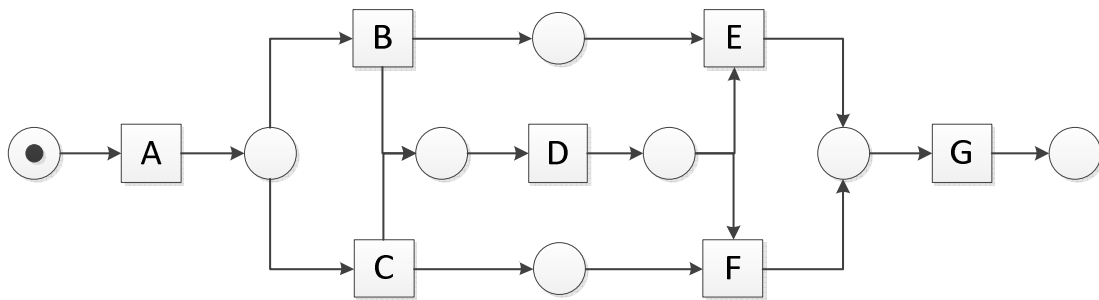


Figura 7 - Grafo de dependência - adaptado de Weijters *et al.* (2006)

## Capítulo 4 – Metodologias de Mineração de Processos

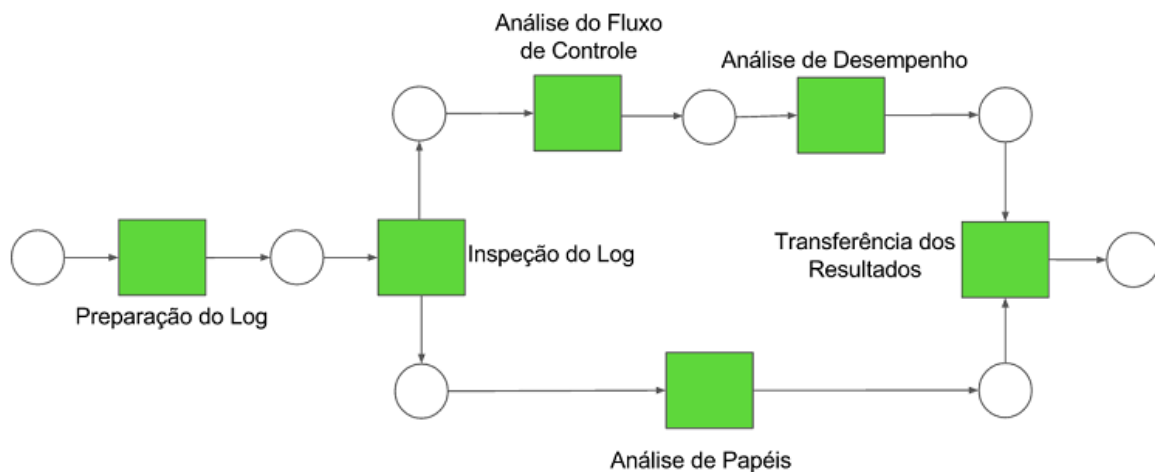
Esforços foram feitos para criar metodologias direcionadas a projetos de mineração de processos, já que as metodologias desenvolvidas na área de mineração de dados são de alto nível e fornecem pouca orientação para atividades específicas de mineração de processos (Van der Aalst 2011). Nesse contexto, destacam-se três metodologias: *Process Diagnostics Method (PDM)* (Bozkaya *et al.* 2009), que também foi adaptado para ambientes de saúde (Rebuge e Ferreira, 2012), *L\* Life-Cycle* (Van der Aalst 2011) e *PM<sup>2</sup>: Process Mining Project Methodology* (van Eck *et al.* 2015).

Este capítulo descreve as metodologias de mineração de processos encontradas na literatura, apresentando seus objetivos e os passos previstos em cada etapa.

### 4.1 PDM: Process Diagnostics Method

Process Diagnostics (Bozkaya *et al.* 2009) é uma metodologia proposta para fornecer um rápido diagnóstico do processo sem prévio conhecimento do domínio, a partir da utilização de técnicas específicas de mineração. Consiste em cinco fases: (1) Preparação do log, na qual o log de eventos do sistema de informação é extraído, (2) Inspeção do log, para obter um primeiro olhar do processo, (3) Análise do Controle de Fluxo, (4) Análise de Desempenho e (5) Análise de Papéis, ou seja, de pessoas e recursos que executam atividades no processo. Finalmente, os resultados são relatados ao cliente.

A Figura 8 mostra a metodologia como um processo. As duas primeiras etapas são entradas para Análise Controle de Fluxo e Análise de Papéis; já a etapa Análise de Desempenho precisa também da entrada de Análise do Controle de Fluxo.



**Figura 8: Fases da PDM – adaptado de Bozkaya *et al.* (2009)**

Na Preparação do Log, ocorre a extração dos dados que se pretende utilizar na análise e suas transformações necessárias. Nesta etapa, os dados são analisados para identificação das atividades e seus eventos, bem como as informações relativas ao tempo.

A Inspeção do Log consiste na análise macro das instâncias, eventos, *traces* e outros dados contidos no log para se ter uma visão inicial sobre o processo analisado. Nesta fase, as estatísticas sobre o log são recolhidas, incluindo informações sobre o número de instâncias e papéis, o número total de eventos, os diferentes eventos presentes, o número mínimo, máximo e médio de eventos por instância etc. Após a análise dessas estatísticas, o log de eventos é filtrado para eliminação dos *traces* incompletos, que são os *traces* que tiveram seu início antes do período extraído para o log e os que ainda não haviam sido concluídos no momento da extração dos dados.

Na Análise do Fluxo de Controle, buscam-se respostas à pergunta "Como é o processo real?". Se a organização tem uma descrição de processo, uma verificação de conformidade é executada para verificar se o processo está em conformidade com as especificações, ou seja, se cada *case* no log de eventos pode ser reproduzido na definição do processo (Rozinat e van der Aalst 2005). Se este não for o caso, o objetivo aqui passa a ser a descoberta do fluxo com a execução de algoritmos de descoberta (van der Aalst *et al.* 2004, de Medeiros *et al.* 2006, Weijters *et al.* 2006). O método defende a aplicação do princípio de Pareto (20-80) para eliminar as sequências menos frequentes e evitar a geração de um modelo do tipo *spaghetti*.

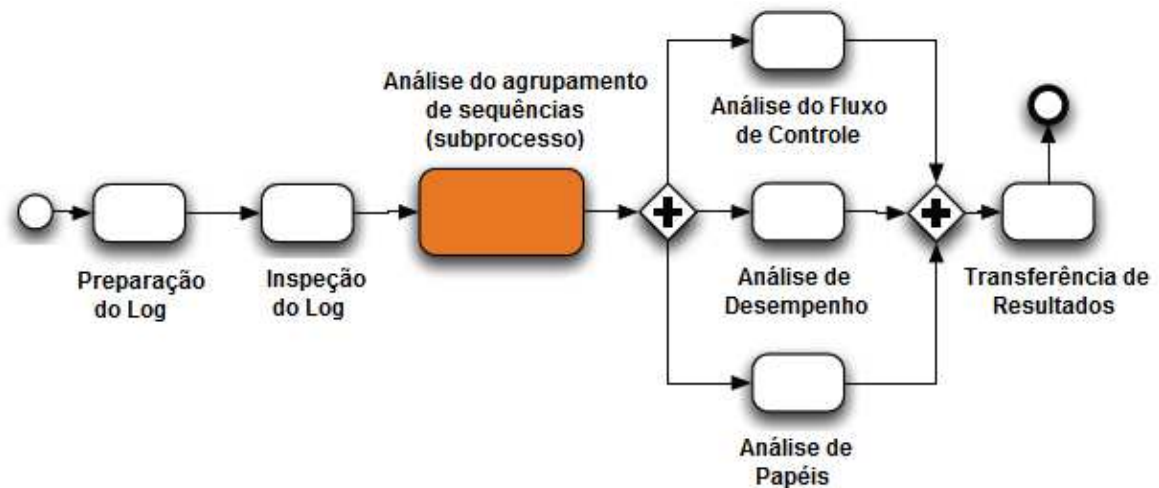
Os modelos descobertos na etapa anterior são utilizados para a Análise de Desempenho do processo, onde se busca respostas a perguntas como “Existem gargalos no processo?”. O método defende a utilização de *dotted charts* (Song e van der Aalst 2004) para comparação dos cases e seus tempos de processamento, seguido da análise dos tempos de execução das atividades e das sequencias separadamente.

Na Análise de Papéis, pessoas ou outros recursos responsáveis pelas atividades do processo são identificados, respondendo a perguntas como “Quem executa quais atividades?” e “Quem está trabalhando junto?”. Para isso, a metodologia defende a criação de uma matriz papel-atividade - onde as linhas representam os papéis, as colunas representam os eventos do log e cada célula contém o número de vezes que o papel executou a atividade – e de gráfico de rede social (van der Aalst e Song 2004), que representa os relacionamentos entre os papéis.

Finalmente, na etapa Transferência de Resultados, o resultado do diagnóstico é entregue e discutido com o cliente que, com seu conhecimento e suporte do executor do diagnóstico, poderá rever fluxos e perfis do sistema de informação de origem.

## **4.2 PDM: Process Diagnostics Method (para Processos da Área de Saúde)**

A pesquisa de Rebuge e Ferreira (2012) destacou o comportamento infrequente e variante dos processos de saúde e estendeu a metodologia PDM, apresentada acima, com um novo passo após a Inspeção do Log (Figura 9).



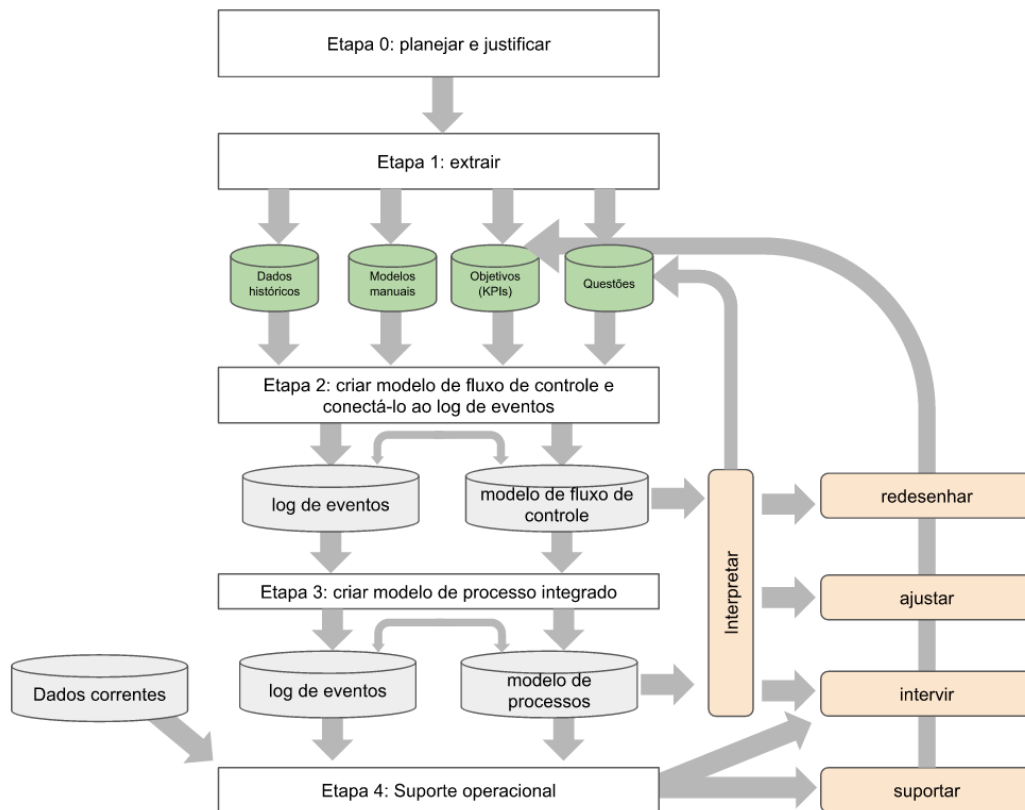
**Figura 9: Extensão da PDM para Processos da Área de Saúde – traduzido de Rebuge e Ferreira (2012)**

Este novo passo consiste em uma sub-metodologia que inclui um conjunto de técnicas para agrupar o log e pré-analisar o processo. Compreende a execução de algoritmo de clusterização de seqüências (Gabriel Veiga 2009, I. Cadez *et al.* 2000) para descobrir padrões comportamentais contidos no log de eventos e técnicas para identificação do comportamento regular, variante e infrequente.

A proposta é que a execução dessa sub-metodologia aborde os principais desafios que os ambientes de saúde representam para a mineração de processos, que são (1) a incompletude e o ruído dos registros de eventos clínicos; (2) como distinguir variantes do processo; e (3) como distinguir comportamentos infrequentes (casos clínicos excepcionais, erros médicos, etc.). Após esse passo, pode-se então prosseguir com a análise restante nas diferentes perspectivas do processo e para cada cluster de interesse.

### 4.3 L\* Life-cycle

Com a proposta de guiar a condução de projetos de mineração de processos, Van der Aalst (2011) propôs o *L\* life-cycle model*, um modelo de ciclo de vida para mineração de processos estruturados, mostrado na Figura 10. O modelo é composto por cinco etapas: Planejar e justificar (Etapa 0), Extrair (Etapa 1), Criar modelo de fluxo de controle e conectá-lo ao log de eventos (Etapa 2), Criar modelo de processo integrado (Etapa 3) e Prover suporte operacional (Etapa 4).



**Figura 10: L\* life-cycle model – adaptado de Van der Aalst (2011)**

Na etapa inicial, os benefícios esperados como resultados do projeto são definidos, sejam eles relacionados à exploração dos dados ou a questões e objetivos específicos relevantes para o domínio. Esta etapa também está relacionada ao planejamento das tarefas, à alocação dos recursos, definição dos marcos e monitoramento contínuo do projeto.

Depois de iniciar o projeto, dados de eventos, modelos, objetivos e perguntas precisam ser extraídos de sistemas de informação e de especialistas do domínio. Dessa forma, a Etapa 1 consiste na coleta dos dados para o log de eventos, dos modelos de processo existentes e na entrevista com as partes interessadas para detalhamentos das questões ou objetivos envolvidos.

A Etapa 2 do *L\* life-cycle* tem como objetivo determinar o modelo de fluxo do processo a partir da utilização de técnicas de mineração, de forma a garantir a obtenção de um modelo firmemente relacionado ao log de execução.

Na Etapa 3, o modelo é melhorado com perspectivas adicionais ao controle de fluxo, com adição, por exemplo, da perspectiva organizacional ou temporal. O resultado é um modelo de processo integrado que pode ser usado para vários fins.

A Etapa 4 visa prover apoio operacional ao processo. A partir da análise de dados de casos que ainda estiverem em execução, busca-se aqui oferecer ao usuário final a visão em tempo real sobre o andamento do processo, detectando problemas e fornecendo previsões.

#### **4.4 PM<sup>2</sup>: Process Mining Project Methodology**

A metodologia PM<sup>2</sup> (van Eck *et al.* 2015) orienta as organizações na execução de projetos de mineração de processos, visando melhorar o desempenho do processo ou verificar sua conformidade com regras e regulamentos. PM<sup>2</sup> é baseada na definição de questões de pesquisa que são iterativamente refinadas e respondidas ao longo do projeto.

As duas primeiras etapas da metodologia são (1) planejamento e (2) extração, durante as quais são definidas as questões iniciais de pesquisa e os dados de eventos são extraídos. Após as duas primeiras etapas, uma ou mais iterações de análise são realizadas, possivelmente em paralelo. Cada iteração de análise executa as seguintes etapas uma ou mais vezes: (3) processamento de dados, (4) mineração e análise, e (5) avaliação. Uma iteração de análise se concentra em responder a uma questão de pesquisa específica, aplicando atividades relacionadas à mineração de processos e avaliando os modelos e demais dados obtidos. Se os resultados forem satisfatórios, então eles podem ser usados para (6) melhoria de processo e suporte.



**Figura 11: Metodologia PM<sup>2</sup> - adaptado de van Eck *et al.* (2015)**

O objetivo da etapa de Planejamento é estabelecer o projeto e determinar as questões de pesquisa. As entradas desta etapa são os processos de negócios da organização; as saídas são questões de pesquisa relacionadas aos objetivos e a identificação dos sistemas de informação que apoiam a execução dos processos de negócio a serem analisados. Três atividades são descritas para esta etapa: identificar questões de pesquisa, selecionar processos de negócio e compor equipe do projeto.

A etapa Extração visa extrair dados de eventos e, opcionalmente, modelos de processo existentes. Os insumos desta etapa são as questões de pesquisa e os sistemas de informação que suportam a execução dos processos selecionados para análise; as saídas são os dados de eventos e os modelos de processo coletados. Três atividades compõem esta etapa: determinar o escopo, extrair dados de eventos e transferir o conhecimento do processo.

O objetivo principal da etapa Processamento de dados é criar logs de eventos a partir dos dados obtidos, de tal forma que sejam satisfatórios para a etapa de Mineração e Análise. Quatro atividades compõem a etapa: criar visões, agregar eventos, enriquecer logs e filtrar logs. Além dos dados de eventos, podem-se considerar também como entrada desta etapa os modelos de processo existentes; as saídas são logs de eventos.

Na etapa Mineração & Análise, aplicam-se técnicas de mineração de processos a fim de responder às perguntas de pesquisa e obter *insights* sobre o desempenho e



conformidade do processo. Entradas para esta etapa são logs de eventos. Além disso, se estiverem disponíveis modelos de processo, eles também podem ser usados para atividades de verificação de conformidade e aprimoramento. Resultados para esta etapa são descobertas que respondes às perguntas de pesquisa. Quatro atividades compõem esta etapa: descoberta de processos, verificação de conformidade, aprimoramento e análise de processos. As três primeiras são bem conhecidas técnicas de mineração de processo (Van der Aalst 2011). As análises de processos são outras técnicas complementares, como mineração de dados, que podem ser aplicadas no contexto de processos de negócios (de Leoni *et al.* 2014).

A etapa de Avaliação visa relacionar os resultados da análise com as ideias de melhoria que atingem os objetivos do projeto. As entradas são os modelos de processo e os dados de desempenho e conformidade gerados na etapa de Análise; as saídas são ideias de melhoria ou novas questões de pesquisa. As atividades desta etapa são: Diagnosticar, e Verificar e Validar (V&V).

Finalmente, a etapa de Melhoria e Suporte tem o objetivo de usar os *insights* adquiridos para modificar a execução real do processo. As entradas desta etapa são as ideias de melhoria da fase de Avaliação; as saídas são as modificações no processo. As atividades são: implementação de melhorias e suporte operacional.

## Capítulo 5 – Modelo de Gestão por Processos baseado em Mineração

O Modelo de Gestão por Processos baseado em Mineração foi desenvolvido com o objetivo de direcionar a aplicação de técnicas de mineração de processos no contexto de gerenciamento de processos de negócio, e teve como premissa compor uma abordagem que possa ser empregada em diferentes domínios que tenham seus processos automatizados, de forma que seja possível a recuperação de informações sobre as instâncias do processo e do fluxo de atividades realizado para cada uma delas.

O Modelo foi desenvolvido a partir da revisão da literatura das metodologias existentes, descritas no Capítulo 4, nas boas práticas elencadas no Manifesto de Mineração de Processos (van der Aalst *et al.* 2011) e nas necessidades identificadas durante a aplicação prática das técnicas de mineração. O modelo foi avaliado com um estudo de caso e sofreu alterações até chegar ao formato apresentado neste capítulo (a versão inicial do modelo será disponibilizada no Apêndice A).

Este capítulo apresenta o Modelo, detalhando as atividades previstas para cada etapa, bem como as entradas necessárias, ferramentas/técnicas utilizadas e os resultados gerados em cada uma delas.

### 5.1 Visão Geral

O modelo é composto por seis etapas - 1. Definição dos Objetivos, 2. Análise do Cenário, 3. Extração e Carregamento dos Dados, 4. Mineração, 5. Análise do Processo e 6. Reengenharia do Processo – que devem ser executadas de forma contínua com o objetivo de acompanhar a evolução dos processos organizacionais e monitorar sua execução, considerando que, dada a natureza dinâmica dos processos, não é aconselhável ver mineração como uma atividade única (*one-time*) (van der Aalst *et al.* 2011).

Na etapa 1 (Definição dos Objetivos), os objetivos que se pretende alcançar com a mineração de processos devem ser estabelecidos; na etapa 2 (Análise do Cenário), os fluxos de trabalho associados aos objetivos e os dados disponíveis nos sistemas de informação relacionados devem ser analisados; na terceira etapa (Extração e Carregamento dos Dados) devem ser elaborados os scripts para extração e carregamento

dos dados na ferramenta de mineração, enquanto na quarta (Mineração), os modelos de processos são obtidos através de algoritmos de mineração implementados pela ferramenta utilizada; na etapa 5 (Análise do Processo), o processo é analisado à luz dos resultados gerados na mineração; e, finalmente na 6ª etapa (Reengenharia do Processo), as deficiências do processo devem ser corrigidas e os sistemas de informação de origem devem ser reavaliados, considerando tanto questões relacionadas às funcionalidades e regras de negócio, quanto a forma de armazenamento e manutenção dos dados.

A natureza cíclica do modelo permite que mesmo processos mais dinâmicos possam ter suas deficiências identificadas e que as ações para melhoria em processos, sistemas e qualidade dos dados tenham sua eficácia medida por meio do acompanhamento de diferentes ciclos de mineração.

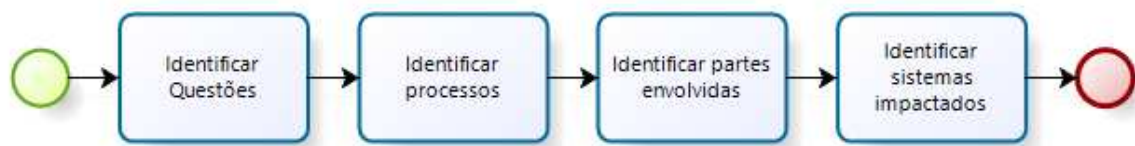
A Figura 12 ilustra o relacionamento entre as etapas do modelo. As seções seguintes detalham as atividades realizadas em cada etapa.



Figura 12 - Modelo de Gestão por Processos Baseado em Mineração

## 5.2 Etapa 1: Definição dos Objetivos

Esta etapa consiste na definição dos resultados que se pretende alcançar com a mineração de processos e na identificação dos processos relacionados aos objetivos, das partes envolvidas e dos sistemas que deverão ser contemplados nas análises. A Figura 13 apresenta a sequência de atividades que devem ser realizadas para a execução da etapa.



**Figura 13: Etapa 1 - Definição dos Objetivos**

As questões de análise devem servir como um direcionador para todo o processo de mineração. A mineração não deve ser realizada sem objetivos claramente definidos. Sem questões concretas, é muito difícil extrair dados significativos, principalmente em processos e sistemas complexos, onde a seleção de tabelas relevantes pode se tornar impossível (van der Aalst *et al.* 2011).

As questões devem ser definidas em alinhamento com a alta administração, pois elas precisam estar relacionadas a necessidades reais e aderentes ao planejamento estratégico da organização. A definição de questões não relevantes para o negócio pode gerar a utilização de um esforço para resultados não significativos.

A definição das questões impactará na definição da abordagem e nas perspectivas que deverão ser utilizadas. A abordagem pode ser direcionada a (i) descoberta, com o intuito de obter um modelo de processo quando ele não existe previamente; (ii) conformidade, com o intuito de avaliar a adequação de registros de eventos a um determinado modelo de processo pré-existente; e (iii) extensão, com o propósito de expandir, incrementar ou enriquecer modelos de processo existentes a partir de dados provenientes de execuções de processos, além de permitir que modelos não adequados ao que é observado nos registros de eventos possam ser corrigidos (van der Aalst e Günther 2007).

A perspectiva pode ser de processos, com foco no encadeamento e ordenação de atividades, organizacional, com foco nos originadores dos eventos, ou temporal, com foco na duração e frequência dos eventos (Van der Aalst 2011).

Na atividade seguinte, devem ser identificados quais limites do processo são relacionados aos objetivos estabelecidos, ou seja, qual parte do processo ou quais subprocessos devem ser considerados na análise. Importante ressaltar que a visão por processos deve ser interfuncional, e que, portanto, essa análise não pode ser restrita a

uma unidade específica ou mesmo a uma organização. Em cenários colaborativos, por exemplo, onde diferentes organizações trabalham em conjunto para lidar com instâncias de processo, podem existir processos inter-organizacionais e processos do tipo "quebra-cabeça", isto é, o processo global é cortado em partes e distribuído nas organizações que necessitam cooperar para que o mesmo seja concluído com êxito (van der Aalst *et al.* 2011).

A identificação das partes envolvidas nos processos é importante para que as interfaces sejam claramente conhecidas e para que as fontes de informação sejam devidamente elencadas.

Na última atividade da etapa, devem ser identificados os sistemas de informação que suportam os processos envolvidos e armazenam os dados que podem ser utilizados como insumos para a mineração.

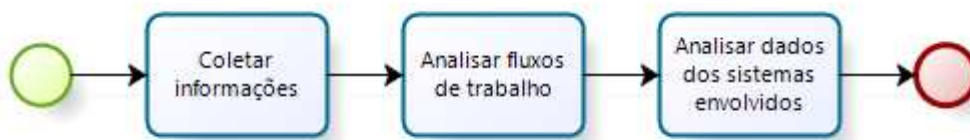
A Tabela 3 apresenta um resumo dos dados necessários à execução desta etapa, bem como as ferramentas e/ou técnica que podem ser utilizadas e os resultados gerados.

**Tabela 3: Dados Necessários, Ferramentas/Técnicas e Resultados da Etapa 1**

<b>Definição dos objetivos</b>		
<i>Dados Necessários</i>	<i>Ferramentas/Técnicas</i>	<i>Resultados</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>— Necessidades da organização;</li> <li>— Planejamento estratégico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Opinião especializada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Objetivos, abordagens e perspectivas da mineração definidos;</li> <li>— Processos identificados;</li> <li>— Partes envolvidas identificadas;</li> <li>— Sistemas de informação identificados.</li> </ul>

### **5.3 Etapa 2: Análise do Cenário**

Esta etapa consiste na coleta de informações sobre os processos envolvidos, na análise dos fluxos de trabalho e no estudo e compreensão da natureza dos dados disponíveis nos sistemas de informação utilizados.



**Figura 14: Etapa 2 - Análise do Cenário**

Primeiramente, deve ser realizada a coleta de informações sobre o processo a ser analisado e o levantamento da documentação existente, como manuais ou procedimentos internos, a partir de contatos e reuniões com os gestores e partes envolvidas nos processos.

Uma vez coletadas as informações macro e a documentação, realiza-se uma análise dos fluxos de trabalho envolvidos na execução dos processos, com objetivo de ter uma compreensão mais aprofundada sobre o cenário e as questões envolvidas.

A análise dos dados consiste no estudo e na compreensão da natureza dos dados disponíveis em termos de conteúdo e tipos de campos de dados e estrutura das relações entre os registros. Deve ser realizada com base na documentação técnica da base de dados dos sistemas envolvidos (modelo de dados, dicionário de dados, descrições de domínio etc) e nos próprios dados, e deve considerar a relação entre os elementos do processo e os dados que deverão compor o log de eventos, sobretudo quando a abordagem alvo for verificação de conformidade ou extensão (van der Aalst *et al.* 2011). Ou seja, se o modelo que precisa ser verificado ou estendido representar o ciclo de vida de um pedido de compra, deve ser buscado na base de dados o identificador da compra para representar a instância no log de eventos, permitindo assim que o modelo seja gerado na mesma perspectiva.

Mesmo na descoberta, onde não existe propriamente um modelo que servirá de referência, deve-se observar a relação do dado ao processo para que o modelo gerado represente de fato as questões relacionadas aos objetivos definidos.

Após essa análise, é possível obter o mapeamento origem/destino do dado, que indicará de onde o dado deverá ser extraído e como ele deverá ser contido no log de eventos para permitir a realização adequada na mineração, já que é conhecido que a qualidade do resultado da mineração depende muito da entrada (van der Aalst *et al.* 2011).

A Tabela 4 apresenta um resumo dos dados necessários à execução desta etapa, bem como as ferramentas e/ou técnica que podem ser utilizadas e os resultados gerados.

**Tabela 4: Dados Necessários, Ferramentas/Técnicas e Resultados da Etapa 2**

<b>Análise do Cenário</b>		
<i>Dados Necessários</i>	<i>Ferramentas/Técnicas</i>	<i>Resultados</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Modelos de processos existentes;</li> <li>– Procedimentos;</li> <li>– Manuais;</li> <li>– Modelos de dados;</li> <li>– Dicionários de dados;</li> <li>– Metadados;</li> <li>– Base de dados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Análise especializada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Processos compreendidos;</li> <li>– Mapeamento origem/destino do dado realizado.</li> </ul>

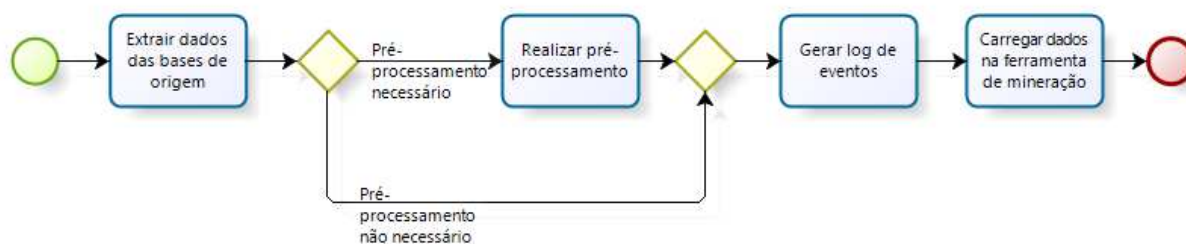
### **5.4 Etapa 3: Extração e Carregamento dos Dados**

Uma vez compreendida a estrutura da base de dados e obtido o mapeamento origem/destino, devem ser elaborados os scripts para extração e carregamento dos dados na ferramenta de mineração.

Dependendo da natureza dos dados e dos objetivos estabelecidos, pode ser necessário realizar tratamentos específicos antes de gerar o log de eventos, o que aqui chamamos de pré-processamento.

O pré-processamento consiste na preparação dos dados extraídos para, por exemplo, incluir ou modificar uma estrutura. Necessidades de pré-processamento podem estar relacionadas à padronização de dados extraídos de fontes distintas, à incompletude de dados, a discrepâncias na granularidade e até mesmo a ambiguidades nos relacionamentos (J.C. Bose 2013).

Feito isto, o log de eventos pode ser gerado no formato adequado (Van der Aalst 2011), com o identificador de instância, eventos, *timestamp* e atributos classificadores, e no tipo de arquivo aceito pela ferramenta de mineração utilizada.



**Figura 15: Etapa 3 - Extração e Carregamento dos Dados**

A etapa é concluída com o carregamento do log de eventos, devidamente tratado, na ferramenta de mineração. A Tabela 5 apresenta um resumo dos dados necessários à execução desta etapa, bem como as ferramentas e/ou técnica que podem ser utilizadas e os resultados gerados.

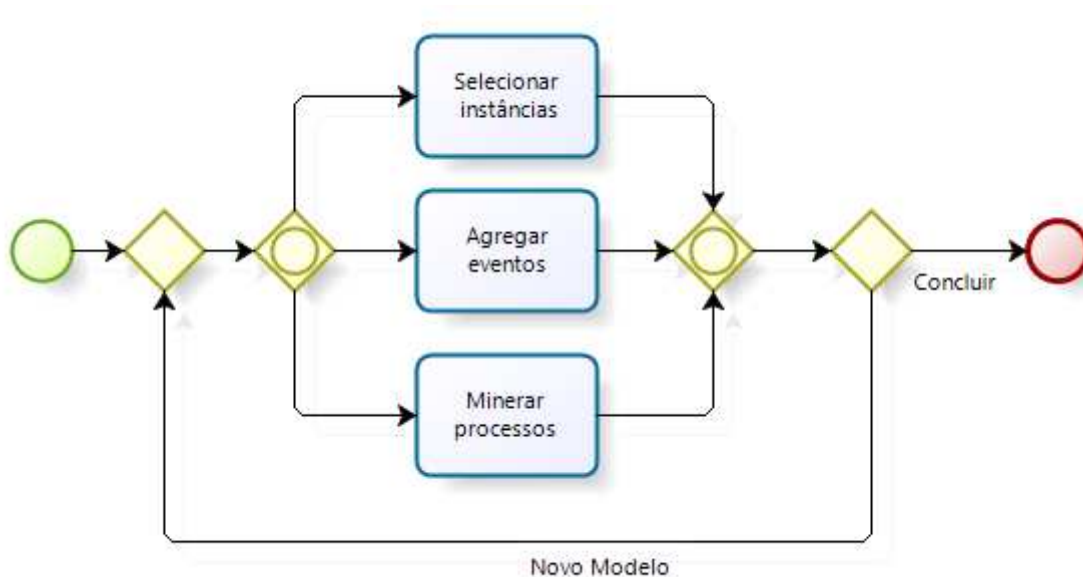
**Tabela 5: Dados Necessários, Ferramentas/Técnicas e Resultados da Etapa 3**

<b>Extração e Carregamento dos Dados</b>		
<i>Dados Necessários</i>	<i>Ferramentas/Técnicas</i>	<i>Resultados</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>— Base de Dados;</li> <li>— Mapeamento origem/destino do dado realizado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Ferramentas de extração de dados;</li> <li>— Ferramentas de conversão de tipo de formato;</li> <li>— Ferramenta de mineração de processos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Log de eventos carregado na ferramenta de mineração.</li> </ul>

### **5.5 Etapa 4: Mineração**

Esta etapa consiste na descoberta de modelos de processo através da engenharia reversa dos dados registrados em sistemas de informação. Compreende as atividades de (i) filtragem de instâncias, onde a base pode ser explorada a partir de seleções sucessivas, (ii) agregação de eventos, onde dois ou mais eventos disponíveis no log podem ser agrupados e (iii) mineração propriamente dita, onde são utilizados algoritmos específicos para gerar o modelo a partir das seleções e agregações realizadas. Esses passos devem ser realizados quantas vezes forem necessárias, de forma a garantir a obtenção de modelos e informações que satisfaçam as necessidades relacionadas aos objetivos da análise.





**Figura 16: Etapa 4 - Mineração**

### 5.5.1 Filtragem de Instâncias

A filtragem de instâncias possibilita a seleção de um subconjunto específico de instâncias que serão utilizadas na mineração. Através de cortes sucessivos nos dados carregados, é possível filtrar as instâncias de processo de acordo com suas características.

As buscas e filtros suportados são baseados em atributos presentes no log de eventos que podem classificar as instâncias do processo, como assunto, descrição, origem e unidade organizacional. Uma busca por todos os assuntos, por exemplo, retornaria todos os assuntos presentes nos dados carregados. O analista pode selecionar um assunto de alta frequência como ponto de partida e refinar sua consulta com a inclusão de quantos filtros forem necessários.

### 5.5.2 Agregação de eventos

Agregar eventos pode ajudar a reduzir a complexidade e melhorar a estrutura dos resultados da mineração (van Eck *et al.* 2015). Por exemplo, se a informação no log de eventos estiver mais detalhada do que no modelo de referência, no caso em que a mineração for realizada com o intuito de verificação de conformidade, pode ser interessante ajustar a granularidade dos eventos e contribuir para a obtenção de modelos mais próximos ao de referência. O ajuste na granularidade poderia também ser feito no pré-processamento da etapa 3, no entanto, dependendo do contexto, manter o log de

eventos em um nível mais detalhado e intercambiar os níveis de abstração em tempo de mineração pode aumentar as possibilidades de análise.

A ferramenta desenvolvida em (Ribeiro 2013) inclui a funcionalidade Dicionário de Dados, que pode ser utilizada tanto para padronização de grafias quanto para ajustes na granularidade.

### 5.5.3 Mineração de Processos

Esta atividade consiste na execução da mineração propriamente dita, ou seja, a partir do log de eventos, e considerando os filtros e agregações feitos nas atividades descritas acima, são utilizados algoritmos de descoberta para geração de modelos de processo. Ferramentas como o ProM (Van Dongen *et al.* 2005) e a Disco (Fluxicon Software 2016) implementam algoritmos como os descritos no Capítulo 3 e podem ser utilizados aqui. O resultado da mineração é um modelo de processo *As-Is*, ou seja, que contém o fluxo atual de execução do processo.

Dependendo do algoritmo utilizado, esta atividade pode incluir a configuração de parâmetros para refinamento do resultado, como o algoritmo heurístico, que permite a visualização de todos os comportamentos presentes no log ou somente do comportamento mais frequente.

A Tabela 6 apresenta um resumo dos dados necessários à execução desta etapa, bem como as ferramentas e/ou técnica que podem ser utilizadas e os resultados gerados.

**Tabela 6 - Dados Necessários, Ferramentas/Técnicas e Resultados da Etapa 4**

<b>Mineração</b>		
<i>Dados Necessários</i>	<i>Ferramentas/Técnicas</i>	<i>Resultados</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Log de eventos carregado na ferramenta de mineração</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ferramenta de mineração de processos;</li> <li>– Análise especializada;</li> <li>– Opinião dos gestores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Modelos de processo;</li> <li>– Informações sobre a execução do processo.</li> </ul>

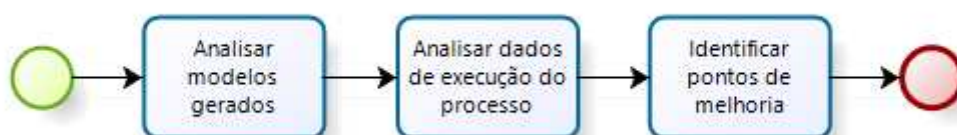
### 5.6 Etapa 5: Análise do Processo

A etapa de análise está relacionada ao diagnóstico do processo minerado, com a identificação de pontos passíveis de melhoria.

Os modelos de processo e as informações obtidas na etapa Mineração são analisados com o intuito de encontrar respostas ou obter conclusões relacionadas aos objetivos do negócio, e que possam subsidiar as ações de melhoria.

O foco aqui pode ser a sinalização de execuções fora do caminho previsto ou a análise do tempo mínimo, máximo ou médio para realização de determinadas atividades, por exemplo. A identificação de quais instâncias do processo foram executadas de forma ineficiente também pode ser importante para o rastreamento das causas dos problemas identificados.

As atividades de análise permitem que as deficiências do processo sejam identificadas, viabilizando a construção de modelos *To-Be* e motivando uma reavaliação do sistema de origem para suportar uma maior estruturação do processo e do fluxo a ser seguido.



**Figura 17: Etapa 5 - Análise do Processo**

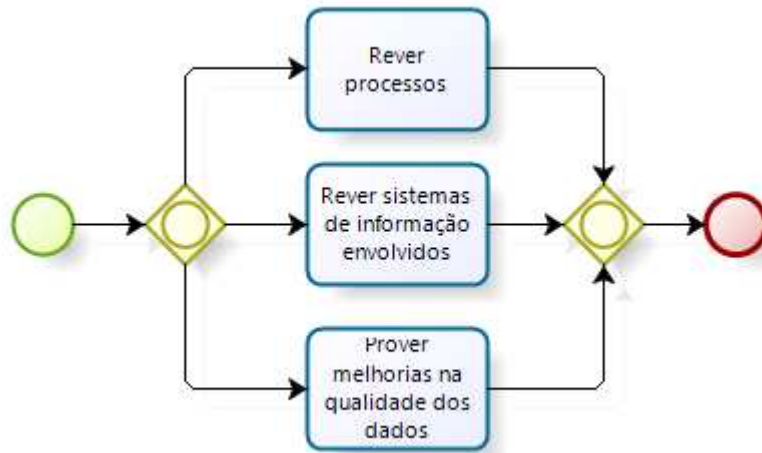
A Tabela 7 apresenta um resumo dos dados necessários à execução desta etapa, bem como as ferramentas e/ou técnica que podem ser utilizadas e os resultados gerados.

**Tabela 7 - Dados Necessários, Ferramentas/Técnicas e Resultados da Etapa 5**

<b>Análise do Processo</b>		
<i>Dados Necessários</i>	<i>Ferramentas/Técnicas</i>	<i>Resultados</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>— Modelos de processo;</li> <li>— Informações sobre a execução do processo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Ferramenta de mineração de processos;</li> <li>— Análise especializada;</li> <li>— Opinião dos gestores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Pontos de melhoria/não conformidades identificados.</li> </ul>

## 5.7 Etapa 6: Reengenharia do Processo

A reengenharia está relacionada a revisões (i) do processo para implementação de melhorias, (ii) nos sistemas de informação de origem e (iii) na qualidade dos dados utilizados para registrar os processos da organização.



**Figura 18: Etapa 6 - Reengenharia do Processo**

Ações de melhoria nos processos podem estar relacionadas a ajustes na regulamentação corrente, à realização de treinamentos ou à divulgação de novas orientações para a força de trabalho, por exemplo. Podem também indicar a necessidade de reengenharia do processo, que consiste em “um repensar fundamental e um redesenho radical de processos para obter melhorias dramáticas no negócio” (ABPMP 2013).

A reavaliação dos sistemas de informação de origem, que dão suporte aos processos avaliados, também é importante para uma iniciativa que deseje contribuir para a melhoria desses processos. A implementação de novas regras de negócio podem evitar a execução de fluxos incorretos e a reformulação da navegação entre funcionalidades pode contribuir para um melhor desempenho do processo.

Melhorias na qualidade de dados podem ser necessárias para possibilitar um acompanhamento mais eficaz dos processos da organização, uma vez que permite uma melhor classificação e identificação das instâncias de processo. As necessidades de pré-processamento identificadas na etapa 3 podem ser úteis para embasar as melhorias nos

dados, de forma que, em um novo ciclo de mineração, os dados extraídos tenham melhor qualidade e permitam a obtenção de melhores resultados.

A Tabela 8 apresenta um resumo dos dados necessários à execução desta etapa, bem como as ferramentas e/ou técnica que podem ser utilizadas e os resultados gerados.

**Tabela 8 - Dados Necessários, Ferramentas/Técnicas e Resultados da Etapa 6**

<b>Reengenharia do Processo</b>		
<i>Dados Necessários</i>	<i>Ferramentas/Técnicas</i>	<i>Resultados</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Pontos de melhoria identificados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Opinião dos gestores dos processos;</li> <li>– Opinião dos gestores dos sistemas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ações de melhoria para o processo ou apontamentos para revisões futuras;</li> <li>– Ações de melhoria para os sistemas ou apontamentos para revisões futuras;</li> <li>– Ações de melhoria na qualidade de dados ou apontamentos para revisões futuras.</li> </ul>

Após as implementações das melhorias nos processos e nos sistemas de informação que os suportam, novos ciclos do modelo podem ser executados, seja com os mesmos objetivos ou com novos. A comparação entre os resultados obtidos ao longo do tempo em diferentes ciclos permite a visualização da evolução dos processos da organização.

## 5.8 Comparação com demais Abordagens

Esta seção discute as correlações, bem como as principais diferenças e similaridades, entre o modelo desenvolvido e as demais abordagens encontradas na literatura, descritas no Capítulo 4, a saber: *Process Diagnostics Methodology (PDM)* (Bozkaya *et al.* 2009) e sua adaptação para a área de saúde (Rebuge e Ferreira, 2012), *L\* Life-Cycle* (Van der Aalst 2011) e *Process Mining Project Methodology (PM<sup>2</sup>)* (van Eck *et al.* 2015).

Quanto à PDM, conclui-se que seu escopo é limitado, uma vez que cobre somente um pequeno número de técnicas de mineração de processos e enfatiza o desconhecimento do domínio de negócio, tornando-a menos aplicável para projetos maiores e mais complexos (van Eck *et al.* 2015). Em uma correlação do modelo proposto com a PDM, podemos observar que:

- Não há equivalência na PDM para as etapas 1 (Definição dos Objetivos) e 2 (Análise do Cenário) do modelo proposto, uma vez que essa não é uma metodologia impulsionada por necessidades de análise previamente identificadas, sendo dirigida apenas pelos dados encontrados no sistema de informação;
- Não há equivalência no modelo proposto para a etapa 2 (Inspeção do Log) da PDM. Entendemos que a análise dos dados, realizada na etapa 2 (Análise do Cenário) do modelo, pode fornecer a visão inicial sobre os dados disponíveis antes mesmo da criação do log de eventos;
- A etapa 3 (Extração e Carregamento dos Dados) do modelo proposto é equivalente à etapa 1 (Preparação do Log) da PDM, uma vez que ambas descrevem atividades que devem ser consideradas na montagem do log de eventos que servirá de entrada para a mineração.
- A etapa 4 (Mineração) do modelo proposto pode abranger as Etapas 3 (Análise do Fluxo de Controle), 4 (Análise de Desempenho) e 5 (Análise de Papéis) da PDM. Enquanto na PDM esses passos são mandatoriamente **executados**, independente do contexto e das necessidades, no modelo **proposto** a Mineração é executada para as perspectivas que atendem aos objetivos estabelecidos, sejam

elas de processos, com foco no encadeamento e ordenação de atividades, organizacional, com foco nos originadores dos eventos, ou temporal, com foco na duração e frequência dos eventos. A principal diferença aqui é que a PDM estabelece o uso de técnicas específicas como *dotted charts* para análise de desempenho e matriz papel-atividade para análise de papéis, que não são explicitadas no modelo proposto;

- PDM não menciona passos relacionados à seleção de instâncias e agregação de eventos, que conferem iteratividade à etapa 4 (Mineração) do modelo proposto, e contribuem para obtenção de resultados mais relevantes;
- Para as etapas 5 e 6 do modelo proposto, não foram encontradas correlações na PDM, já que esta última é concluída com a transferência dos resultados (etapa 6) ao final do diagnóstico para tomada de decisão do cliente, enquanto o modelo proposto enxerga as etapas de diagnóstico como parte integrante de um modelo mais abrangente de gerenciamento de processos ponta a ponta.

A adaptação da PDM para a área de saúde (Rebuge e Ferreira 2012) consiste na inclusão de passos para agrupar o log e pré-analisar o processo. Não foi observada uma correlação explícita desses passos com as atividades do modelo, no entanto, entendemos que de forma macro, eles podem ser contemplados pela etapa Mineração, uma vez que a utilização de filtros e parâmetros permite o agrupamento do log por atributos classificadores e fornece uma visão do comportamento mais ou menos frequente, respectivamente.

L\* life-cycle (Van der Aalst 2011) é uma metodologia abrangente que visa reunir os conceitos de mineração de processos em um grande arsenal, mas não descreve detalhes para seu uso. Além disso, a metodologia é destinada a processos estruturados e defende a obtenção de um único modelo integrado de processos, adicionando dados de múltiplas perspectivas se assim for necessário, enquanto o modelo proposto neste trabalho entende que múltiplos modelos de processo podem ser gerados para atender aos objetivos de um mesmo ciclo de gerenciamento.

Fazendo uma correlação do modelo proposto com L\*, podemos observar que:

- A etapa 0 (Planejar e Justificar) de L\* está contida na etapa 1 (Definição dos Objetivos) do modelo proposto no que diz respeito ao entendimento do negócio para definição dos objetivos da análise. Atividades como identificação de processos, de partes envolvidas e de sistemas não são explicitamente elencadas em L\*. Já os aspectos referentes ao gerenciamento do projeto, mencionados em L\*, não se aplicam ao modelo, visto que o mesmo não foi concebido para o contexto de projetos, e sim para gestão contínua de processos.
- A etapa 1 (Extraír) de L\* aparece diluída nas etapas 2 (Análise do Cenário) e 3 (Extração e Carregamento dos Dados) do modelo proposto, quando ocorre a coleta do conhecimento existente e a extração dos dados. No entanto, L\* não enfatiza a importância de uma análise mais aprofundada dos dados, incluindo a documentação da base, nem menciona a possibilidade de pré-processamento dos dados para geração do log.
- A etapa 4 (Mineração) do modelo proposto pode abranger as etapas 2 (Criar Modelo de Controle de Fluxo) e 3 (Criar Modelo de Processo Integrado) de L\*. Dependendo dos objetivos definidos para o ciclo de gerenciamento, essa etapa pode incluir a obtenção de modelos relacionados ao fluxo do processo e a outras perspectivas. L\* considera que a o modelo com o fluxo do processo, ou seja, perspectiva atividade, sempre deve ser gerado e que o mesmo pode ser evoluído com a inclusão de informações adicionais, como recurso executor da atividade.
- Ainda em relação à etapa 2 (Criar Modelo de Controle de Fluxo), L\* não explicita as atividades de seleção de instâncias e agregação de eventos, destacando apenas que nesta etapa são aplicadas técnicas de descoberta.
- Análise e Reengenharia do Processo não são descritas como etapas em L\*. A metodologia menciona apenas que os resultados obtidos devem ser interpretados e podem ser usados para tomar as medidas apropriadas.
- Não há equivalência para a etapa 4 (Suporte Operacional) de L\* no modelo proposto, uma vez que consideramos que o mesmo pode ser realizado como plano de fundo de forma a auxiliar o monitoramento do processo, e não como uma passo específico de um ciclo de gerenciamento.



O modelo proposto e a metodologia PM<sup>2</sup> (van Eck *et al.* 2015) têm muitas características em comum, a começar por sua forma de estruturação, dado que ambos detalham os passos a serem executados ao nível de atividades, enquanto as outras duas metodologias descrevem somente as etapas. A ênfase no conhecimento do domínio e na definição de objetivos é outra característica importante que difere essas duas abordagens das descritas anteriormente, bem como a iteratividade que envolve a etapa de mineração.

O principal ponto divergente envolve, sobretudo, a questão conceitual sob a qual cada uma foi concebida. PM<sup>2</sup> foi criada para orientar a condução de projetos de mineração, enquanto o modelo desenvolvido neste trabalho visa apoiar a gestão contínua de processos, executada pela própria organização ou área interessada. Essa diferença é refletida já na primeira etapa de ambas as abordagens e é reforçada nas etapas finais. Outras diferenças estruturais também são observadas.

- A atividade de definição da equipe do projeto, descrita na etapa 1 (Planejamento) da PM<sup>2</sup>, não se aplica ao modelo proposto, que considera relevante a identificação dos gestores e das partes envolvidas para compreensão das interfaces e das fontes de informação. Considerando a natureza transversal dos processos, algum fornecedor de informações, por exemplo, pode não fazer parte da área que lidera a iniciativa e precisa ser identificado, o que não o caracteriza, necessariamente, como integrante da equipe;
- Na etapa 2, enquanto o modelo proposto enfatiza a compreensão do cenário e defende que o entendimento dos processos deve se antecipar à análise dos dados, na PM<sup>2</sup> a tarefa equivalente (Transferir conhecimento do processo) é descrita após a definição do escopo da extração dos dados, o que pode ferir a proposta inicial de guiar a mineração às necessidades do negócio. O modelo entende que a atividade de extração de dados é crítica e pode comprometer a qualidade dos resultados obtidos, por isso deve ser feita baseada no conhecimento do negócio e da base de dados;
- A etapa 4 (Mineração e Análise) da PM<sup>2</sup> está contida na etapa de mesmo número (Mineração) do modelo proposto, uma vez que, de forma semelhante ao exposto nas correlações anteriores, o modelo pode ser executado para atender aos

diferentes objetivos definidos para o ciclo, sejam eles relacionados à descoberta de processos, verificação de conformidade ou aprimoramento;

- Na última etapa, PM<sup>2</sup> menciona melhorias no processo de forma genérica e diz que as mesmas devem ser abordadas em outro projeto específico. Para o modelo, a reengenharia do processo é de fato uma etapa que deve ser considerada na execução de cada ciclo, e envolve questões não abordadas na PM<sup>2</sup>, como revisão dos sistemas de informação e da qualidade dos dados;
- O suporte operacional, descrito ainda na última etapa de PM<sup>2</sup>, e também previsto em L\*, não se aplica ao modelo proposto, pelos motivos expostos anteriormente.

A Tabela 9 apresenta a correlação das etapas/atividades da PDM, L\* e PM<sup>2</sup> com o modelo proposto.

**Tabela 9: Correlação das etapas/atividades da PDM, L\* e PM<sup>2</sup> com o Modelo de Gestão por Processos baseado em Mineração**

<b>Modelo de Gestão por Processos baseado em Mineração</b>	<b>PDM</b>	<b>L*Cycle</b>	<b>PM<sup>2</sup></b>
<b>1. Definição dos Objetivos</b>			
Identificar questões	x	Etapa 0: Planejar e Justificar	1.1 Identificar questões de pesquisa
Identificar processos	x	x	1.2 Selecionar processos de negócio
Identificar partes envolvidas	x	x	x
Identificar sistemas impactados	x	x	1.2 Selecionar processos de negócio
<b>2. Análise do Cenário</b>			
Coletar informações	x	Etapa 1: Extrair	2.3 Transferir o conhecimento do processo
Analisar fluxos de trabalho	x	Etapa 1: Extrair	2.3 Transferir o conhecimento do processo
Analisar dados dos sistemas envolvidos	x	x	2.1 Determinar o escopo (da extração dos dados)
<b>3. Extração e Carregamento dos Dados</b>			
Extrair dados das bases de origem	Etapa 1: Preparação do Log	Etapa 1: Extrair	2.2 Extrair dados de eventos
Realizar Pré-processamento	Etapa 1: Preparação do Log	x	3.3 Enriquecer logs
Gerar log de eventos	Etapa 1: Preparação do Log	Etapa 1: Extrair	3.1 Criar visões
Carregar dados na ferramenta de mineração	Etapa 1: Preparação do Log	Etapa 1: Extrair	3.1 Criar visões
<b>4. Mineração</b>			
Selecionar instâncias	x	x	3.4 Filtrar logs

<b>Modelo de Gestão por Processos baseado em Mineração</b>	<b>PDM</b>	<b>L*Cycle</b>	<b>PM<sup>2</sup></b>
Agregar eventos	x	x	3.2 Agregar eventos
Minerar Processos	Etapa 3: Análise do Fluxo de Controle Etapa 4: Análise de Desempenho Etapa 5: Análise de Papéis	Etapa 2: Criar Controle de Fluxo Etapa 3: Criar Modelo de processo integrado	4.1 Descobrir processos 4.2 Verificar conformidade 4.3 Aprimorar 4.4 Analisar processos
5.Análise do Processo			
Analisar modelos gerados	x	x	5.1 Diagnosticar 5.2 Verificar e Validar
Analisar dados de execução do processo	x	x	5.1 Diagnosticar 5.2 Verificar e Validar
Identificar pontos de melhoria	x	x	5.1 Diagnosticar 5.2 Verificar e Validar
6.Reengenharia do Processo			
Rever processos	x	x	6.1 Implementar melhorias
Rever sistemas de informação envolvidos	x	x	x
Prover melhorias na qualidade dos dados	x	x	x

## **Capítulo 6 – Estudo de Caso**

Este capítulo apresenta a análise do processo de Fiscalização de Fornecedores do órgão responsável pela Proteção e Defesa do Consumidor no Município do Rio de Janeiro, PROCON CARIOCA, como prova de conceito do modelo de gestão descrito neste trabalho.

Entre outras atribuições, o órgão tem o objetivo de verificar o cumprimento da legislação nas relações Consumidor/Fornecedor, identificando e tratando as infrações ocorridas no âmbito do Município, e está implantando um sistema de informação para subsidiar suas atividades.

O estudo consistiu na exploração dos dados gerados durante os testes do sistema para verificar se os passos realizados estão em conformidade com as especificações do órgão e da Prefeitura, de forma a prevenir potenciais desvios com a entrada em operação do sistema. Todas as etapas do modelo foram executadas e estão descritas nas seções seguintes.

### **6.1 Definição dos Objetivos**

As diretrizes do processo de Fiscalização são estabelecidas pelo Decreto nº 32244, de 10 de maio de 2010, e pela Resolução nº 008, de 18 de Novembro de 2013. Além disso, o órgão possui uma especificação do processo, contendo um modelo na notação BPMN e a descrição de cada atividade e das regras de negócio.

O sistema de informação em implantação foi desenvolvido com o objetivo de apoiar as atividades do processo, sendo relevante verificar se a massa de dados produzida durante os testes reflete sua correta execução. A abordagem em questão aqui é a análise de conformidade, tomando por base a perspectiva de atividade, já que o que precisa ser analisado é a sequência de passos realizados durante a execução do processo.

Foi identificado que o processo tem interfaces com o processo de Gestão de Autos de Infração, gerido pela Secretaria Municipal de Fazenda. O sistema do PROCON CARIOCA conta, inclusive, com funcionalidade de envio e leitura de informações do sistema de tal órgão, mas neste estudo, o escopo da análise ficou restrito às atividades realizadas internamente.

Definido o objetivo, bem com a abordagem e a perspectiva, e o processo alvo da análise, notam-se como gestores o Presidente e o Vice-Presidente do órgão; os fiscais, que realizam as ações de fiscalização propriamente ditas, e os julgadores, responsáveis por avaliar as defesas interpostas pelos fornecedores são as partes envolvidas.

O sistema em implantação, denominado SAEPC (Sistema de Atendimento Eletrônico do PROCON CARIOCA), armazena os dados da execução do processo e será alvo da análise.

Cabe ressaltar que a definição dos processos que compõe o escopo da análise é de grande importância. Aqui, por exemplo, se o processo realizado pelo PROCON CARIOCA fosse visto de uma forma mais abrangente, considerando os passos realizados pela SMF como parte do mesmo processo, outros gestores e partes envolvidas teriam que ser considerados e o sistema de gestão dos autos de infração teria também que ser foco da análise.

Com base no descrito, consideram-se os resultados esperados para etapa como atingidos:

- ✓ Objetivos, abordagens e perspectivas da mineração definidos;
- ✓ Processos identificados;
- ✓ Partes envolvidas identificadas;
- ✓ Sistemas de informação identificados.

## **6.2 Análise do Cenário**

Com a análise da documentação fornecida pelo órgão e com as informações passadas pelos gestores e partes envolvidas, foi possível obter uma visão mais aprofundada dos fluxos de trabalho realizados na execução do processo.

O processo inicia com uma necessidade de fiscalização a um Fornecedor, que pode ser identificada a partir de denúncias realizadas por Consumidores ou por iniciativa do próprio órgão. Uma vez identificada a necessidade de uma ação de fiscalização, uma equipe se dirige até o estabelecimento para realizar a averiguação. Caso sejam constatadas infrações, a equipe instaura um processo administrativo, no qual serão relatados todos os procedimentos realizados a partir desse momento, e notifica o

estabelecimento. Caso não sejam constatadas infrações, a equipe emite um documento chamado Registro de Ato Fiscalizatório (RAF), que consiste no registro da visita para fins históricos.

Existem dois tipos de Notificação, que são utilizados a critério da equipe de fiscalização de acordo com as condições verificadas. A Notificação de Constatação certifica a constatação da irregularidade e exige que o Fornecedor preste esclarecimentos a respeito e/ou regularize o conflito em um prazo máximo de 10 dias. O Fornecedor, então, tem a opção de se manifestar neste prazo através do envio de uma Defesa Prévia, que será avaliada pela própria equipe de fiscalização.

A avaliação favorável ao Fornecedor faz com que o processo seja arquivado, enquanto a não favorável implica na imputação de multa, através da inclusão de um Auto de Infração. A não manifestação do Fornecedor não implica, necessariamente, na imputação de multa. A equipe de fiscalização pode, em uma nova avaliação, julgar que o conflito foi solucionado e optar também pelo arquivamento do processo.

A Notificação de Autuação certifica a constatação da irregularidade e informa sobre a imputação da multa, que será, necessariamente, efetivada em seguida pela inclusão de um Auto de Infração. O Fornecedor tem o prazo de 30 dias para recorrer à multa e depois mais 10 dias para recorrer da decisão, se julgar pertinente. O julgamento do primeiro recurso é feito pela equipe do Jurídico, enquanto o segundo é submetido à instância superior, representado pela Presidência do órgão.

No caso do recurso ser julgado procedente, o processo é arquivado. Caso contrário, o agente aguarda até 10 dias para que o Fornecedor envie uma nova contestação ou realize o pagamento. Se um novo recurso for recebido e julgado favorável, o processo é arquivado. Caso não haja contestação e o pagamento não seja identificado, ou caso a contestação seja julgada não procedente, o agente de fiscalização solicita a inscrição do Fornecedor na Dívida Ativa do Município e arquiva o processo.

A Figura 19 apresenta uma simplificação do modelo fornecido pelo órgão que, em sua versão original, inclui detalhes sobre a interação do processo com a Secretaria Municipal de Fazenda para controle do pagamento do Auto de Infração e inscrição do fornecedor na Dívida Ativa, que estão fora do escopo desta análise.

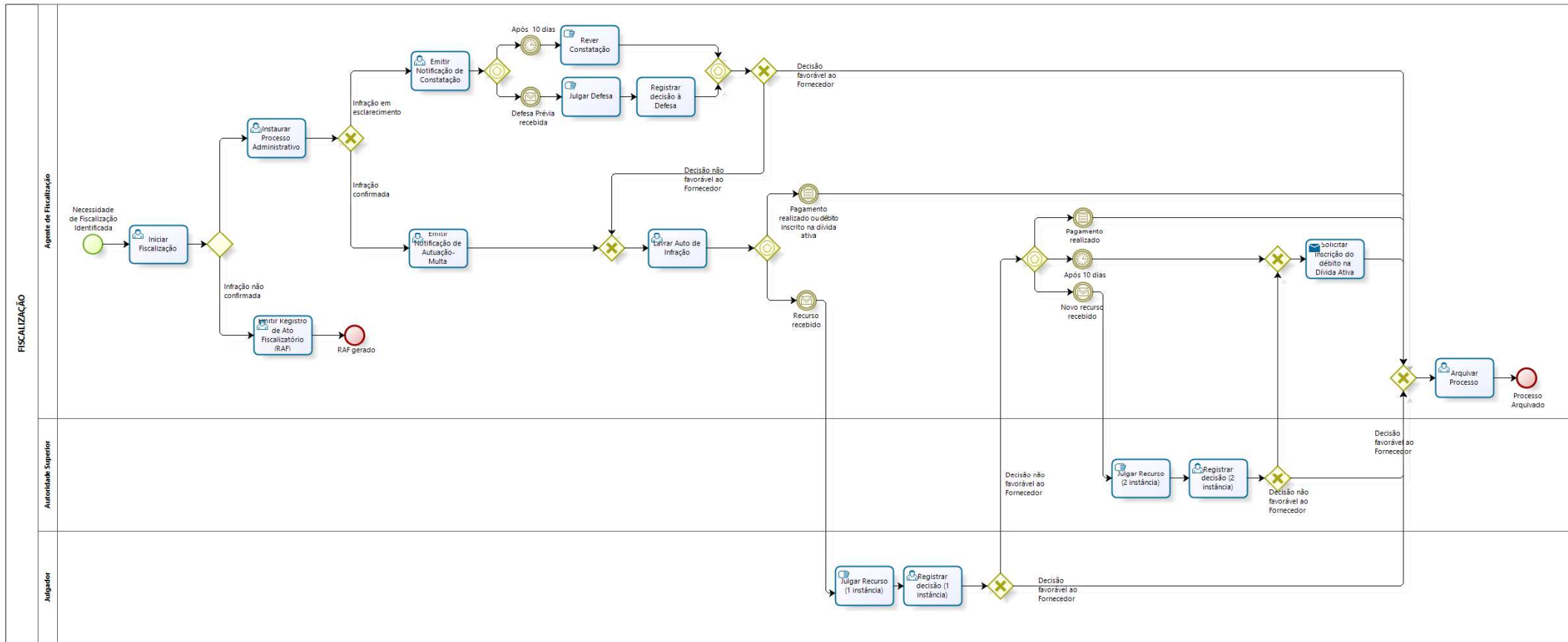


Figura 19: Modelo do Processo Fiscalização de Fornecedores



A documentação do sistema também foi disponibilizada, que inclui especificação dos requisitos funcionais e modelo de dados. O sistema foi desenvolvido para cobrir todo o processo, incluindo as interações com Fornecedores para tratamento de defesas e recursos. Dessa forma, as funcionalidades incluem: Registro da Ação de Fiscalização, Instauração de Processo Administrativo, Emissão de Notificação de Constatação, Emissão de Notificação de Autuação, Inclusão de Auto de Infração, Emissão de Registro de Ato Fiscalizatório (RAF), Envio de Defesa Prévia, Registro da decisão à Defesa Prévia, Envio de Recursos, Registro de resposta aos Recursos e Arquivamento de Processo Administrativo.

A Figura 20 apresenta o modelo de dados simplificado do sistema.

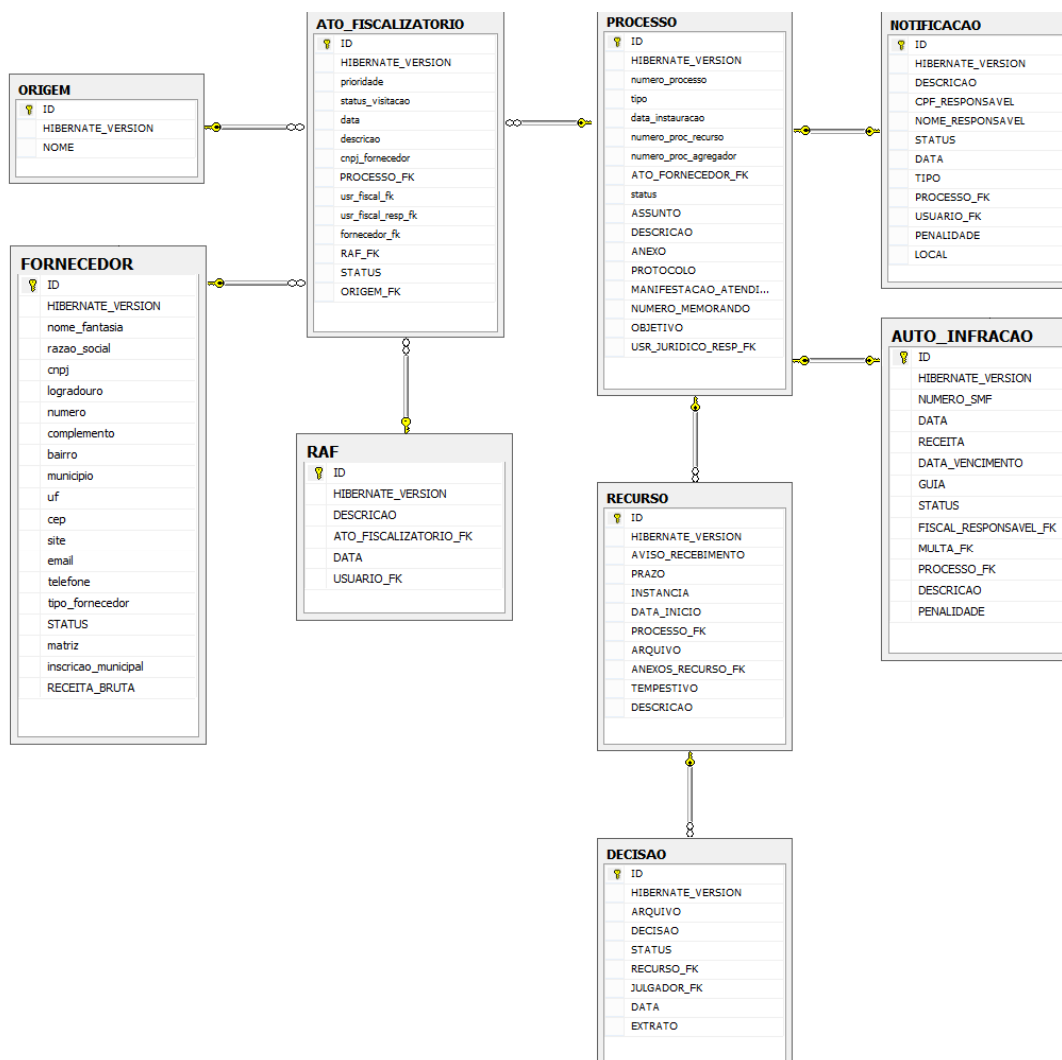


Figura 20: Modelo de Dados simplificado do SAEPC

A tabela ATO\_FISCALIZATORIO armazena os dados das ações de fiscalização realizadas pelo órgão, como data, descrição e fornecedor; A tabela PROCESSO armazena os dados dos processos gerados; RAF armazena os Registros de Atos Fiscalizatórios; as Notificações, tanto de Constatação, quanto de Autuação, são registradas na tabela NOTIFICAÇÃO e classificadas pela *flag* “Tipo”; AUTO\_INFRAÇÃO armazena os autos de infração incluídos; as defesas prévias e os recursos de 1ª e 2ª instância submetidos pelos Fornecedores, também identificados por um *flag*, são armazenados na tabela RECURSO; DECISÃO armazena as decisões emitidas para defesas prévias e recursos de 1ª e 2ª instância, identificados por um flag.

Mantendo a mesma lógica do modelo de referência (Figura 19), o identificador da fiscalização foi utilizado como identificador de instância, e cada registro de atividade foi considerado como um evento no log. A Tabela 10 relaciona as atividades do processo às tabelas da base de dados onde o registro é efetivado.

**Tabela 10: Correlação Atividade x Tabela**

<b>Atividade</b>	<b>Tabela/Flag</b>
Instauração de Processo	Processo
Emissão do RAF	RAF
Emissão de Notificação de Constatação	Notificação/Tipo="C"
Emissão de Notificação de Autuação	Notificação/Tipo="A"
Defesa Prévia	Recurso/Tipo=0
Decisão Defesa Prévia	Decisão/Tipo=0
Instauração do Auto de Infração	Auto de Infração
Recurso de 1ª Instância	Recurso/Tipo=1
Decisão 1ª Instância	Decisão/Tipo=1
Recurso de 2ª Instância	Recurso/Tipo=2
Decisão 2ª Instância	Decisão/Tipo=2
Arquivamento do Processo	Processo

Todas as tabelas listadas possuem campo para registro da data, que foi utilizado para a informação de tempo do log; o atributo “Origem” da tabela ATO\_FISCALIZATORIO classifica a ação de acordo com o evento que a provocou, podendo ter sido denúncia nas redes sociais, no sistema de atendimento do órgão ou iniciativa interna; o atributo “Tipo\_Fornecedor”, da tabela FORNECEDOR, registra se o estabelecimento é do tipo físico ou virtual. Ambos os atributos podem ser utilizados como classificadores, podendo permitir a utilização de filtros para obtenção de modelos segmentados.

A realização dos passos descritos nesta subseção mostra que os resultados da etapa 2 - Análise do Cenário - foram alcançados, a saber:

- ✓ Processos compreendidos;
- ✓ Mapeamento origem/destino do dado realizado.

### **6.3 Extração e Carregamento dos Dados**

Os dados foram extraídos da base de dados do SAEPC e o log de eventos foi criado no formato apropriado (Van der Aalst 2011), listando, a cada linha, o evento ocorrido para uma ação de fiscalização e a indicação de tempo. No momento da extração, verificou-se que os campos “Origem” e “Tipo\_Fornecedor” encontravam-se preenchidos somente para uma pequena quantidade das ações de fiscalização cadastradas, o que fez com que tais dados não fossem incluídos no log de eventos.

Foram consideradas as 132 ações de fiscalização cadastradas na base de dados durante o período de testes do sistema, o que resultou em um log de eventos com 132 instâncias, 13 atividades e 844 eventos. Não foi identificada necessidade de processamento para ajustes ou adição dos dados.

O log foi carregado na ferramenta Minere, que é uma evolução da ferramenta desenvolvida como produto de duas dissertações de Mestrado desse mesmo Programa de Engenharia de Sistemas e Computação (PESC/COPPE/UFRJ) (Esposito 2012, Ribeiro 2013). A ferramenta dispõe, atualmente, de um importador de dados capaz de ler logs de eventos no formato texto e implementa o algoritmo heurístico (Weijters *et al.* 2006), apresentado no Capítulo 3 – Capítulo 3 – Mineração de Processos, para

descoberta de processos. Dessa forma, foi alcançado o resultado esperado para esta etapa:

- ✓ Log de eventos carregado na ferramenta de mineração.

## 6.4 Mineração

No log obtido foram identificados 18 *traces*, o que significa que foram realizados 18 caminhos distintos na execução do processo. A Tabela 11 lista os *traces* identificados e a quantidade de vezes que cada um foi executado.

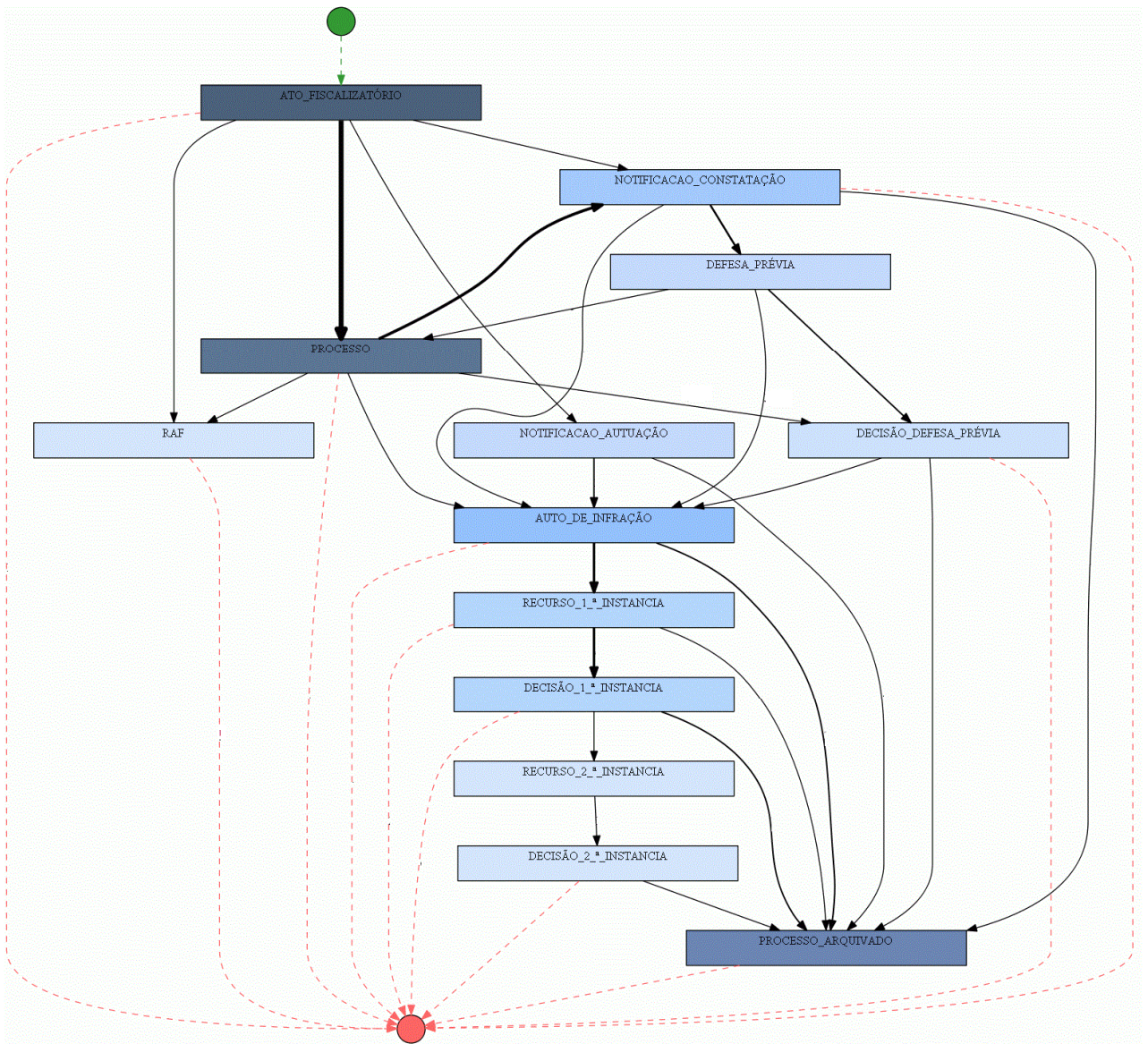
**Tabela 11: *Traces* identificados no log de eventos**

#	<i>Trace</i>	Quantidade de Ocorrências
1	['ATO FISCALIZATÓRIO', 'PROCESSO', 'NOTIFICACAO AUTUAÇÃO', 'AUTO DE INFRAÇÃO', 'RECURSO 1ª INSTANCIA', 'DECISÃO 1ª INSTANCIA', 'PROCESSO ARQUIVADO']	16
2	['ATO FISCALIZATÓRIO', 'PROCESSO', 'NOTIFICACAO AUTUAÇÃO', 'AUTO DE INFRAÇÃO', 'RECURSO 1ª INSTANCIA', 'DECISÃO 1ª INSTANCIA', 'RECURSO 2ª INSTANCIA', 'DECISÃO 2ª INSTANCIA', 'PROCESSO ARQUIVADO']	12
3	['ATO FISCALIZATÓRIO', 'RAF']	12
4	['ATO FISCALIZATÓRIO', 'PROCESSO', 'NOTIFICACAO CONSTATAÇÃO', 'AUTO DE INFRAÇÃO', 'RECURSO 1ª INSTANCIA', 'DECISÃO 1ª INSTANCIA', 'PROCESSO ARQUIVADO']	11
5	['ATO FISCALIZATÓRIO', 'PROCESSO', 'NOTIFICACAO AUTUAÇÃO', 'AUTO DE INFRAÇÃO', 'PROCESSO ARQUIVADO']	10
6	['ATO FISCALIZATÓRIO', 'PROCESSO', 'NOTIFICACAO CONSTATAÇÃO', 'AUTO DE INFRAÇÃO', 'PROCESSO ARQUIVADO']	9

7	['ATO FISCALIZATÓRIO', 'PROCESSO', 'NOTIFICACAO CONSTATAÇÃO', 'PROCESSO ARQUIVADO']	8
8	['ATO FISCALIZATÓRIO', 'PROCESSO', 'NOTIFICACAO CONSTATAÇÃO', 'DEFESA PRÉVIA', 'DECISÃO DEFESA PRÉVIA', 'PROCESSO ARQUIVADO']	8
9	['ATO FISCALIZATÓRIO', 'PROCESSO', 'NOTIFICACAO CONSTATAÇÃO', 'DEFESA PRÉVIA', 'DECISÃO DEFESA PRÉVIA', 'AUTO DE INFRAÇÃO', 'RECURSO 1ª INSTANCIA', 'DECISÃO 1ª INSTANCIA', 'RECURSO 2ª INSTANCIA', 'DECISÃO 2ª INSTANCIA', 'PROCESSO ARQUIVADO']	7
10	['ATO FISCALIZATÓRIO', 'PROCESSO', 'NOTIFICACAO CONSTATAÇÃO', 'DEFESA PRÉVIA', 'DECISÃO DEFESA PRÉVIA', 'AUTO DE INFRAÇÃO', 'RECURSO 1ª INSTANCIA', 'DECISÃO 1ª INSTANCIA', 'PROCESSO ARQUIVADO']	7
11	['ATO FISCALIZATÓRIO', 'PROCESSO', 'NOTIFICACAO CONSTATAÇÃO', 'DEFESA PRÉVIA', 'DECISÃO DEFESA PRÉVIA', 'AUTO DE INFRAÇÃO', 'PROCESSO ARQUIVADO']	6
12	['ATO FISCALIZATÓRIO', 'PROCESSO', 'NOTIFICACAO CONSTATAÇÃO', 'AUTO DE INFRAÇÃO', 'RECURSO 1ª INSTANCIA', 'DECISÃO 1ª INSTANCIA', 'RECURSO 2ª INSTANCIA', 'DECISÃO 2ª INSTANCIA', 'PROCESSO ARQUIVADO']	6
13	['ATO FISCALIZATÓRIO', 'PROCESSO', 'NOTIFICACAO CONSTATAÇÃO', 'DEFESA PRÉVIA', 'AUTO DE INFRAÇÃO', 'PROCESSO ARQUIVADO']	5
14	['ATO FISCALIZATÓRIO', 'PROCESSO', 'NOTIFICACAO AUTUAÇÃO', 'AUTO DE INFRAÇÃO', 'RECURSO 1ª INSTANCIA', 'PROCESSO ARQUIVADO']	4
15	['ATO FISCALIZATÓRIO', 'PROCESSO', 'NOTIFICACAO	4

	AUTUAÇÃO', 'PROCESSO ARQUIVADO']	
16	['ATO FISCALIZATÓRIO', 'NOTIFICACAO CONSTATAÇÃO', 'DEFESA PRÉVIA', 'PROCESSO', 'DECISÃO DEFESA PRÉVIA', 'PROCESSO ARQUIVADO']	3
17	['ATO FISCALIZATÓRIO', 'NOTIFICACAO AUTUAÇÃO', 'PROCESSO', 'AUTO DE INFRAÇÃO', 'RECURSO 1ª INSTANCIA', 'DECISÃO 1ª INSTANCIA', 'PROCESSO ARQUIVADO']	3
18	['ATO FISCALIZATÓRIO', 'PROCESSO', 'RAF']	1

O modelo gerado com a execução do algoritmo heurístico permitiu a identificação de todas as atividades previstas no modelo de referência (Figura 19). Como o objetivo definido para a análise estava relacionado à verificação da conformidade do processo, e não à descoberta de caminhos padrão, por exemplo, o algoritmo foi configurado para exibir todas as relações encontradas no log, mostrando mesmo os caminhos (*traces*) menos frequentes. O modelo gerado nesta etapa é exibido na Figura 21.



**Figura 21: Modelo gerado na ferramenta Minere**

Agregações poderiam ser utilizadas para, por exemplo, agrupar as atividades “Recurso 1ª Instância” e “Recurso 2ª Instância” em uma atividade única chamada “Recurso”, e “Decisão 1ª Instância” e “Decisão 2ª Instância” em uma atividade “Decisão”, fornecendo assim uma visão mais simplificada do modelo. No entanto, essa agregação faria com que o modelo gerado tivesse granularidade diferente do modelo de referência, podendo tornar mais complexa a identificação das não conformidades.

Considerando que o modelo obtido a partir da aplicação do algoritmo heurístico se mostrou satisfatório para o objetivo definido, consideram-se os resultados previstos para esta etapa como alcançados:

- ✓ Modelos de processo;
- ✓ Dados sobre execução do processo.

## **6.5 Análise do Processo**

A análise do modelo apresentado na Figura 21 permite a identificação de inconsistências relacionadas, principalmente, ao momento da instauração do processo administrativo. Nota-se uma ligação de Ato Fiscalizatório para RAF, Processo, Notificação de Autuação e Notificação de Constatação, quando o modelo de referência mostra que o ato deveria ser seguido somente pelo RAF ou pelo processo. O Processo aparece, ainda, em sequência à Defesa Prévia. Estas ligações indicam que o sistema permitiu a instauração do processo em momentos distintos do fluxo, e não como atividade requerida para a emissão das notificações.

Observa-se também uma ligação de processo para RAF, quando o modelo de referência mostra que esses devem ser dois caminhos mutuamente exclusivos. Do RAF, o fluxo segue para o fim, estando em conformidade com o previsto.

O Auto de infração aparece precedido pela Defesa Prévia, indicando que o houve inclusão do Auto sem que fosse registrada uma decisão para defesa manifestada pelo Fornecedor, como estabelece o modelo de referência. As demais predecessoras, com exceção do Processo, estão em conformidade com o previsto.



O sistema também permitiu o arquivamento do processo após a Notificação de Autuação e o Recurso 1ª Instância, diferente do previsto no modelo de referência. As demais predecessoras ao arquivamento estão consistentes com o modelo.

Apesar da visão simplificada dos modelos gerados na mineração em relação ao modelo de referência, a análise realizada nesta etapa permitiu a identificação de não conformidades significativas, que subsidiarão a etapa de Reengenharia. Considera-se, assim, o resultado previsto para esta etapa como alcançado:

- ✓ Pontos de melhoria e/ou não conformidades identificados.

## **6.6 Reengenharia do Processo**

Concluiu-se que a instauração do processo administrativo após a emissão das notificações não gera perdas para o processo. Essa inversão no fluxo confere agilidade às ações realizadas em campo, uma vez que o fiscal não precisa do número do processo para notificar. Esse ponto se mostrou, inicialmente, como uma não conformidade, no entanto houve consenso de que o processo de referência deve ser ajustado para permitir essa possibilidade.

As ligações da atividade Processo para a atividade RAF demonstram que processos foram instaurados equivocadamente para incluir apenas uma folha de registro de nada consta. Os gestores entenderam que uma falha na comunicação interna gerou tal não conformidade e que as orientações precisam ser reforçadas e o sistema ajustado.

As ligações da atividade Defesa Prévia para Auto de Infração permitiram concluir que o sistema de informação precisa ser ajustado para impedir a inclusão do auto sem que ocorra o registro da decisão. Mesmo que a decisão seja publicada no Diário Oficial do Município, o não registro da mesma no sistema poderá dificultar o rastreamento do histórico do processo. O mesmo se aplica aos casos em que houve o arquivamento do processo após a emissão da Notificação de Autuação e do Recurso 1ª Instância.

A falha no preenchimento das informações relativas à origem da fiscalização e ao tipo do fornecedor, que impediram a análise do processo de forma segmentada, também foi ressaltada e o sistema deverá ser ajustado para que o preenchimento de tais campos passe a ser obrigatório.

Com a implementação das ações descritas acima, a etapa Reengenharia do Processo terá seu resultado alcançado e novos ciclos da metodologia poderão ser executados para verificação da evolução do processo.

- ✓ Ações de melhoria para o processo ou apontamentos para revisões futuras;
- ✓ Ações de melhoria para os sistemas ou apontamentos para revisões futuras;
- ✓ Ações de melhoria na qualidade de dados ou apontamentos para revisões futuras.

## **Capítulo 7 – Ferramenta Proposta**

Este capítulo apresenta a ferramenta projetada para apoiar o Modelo de Gestão descrito neste trabalho. O projeto da ferramenta considerou a necessidade do gerenciamento de múltiplos processos, seja de uma mesma organização, caso a ferramenta seja utilizada para controle interno dos processos, seja de uma entidade externa, que controla processos de outras organizações. O objetivo é compor uma ferramenta que oriente a execução do fluxo contido no modelo e armazene o conhecimento produzido no decorrer dos diferentes ciclos de gerenciamento executado para cada processo.

Para garantir a iteratividade da etapa de Mineração, foi considerada também a necessidade do controle de múltiplos modelos em cada ciclo, incluindo a aplicação de filtros e/ou agrupamentos sobre os dados carregados e a utilização de diferentes perspectivas.

Os protótipos das telas são apresentados nas próximas subseções, bem como a relação de cada uma delas à etapa e à atividade do modelo. Como o projeto da ferramenta vem sendo tratado no contexto de evolução da ferramenta de mineração do Laboratório de Banco de Dados (LAB-BD) desse mesmo Programa de Engenharia de Sistemas e Computação, o nome “Minere” foi mantido.

### **7.1 Cadastro de Processos**

O fluxo é iniciado com a listagem dos processos cadastrados na ferramenta (Figura 22). O usuário pode visualizar cada um deles a partir do ícone “Detalhar”, na lateral direita, ou a partir do Menu superior que, quando acionado em qualquer ponto do fluxo, exhibe uma lista com os processos existentes e permite a navegação entre eles.

### Processos Gerenciados

[Novo Processo](#)



Nome	Descrição	Órgão/Área Responsável
Fiscalização de Fornecedores	Processo responsável por verificar infrações às Normas de Proteção e Defesa do Consumidor e tomar as medidas cabíveis.	PROCON CARIOCA/Coordenação de Fiscalização 
Atendimento ao Consumidor	Processo responsável por atender consumidores na resolução de conflitos de consumo.	PROCON CARIOCA/Coordenação de Atendimento ao Consumidor 

Figura 22: Lista de Processos

O botão “Novo Processo” direciona o usuário para o cadastro de um processo ainda não existente na base (Figura 23), requerendo o preenchimento das informações de Nome, Descrição e Órgão/Área responsável.

The image shows a web interface for creating a new process. At the top, there is a dark red header with the 'Minere' logo. Below the header, a navigation bar contains the text 'PROCESSOS' with a dropdown arrow. The main content area is titled 'Novo Processo' and contains three input fields: 'Nome' with the value 'Fiscalização de Fornecedores', 'Descrição' with the value 'Processo responsável por verificar infrações às Normas de Proteção e Defesa do Consumidor e tomar as medidas cabíveis.', and 'Órgão/Área Responsável' with the value 'PROCON CARIÓCA/Coordenação de Fiscalização'. A 'Salvar' button is positioned at the bottom right of the form.

**Figura 23: Cadastro de Processo**

A tela de visualização do processo (Figura 24) exibe as informações cadastrais do processo e lista os ciclos de gerenciamento em andamento e finalizados. Neste momento, o Menu superior passa a contar com o item “Ciclo”, que permite a navegação entre os ciclos do processo selecionado a partir de qualquer ponto do fluxo.

Minere

Fiscalização de Fornecedores ▼ Ciclo ▼

Processo responsável por verificar infrações às Normas de Proteção e Defesa do Consumidor e tomar as medidas cabíveis.  
 Órgão/Área Responsável: PROCON CARIOCA/Coordenação de Fiscalização

Novo Ciclo

Ciclo	Data	Objetivo(s)	Situação
03	18/05/2016	Verificação da conformidade na sequência de atividades realizadas na condução de processos de fiscalização; identificação do relacionamento entre as partes envolvidas.	Em Andamento
02	23/12/2015	Identificação da sequência de atividades realizadas no condução de processos de fiscalização.	Finalizado
01	09/06/2015	Identificação da sequência de atividades realizadas no condução de processos de fiscalização.	Finalizado

**Figura 24: Lista de ciclos de gerenciamento do processo**

O botão “Novo Ciclo” permite a abertura de um novo ciclo quando não há outro em execução. Como um mesmo ciclo pode atender a diferentes objetivos, não é pertinente o gerenciamento de múltiplos ciclos simultaneamente.

O ícone “Detalhar”, na lateral direita, assim como o item de Menu “Ciclo”, direciona o usuário para a navegação entre as etapas definidas no Modelo de Gestão apresentado neste trabalho.

## **7.2 Controle do Ciclo de Gerenciamento**

Selecionados o Processo e o Ciclo – no exemplo, Fiscalização de Fornecedores, Ciclo 3 (Em andamento) – a ferramenta habilita um menu secundário com seis itens, que correspondem às etapas previstas no Modelo, a saber:

1. Definição dos Objetivos: menu Objetivos;
2. Análise do Cenário: menu Cenário;
3. Extração e Carregamento dos Dados: menu Log de Eventos;
4. Mineração: menu Mineração;
5. Análise do Processo: menu Resumo da Análise;
6. Reengenharia do Processo: menu Reengenharia.

Na tela “Objetivos” (Figura 25), são registradas as informações referentes aos objetivos, abordagem e perspectiva da análise, além dos subprocessos, partes envolvidas e sistemas de informações relacionados, cobrindo, assim, todas as atividades descritas para a Etapa 1.

**Minere**

**Fiscalização de Fornecedores**      **Ciclo 3 (Em andamento)**

Objetivos | Cenário | Log de Eventos | Mineração | Resumo da Análise | Reengenharia

Objetivo da análise:

Verificar se a massa de dados produzida durante a fase de testes do sistema de Atendimento Eletrônico do PROCON CARIOCA (SAEPC) está de acordo com as regras e especificações do processo de Fiscalização.

Abordagem:

- Descoberta, com o intuito de obter um modelo de processo quando ele não existe previamente;
- Verificação de conformidade, com o intuito de avaliar a adequação de registros de eventos a um determinado modelo de processo pré-existente;
- Extensão, com o propósito de expandir, incrementar ou enriquecer modelos de processo existentes.

Perspectiva:

- de Processos, com foco no encadeamento e ordenação de atividades;
- Organizacional, com foco nos originadores dos eventos;
- Temporal, com foco na duração e frequência dos eventos,

Subprocessos envolvidos / Escopo da análise:

Esta análise se aplica às atividades realizadas pelo próprio órgão, não sendo consideradas as interfaces com a Secretaria Municipal de Fazenda.

Partes envolvidas:

Coordenação de Fiscalização de PROCON CARIOCA: Coordenador, Fiscais e Julgadores.


Sistemas de informação relacionados:

SAEPC - Sistema de Atendimento Eletrônico do PROCON CARIOCA.

**Figura 25: Cadastro dos objetivos do ciclo**

Na tela “Cenário” (Figura 26), é possível cadastrar os documentos coletados para a análise, como as referências do processo e modelos de dados, e registrar o mapeamento dos dados, considerando sua localização na base de dados de origem e a correspondência aos atributos do log de eventos (identificador de instância, evento, *timestamp*, atributo classificador) que será utilizado na mineração. O cadastro dos documentos é importante para manter histórico de qual versão de cada documento foi utilizada no ciclo, e o registro do mapeamento pode diminuir consideravelmente o esforço de uma análise futura, uma vez que o aprendizado obtido sobre os dados poderá ser reaproveitado.





Fiscalização de Fornecedores ▾
Ciclo 3 (Em andamento) ▾

Objetivos | Cenário | Log de Eventos | Mineração | Resumo da Análise | Reengenharia

**Documentos Coletados para a Análise**

Arquivo:

Arquivo	Descrição	
D32244.pdf	Decreto nº 32244, de 10 de maio de 2010	✖
R008.pdf	Resolução nº 008, de 18 de Novembro de 2013	✖
Especificação.pdf	Especificação do Processo	✖
Modelo.bpmn	Diagrama BPMN	✖
SAEPC_Requisitos.pdf	Especificação de Requisitos	✖
SAEPC_BD.pdf	Modelo de dados do SAEPC	✖

**Origem/Destino dos Dados**

Atributo:  Tabela:  Tipo:

Campo	Tabela	Tipo	
ID_Fiscalização	ATO_FISCALIZATÓRIO	Identificador de Instância	✖
ID_Processo	PROCESSO	Evento	✖
ID_RAF	RAF	Evento	✖
ID_Notificação	NOTIFICAÇÃO	Evento	✖
ID_Recurso	RECURSO	Evento	✖
ID_Decisão	DECISÃO	Evento	✖
ID_Auto	AUTO	Evento	✖
Nome	ORIGEM	Atributo Classificador	✖
Tipo	FORNECEDOR	Atributo Classificador	✖

**Informações complementares:**

A informação de tempo do log de eventos deve ser extraída dos campos de data de cada tabela relativa a evento.

**Figura 26: Cadastro das informações referentes ao cenário analisado**

Outras informações relevantes a respeito dos fluxos de trabalho analisados, coletadas em entrevistas com partes envolvidas, por exemplo, ou mesmo a respeito do mapeamento dos dados, podem ser registradas no campo “Informações Complementares”.

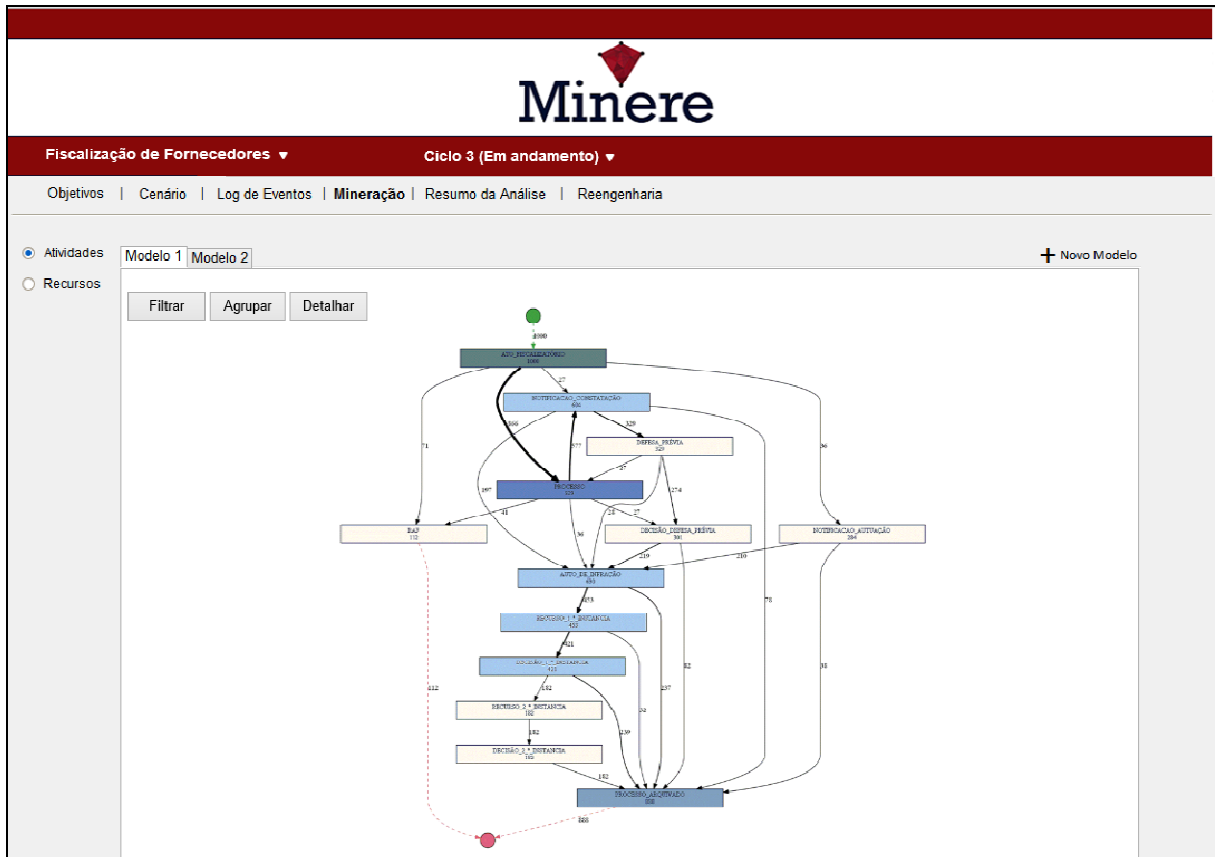
Na tela “Log de Eventos” (Figura 27) o arquivo que contém os dados no formato apropriado para o log pode ser carregado. A ferramenta exibe o conteúdo do log na parte central e, na lateral direita, o usuário indica a que corresponde cada coluna.

The screenshot shows the 'Minere' application interface. At the top, there is a navigation bar with the following items: 'Objetivos', ' Cenário', ' Log de Eventos', ' Mineração', ' Resumo da Análise', and ' Reengenharia'. Below this, the current context is 'Fiscalização de Fornecedores' and 'Ciclo 3 (Em andamento)'. A file upload section shows 'Arquivo para importação:' with the filename 'LogProcon.csv' and a 'Selecionar arquivo' button. The main area contains a table with three columns: 'CASE\_ID', 'ATIVIDADE', and 'TIME STAMP'. To the right of the table is a configuration panel with three dropdown menus: 'Identificador de instância:' (set to 'CASE\_ID'), 'Identificador de Tempo:' (set to 'TIMESTAMP'), and 'Atividade:' (set to 'ATIVIDADE'). There is also an empty 'Recurso:' dropdown and a 'Salvar' button.

CASE_ID	ATIVIDADE	TIME STAMP
5211	ATO FISCALIZATÓRIO	2016-03-13 15:12:43.231
5211	PROCESSO	2016-03-13 15:13:21.231
5211	NOTIFICACAO AUTUAÇÃO	2016-03-13 15:13:59.231
5211	AUTO DE INFRAÇÃO	2016-03-13 15:14:37.231
5211	RECURSO 1ª INSTANCIA	2016-03-13 15:15:15.231
5211	DECISÃO 1ª INSTANCIA	2016-03-13 15:15:53.231
5211	PROCESSO ARQUIVADO	2016-03-13 15:16:31.231
5212	ATO FISCALIZATÓRIO	2016-03-13 15:12:43.231
5212	PROCESSO	2016-03-13 15:13:30.231
5212	NOTIFICAÇÃO CONSTATAÇÃO	2016-03-13 15:14:17.231
5212	AUTO DE INFRAÇÃO	2016-03-13 15:15:04.231
5212	RECURSO 1ª INSTANCIA	2016-03-13 15:15:51.231
5212	DECISÃO 1ª INSTANCIA	2016-03-13 15:16:38.231
5212	RECURSO 2ª INSTANCIA	2016-03-13 15:17:25.231
5212	DECISÃO 2ª INSTANCIA	2016-03-13 15:18:12.231
5212	PROCESSO ARQUIVADO	2016-03-13 15:18:59.231
5213	ATO FISCALIZATÓRIO	2016-03-13 15:12:43.231
5213	PROCESSO	2016-03-13 15:14:05.231
5213	NOTIFICACAO AUTUAÇÃO	2016-03-13 15:15:27.231
5213	AUTO DE INFRAÇÃO	2016-03-13 15:16:49.231

**Figura 27: Carregamento do log de eventos**

Com o log carregado, na tela “Mineração” a ferramenta já exibe o modelo resultante da execução de algoritmo de descoberta de processos (Figura 28). O usuário pode utilizar filtros para explorar os dados do log e gerar modelos segmentados, a partir da combinação de valores relacionados aos atributos classificadores (Figura 29), e agrupar eventos do log para obter níveis distintos de granularidade nos modelos (Figura 30).



**Figura 28: Exibição do modelo resultante da mineração**

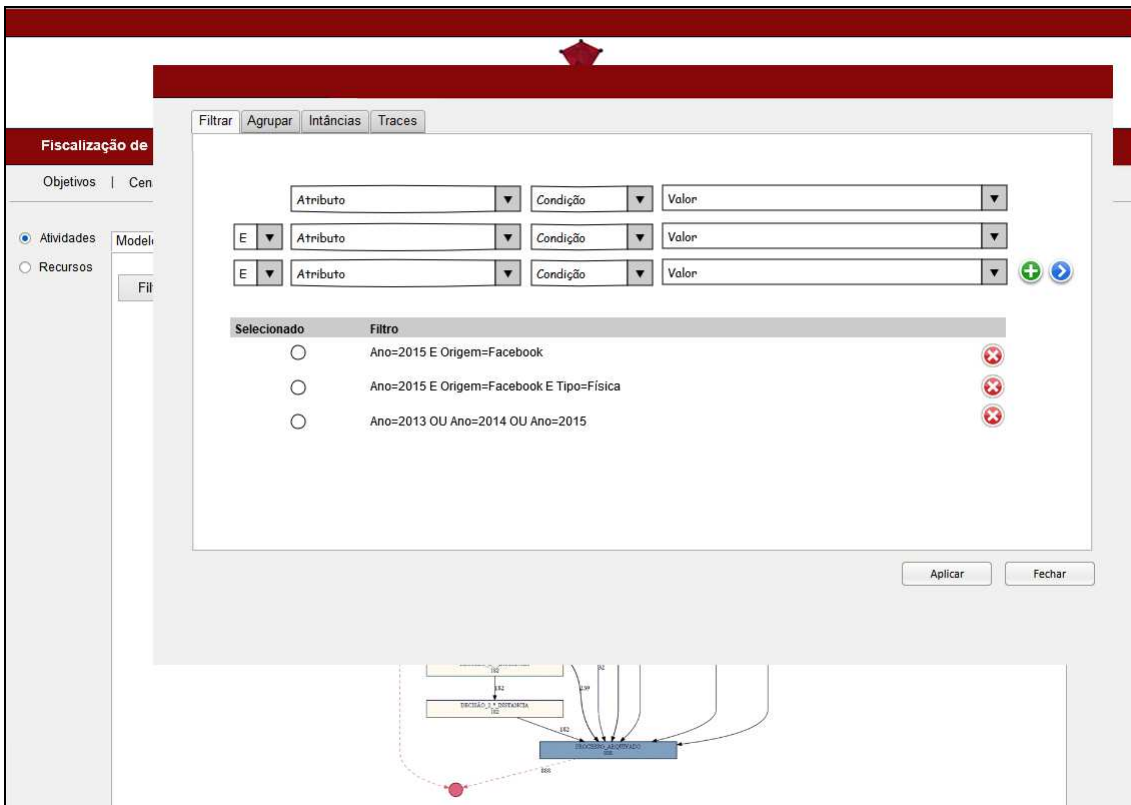


Figura 29: Configuração de filtros

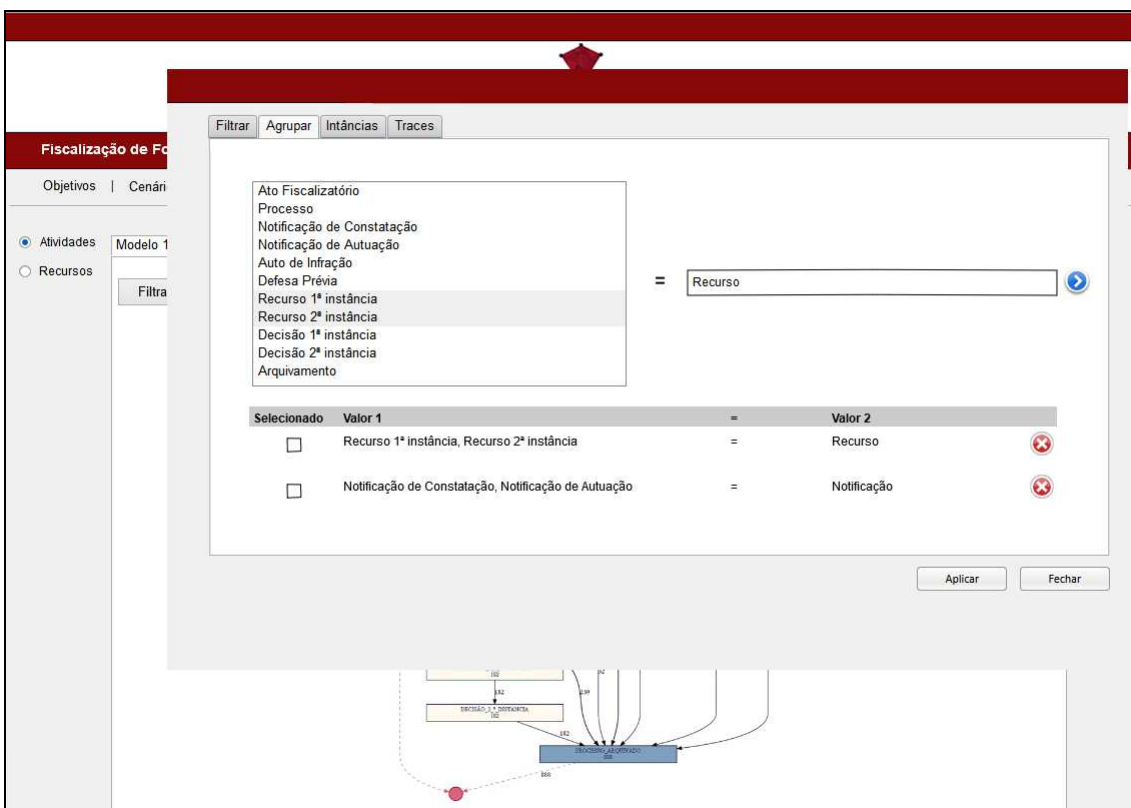


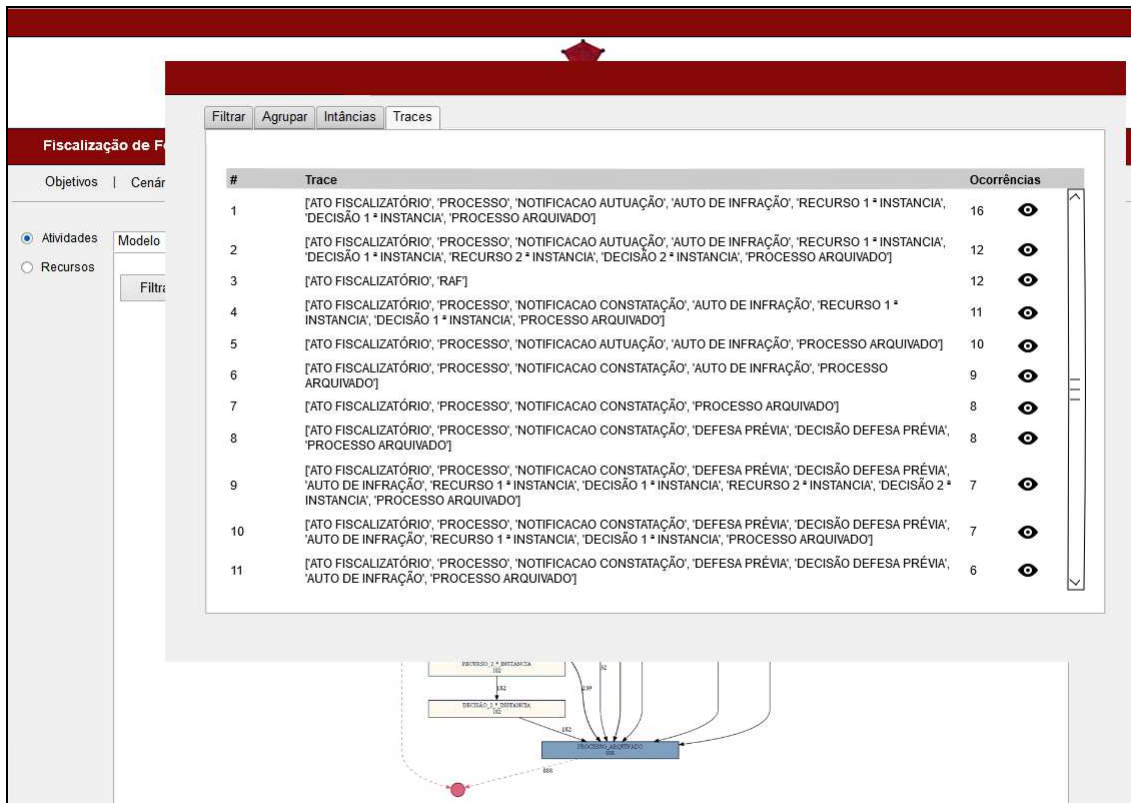
Figura 30: Configuração de agrupamentos

A opção “Detalhar” permite a visualização das instâncias e *traces* constantes em cada modelo (Figura 31 e Figura 32), considerando os filtros e agrupamentos aplicados a cada um deles. Ao selecionar uma instância, é exibido o *trace* percorrido por ela e ao selecionar um *trace*, são exibidas as instâncias relacionadas a ele. Esse tipo de visualização detalhada permite o aprofundamento da análise e esclarece potenciais dúvidas que o modelo gráfico não evidencie.

The screenshot shows a web application interface for 'Fiscalização de F'. The main content area displays a table with two columns: 'CASE\_ID' and 'TRACE'. Below the table is a diagram showing a flow of data between various components, with arrows indicating relationships and a red circle highlighting a specific point.

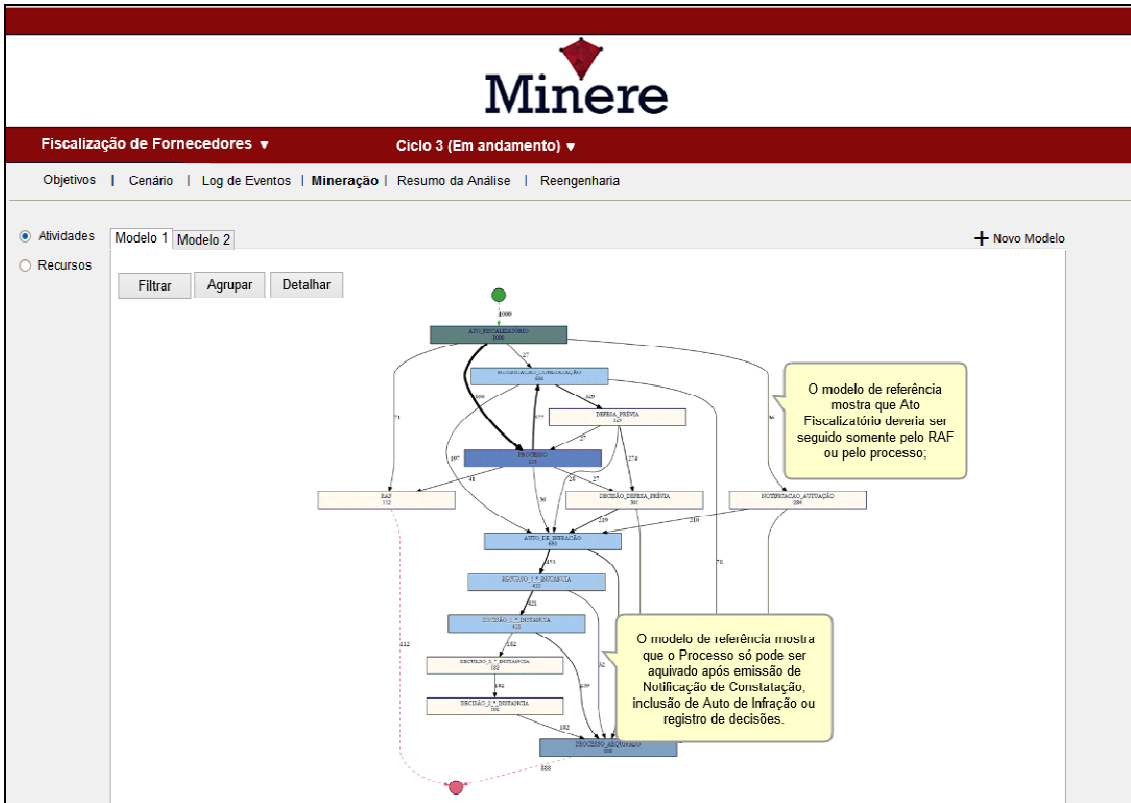
CASE_ID	TRACE
5211	7 Eventos [ATO FISCALIZATÓRIO, 'PROCESSO', NOTIFICACAO AUTUAÇÃO, 'AUTO DE INFRAÇÃO', 'RECURSO 1 * INSTANCIA', 'DECISÃO 1 * INSTANCIA', 'PROCESSO ARQUIVADO']
5212	9 Eventos ▶
5213	7 Eventos ▶
5214	5 Eventos ▶
5215	9 Eventos ▶ [ATO FISCALIZATÓRIO, 'PROCESSO', NOTIFICACAO CONSTATAÇÃO, 'AUTO DE INFRAÇÃO', 'RECURSO 1 * INSTANCIA', 'DECISÃO 1 * INSTANCIA', 'RECURSO 2 * INSTANCIA', 'DECISÃO 2 * INSTANCIA', 'PROCESSO ARQUIVADO']
5216	2 Eventos ▶
5217	2 Eventos ▶
5218	9 Eventos ▶
5219	5 Eventos ▶
5220	5 Eventos ▶
5221	9 Eventos ▶
5222	6 Eventos ▶
5224	5 Eventos ▶
5225	11 Eventos ▶

**Figura 31: Lista de instâncias**



**Figura 32: Lista de Traces**

Em cada modelo gerado, o usuário pode clicar sobre a sequência que desejar e fazer as anotações pertinentes, como registro de potenciais não conformidades ou de fluxos desconhecidos (Figura 33). Essas anotações são consolidadas na tela “Resumo da Análise” (Figura 34), onde o usuário pode verificar os registros feitos em todos os modelos do ciclo e complementar com o que for necessário.



**Figura 33: Registro da análise sobre o modelo gerado**

**MODELO 1**

Filtros: Não aplicados; Grupos: Não aplicados.

Sequência	Descrição
Ato Fiscalizatório > Notificação de Autuação	O modelo de referência mostra que Ato Fiscalizatório deveria ser seguido somente pelo RAF ou pelo processo;
Ato Fiscalizatório > Notificação de Constatação	O modelo de referência mostra que Ato Fiscalizatório deveria ser seguido somente pelo RAF ou pelo processo;
Defesa Prévia > Processo	O modelo de referência mostra que a instauração do Processo deve se anterior à emissão de Notificação;
Processo > RAF	O modelo de referência mostra que Processo e RAF devem ser dois caminhos mutuamente exclusivos;
Defesa Prévia > Auto de Infração	O modelo de referência mostra que deve haver o registro de uma decisão para defesa manifestada pelo Fornecedor, antes da inclusão do Auto;
Notificação de Autuação > Processo Arquivado	O modelo de referência mostra que o Processo só pode ser arquivado após emissão de Notificação de Constatação, inclusão de Auto de Infração ou registro de decisões;
Recurso 1ª Instância > Processo Arquivado	O modelo de referência mostra que o Processo só pode ser arquivado após emissão de Notificação de Constatação, inclusão de Auto de Infração ou registro de decisões.

**MODELO 2**

Filtros: :xxxx Grupos: :xxxx

Sequência	Descrição
Ato Fiscalizatório > Notificação de Autuação	O modelo de referência mostra que Ato Fiscalizatório deveria ser seguido somente pelo RAF ou pelo processo;
Ato Fiscalizatório > Notificação de Constatação	O modelo de referência mostra que Ato Fiscalizatório deveria ser seguido somente pelo RAF ou pelo processo;

Outros pontos observados:

Conclusão da análise:

Salvar

**Figura 34: Consolidação da análise**



Na tela “Reengenharia” (Figura 35), o usuário registra os pontos que devem ser melhorados no processo, nos sistemas de informação e na qualidade dos dados. Por último, o usuário constrói um Plano de Ação com as ações que devem ser cumpridas para que as melhorias sejam colocadas em prática, indicando um responsável e um prazo para cada uma delas. O status das ações é monitorado e o ciclo só pode ser encerrado quando todas as ações do plano constarem com concluídas.

**Minere**

Fiscalização de Fornecedores ▾ Ciclo 3 (Em andamento) ▾

Objetivos | Cenário | Log de Eventos | Mineração | Resumo da Análise | **Reengenharia**

**O que deve melhorar:**

No processo:

A instauração do processo administrativo após a emissão das notificações confere agilidade às ações realizadas em campo, uma vez que o fiscal não precisa do número do processo para notificar. Esse ponto se mostrou, inicialmente, como uma não conformidade, no entanto houve consenso de que o processo de referência deve ser ajustado para permitir essa possibilidade.

No(s) sistema(s) de informação:

- As ligações da atividade Processo para a atividade RAF demonstram que processos foram instaurados equivocadamente para incluir apenas uma folha de registro de nada consta. Os gestores entenderam que uma falha na comunicação interna gerou tal não conformidade e que as orientações precisam ser reforçadas e o sistema ajustado;
- As ligações da atividade Defesa Prévia para Auto de Infração permitiram concluir que o sistema de informação precisa ser ajustado para impedir a inclusão do auto sem que ocorra o registro da decisão.

Na qualidade dos dados:

Precisa ser revista a falha no preenchimento dos campos Origem da Fiscalização e Tipo do Fornecedor, que impediram a análise do processo de forma segmentada. Deve ser verificada a possibilidade do preenchimento dos registros existentes e o sistema deve ser ajustado de forma a tornar esses campos obrigatórios.

**PLANO DE AÇÃO**

Ação:  Responsável:  Prazo:

Ação	Responsável	Prazo	Status
Revisar Modelo e Especificação do processo para permitir instauração do processo administrativo após emissão de notificação.	Luiz Amaral	05/03/2017	Em andamento ▾
Emitir comunicado interno com orientações sobre a emissão de RAF.	Maria da Silva	23/02/2017	Aberto ▾
Submeter solicitação de alterações no sistema e nos dados à consultoria responsável.	Luiz Amaral	23/02/2017	Concluído ▾

Salvar Finalizar Análise

**Figura 35: Cadastro das melhorias e do Plano de Ação**

Com as telas apresentadas a ferramenta cobre, direta ou indiretamente, todas as atividades previstas no Modelo de Gestão por Processos baseado em Mineração. Sua implementação pode gerar grandes benefícios para o gerenciamento de processos de negócio, uma vez que incentiva o uso de técnicas de mineração de processos em um contexto organizado, e que permite a manutenção do histórico do gerenciamento realizado ao longo do tempo, contribuindo para a melhoria contínua da organização.

## Capítulo 8 – Conclusões

Este capítulo encerra este trabalho apresentando suas conclusões. Os principais resultados e contribuições obtidos por este estudo são expostos, em seguida são apresentados trabalhos futuros que possuem o objetivo de alcançar melhorias em atividades de descoberta de processos não estruturados.

### 8.1 Resultados e Contribuições

Este trabalho teve como objetivo principal o desenvolvimento de um modelo que orienta o gerenciamento de processos de negócio com utilização de técnicas de mineração de processos. As etapas do modelo correspondem às etapas de verificação (*Check*), ação (*Act*) e planejamento (*Plan*) do ciclo PDCA (*Plan, Do, Check e Act*) no contexto de gerenciamento de processos, não sendo o modelo tratado apenas como uma abordagem complementar utilizada apenas para fornecimento de dados da análise. Dessa forma, o modelo contempla etapas detalhadas para orientar as atividades de mineração, incluindo a definição de objetivos, a análise do cenário, a extração dos dados e a mineração propriamente dita, e etapas referentes à análise e reengenharia do processo. Como uma composição do PDCA, o modelo tem a natureza de ser cíclico, devendo ser executado rotineiramente a fim de contribuir para a melhoria contínua dos processos e da organização.

A necessidade de alinhamento ao negócio e compreensão do domínio e dos dados é ressaltada pela abordagem, uma vez que a mera utilização de técnicas de mineração de processos de forma não planejada e não alinhada ao contexto pode não gerar resultados satisfatórios, principalmente em processos mais complexos.

Outra característica importante destacada na abordagem é a execução iterativa da mineração, o que permite a obtenção de múltiplos modelos que podem se complementar para fornecer informações relevantes à análise. Os múltiplos modelos podem estar relacionados a níveis diferentes de granularidade, à seleção diferenciada de dados ou mesmo a distintas perspectivas, como de fluxo de atividades e organizacional.

O modelo é detalhado no nível de atividade, onde cada etapa tem seu fluxo explicitado e as entradas, ferramentas/técnicas e resultados definidos, fornecendo um passo a passo para sua execução.

Para suportar o modelo, foi definida uma ferramenta que apoia a realização de todas as seis etapas, o que pode contribuir para ganhos significativos, uma vez que além de guiar o usuário na correta execução do modelo, irá armazenar os dados gerados nos diferentes ciclos de gerenciamento dos processos cadastrados e permitir o monitoramento da evolução do processo ao longo do tempo.

Sendo assim, os principais resultados e contribuições deste trabalho incluem:

- Proposição do Modelo de Gestão por Processos baseado em Mineração, incluindo seu detalhamento no nível de atividades;
- Identificação das correlações entre as metodologias de mineração de processos encontradas na literatura e a identificação de suas lacunas em relação ao modelo proposto;
- Proposição de uma ferramenta para apoiar a implementação do método proposto, de forma a orientar a realização das atividades previstas para cada uma das seis etapas;
- Avaliação do modelo com a realização de um estudo de caso, o que mostrou como a abordagem proposta pode contribuir para o gerenciamento de processos de negócio.

## **8.2 Limitações e Trabalhos Futuros**

O modelo prevê a possibilidade de identificação de mais de uma perspectiva como objetivo de um mesmo ciclo, no entanto a etapa Mineração considera somente a execução de algoritmos de descoberta para obter modelos de processos. Essa etapa pode ser evoluída para contemplar técnicas de análise organizacional, como modelo de Redes Sociais e Matrix Papel-Atividade, e relatórios de desempenho do processo, fornecendo informações detalhadas sobre o tempo de execução das atividades. Técnicas de análise de conformidade também poderiam ser consideradas para fornecer informações do nível de conformidade do modelo obtido com o log de eventos utilizado, e poderia ser considerada a possibilidade de utilização de mais de um algoritmo de descoberta, de forma que pudessem ser gerados modelos de processo a partir de diferentes técnicas. Com a informação do índice de conformidade, poderia ser avaliado qual técnica/modelo melhor se aplica ao contexto.

Na etapa Análise, a ferramenta pode ser evoluída para orientar o registro da análise de forma diferenciada de acordo com a abordagem selecionada para o ciclo de gerenciamento. Por exemplo, para análises relacionadas à verificação de conformidade, a ferramenta poderia indicar a marcação do valor "conforme" ou "não conforme" para cada sequência identificada no modelo.

Na etapa Reengenharia, o cadastro de melhorias pode ser evoluído para elencar as possíveis ações relacionadas a problemas em qualidade de dados, de forma que o registro não seja somente textual. Assim como a proposta anterior, esta mudança pode contribuir para a padronização dos registros e a obtenção de estatísticas sobre o processo.

Outro ponto importante é que, para atender a necessidade de ciclicidade do modelo, a ferramenta proposta permite a execução de diversos ciclos de gerenciamento para um mesmo processo. No entanto, o acompanhamento do processo ao longo da execução dos diferentes ciclos ocorre de forma manual, pois não foram previstas funcionalidades que consolidem os resultados obtidos em cada ciclo, como relatórios, nem o desenvolvimento de métricas que permitam a comparação entre tais resultados.

Por fim, embora na prova de conceito apresentada no capítulo 6 o modelo proposto tenha se mostrado satisfatório na análise do processo de negócio, estudos posteriores são necessários para provar a hipótese apresentada em outros contextos, com outros tipos de processo e com outros objetivos.

## Referências Bibliográficas

ASSOCIATION OF BUSINESS PROCESS MANAGEMENT PROFESSIONALS - ABPMP. **BPM CBOOK: Guia para o Gerenciamento de Processos de Negócio.** Corpo Comum de Conhecimento. Versão 3.0.2013.

BALDAM, ROQUEMAR et al. **Gerenciamento de processos de negócios.** São Paulo: Editora Érica, 2007.

BOZKAYA, M., GABRIELS, J., WERF, J. “Process diagnostics: a method based on process mining”. In: **Information, process, and knowledge management, 2009. eKNOW’09. International Conference on**, pp. 22–27. IEEE (2009).

CADEZ, I. et al. “Visualization of navigation patterns on a website using model-based clustering”. In: **Proceedings of the Sixth ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining**, pp. 280–284. ACM New York, NY, USA, 2000.

CHUN-QIN GU, HUI-YOU CHANG, YANG YI. “Workflow mining: extending the algorithm to mine duplicate tasks”. In: **International Conference on Machine Learning and Cybernetics**, pp. 361-368, 2008.

DAVENPORT, Thomas. **Process innovation: reengineering work through information technology.** Harvard Business School Press, Boston. 1993.

DE LEONI, M., VAN DER AALST, W. M., DEES, M. “A general framework for correlating business process characteristics”. **Business Process Management**, pp.250–266. Springer, 2014.

ESPOSITO, P. M. **MANA: identificação, mineração, análise e reengenharia de processos de Negócio.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

FLUXICON SOFTWARE, (2016), **DISCO.** Disponível em <http://fluxicon.com/disco/>

GRECO, G., GUZZO, A., PONTIERI, L., SACCA, D. “Discovering expressive process models by clustering log traces”. **IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering**, v. 18 (ago.), pp. 1010–1027, 2006

HARRINGTON, H. J. **Business process improvement workbook**: documentation, analysis, design and management of business process improvement. New York: McGraw-Hill, 1997.

HUNT, V. Daniel. **Process mapping**: how to reengineer your business processes. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1996

IIBA. **A guide to the business analysis body of knowledge®**. 2. ed. International Institute of Business Analysis. 2009

KAPLAN, Robert S.; NORTON, David P. **A estratégia em ação**: balanced scorecard. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

KURGAN, L.A., MUSILEK, P. “A survey of knowledge discovery and data mining process models”. **The Knowledge Engineering Review**, v. 21 (01), pp. 1–24, 2006.

LI, LIU, D., YANG, B. “Process mining: extending algorithm to mine duplicate tasks in process logs”. **Advances in web and network technologies and information management**, v. 4537, pp. 396-407, 2007.

MARISCAL, G., MARBÁN, O., FERNÁNDEZ, C. “A survey of data mining and knowledge discovery process models and methodologies”. **The Knowledge Engineering Review**, v. 25(02), pp. 137–166, 2010.

MAYER, R. J.; PAINTER, M. K.; WITTE, P. S. “IDEF family of methods for concurrent engineering and business re-engineering applications”. **Knowledge Based Systems Inc.**, USA, 1994.

MEDEIROS, A. K. A. Et al. **Process mining**: extending the  $\alpha$ -algorithm to mine short loops. Eindhoven University of Technology, Eindhoven, 2004

MEDEIROS, A. K. A., WEIJTERS, A. J. M. M., DER AALST, W. M. P. “Genetic process mining: a basic approach and its challenges”, In: Bussler, C. J., Haller, A.

[orgs.] (eds), **Business Process Management Workshops**, , chapter 3812, Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, pp. 203-215, 2006.

MURATA, T. “Petri Nets: properties, analysis and applications”. **Proceedings of the IEEE**, v.77, n.4, abr. 1989.

OMG. **Business Process Model and Notation (BPMN)**, Version 2.0, OMG, 2011.

PIDD, MICHAEL. **Modelagem empresarial: ferramentas para tomada de decisão**. Porto Alegre: Bookman, 1998.

REBUGE, A., FERREIRA, D.R. “Business process analysis in healthcare environments: a methodology based on process mining”. **Information Systems**, v. 37(2), pp. 99–116, 2012.

RIBEIRO, A. O. **Descoberta e análise de processos de negócio não estruturados**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

RÓS, E., BALDAM, R., CO, F., LORENZONI, L. “Os ciclos de BPM (Gerenciamento de Processos de Negócios): uma proposta de ação integrada”. In: **ADM 2009 - Congresso Internacional de Administração**, Ponta Grossa., 2009.

ROZINAT, A., VAN DER AALST, W. P. “Conformance testing: measuring the fit and appropriateness of event logs and process models”. In: **BPM 2005 Workshops, LNCS**, v. 3812, pp. 163-176, 2005.

RUMBAUGH, J., JACOBSON, I., AND BOOCH, G. **The unified modeling language reference manual Reading**. Mass: Addison-Wesley, 1999.

RUMMLER, G. A.; BRACHE, A. P. **Improving performance: how to manage the white space on the organizational chart**. Jossey-Bass, San Francisco 1995.

SCHEDLBAUER, M. **The art of business process modeling: the business analyst’s guide to process modeling with UML & BPMN**. CreateSpace, 2010.

SHEARER, C. “The crisp-dm model: the new blue print for data mining”. **Journal of data ware-housing**, v. 5 (4), pp. 13–22, 2000.



- SCHEER, A.W. ARIS Business Process Modelling, Springer, 2000.
- SONG, M., VAN DER AALST, W. P. “Supporting process mining by showing events at a glance”. In: **WITS 2007**, 2007
- VALLE, R., DE OLIVEIRA, S. B. **Análise e modelagem de processos de negócio: foco na notação BPMN**. Editora Atlas, 2009.
- VAN DER AALST, W. M. P. **Process mining: discovery, conformance and enhancement of business processes**. 1 ed. Springer, 2011.
- VAN DER AALST, W. M. P. Et al. “Workflow mining: a survey of issues and approaches”. **Data & Knowledge Engineering**, v. 47 (nov.), pp. 237–267.
- VAN DER AALST, W. M. P., HOFSTEDE, A. H. M., WESKE, M. **Business process management: a survey**. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2003.
- VAN DER AALST, W. M. P., WEIJTERS, A. J. M. M., MARUSTER, L. “Workflow mining: discovering process models from event logs”, **IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering**, v. 16, n. 9, pp. 1128-1142, 2004.
- VAN DER AALST, W. M. P. “Business process management demystified : a tutorial on models , systems and standards for sorkflow management”, **Lectures on concurrency and petri nets**, v. 3098, n. 3098, pp. 1-65, 2004.
- VAN DER AALST, W. M. P., GUNTHER, C. W. “Finding structure in unstructured processes: the case for process mining” . In: **Proceedings of the Seventh International Conference on Application of Concurrency to System Design**, pp. 3–12, Washington, DC, USA. 2007
- VAN DER AALST, W. M. P., WEIJTERS, A. J. M. M. “Process mining: a research agenda”. **Computers in Industry**, v. 53, n. 3 (abr.), pp. 231-244, 2004.
- VAN DER AALST, W. M., et al. "Process mining manifesto." In: Business process management workshops. Springer Berlin Heidelberg, 2011.
- VAN DER AALST, W. P., SONG, M. “Mining social networks: uncovering interaction patterns in business processes”. In: **Business Process Management, Springer Berlin Heidelberg**, pp. 244-260, 2004.

VAN DONGEN, B. F. ET AL. "The ProM framework: a new era in process mining tool support". **Lecture Notes in Computer Science Applications and Theory of Petri Nets**. pp. 444-454, Miami, USA. 2005.

VAN ECK, Maikel L., et al. "PM<sup>2</sup>: a process mining project methodology". **Advanced information systems engineering**. Springer international publishing, 2015.

VEIGA, Gabriel. **Developing process mining tools**: an implementation of sequence clustering for ProM. Master's thesis, IST-Technical University of Lisbon, 2009.

VERNADAT, F. B. **Enterprise modelling and integration**: principles and applications. London: Chapman & Hall, 1996.

WEIJTERS, A. J. M. M., VAN DER AALST, W. M. P., DE MEDEIROS, A. K. A. **Process mining with the heuristics Miner algorithm**. Eindhoven University of Technology, 2006.

WEN, L., WANG, J., SUN, J. "Detecting implicit dependencies between tasks from event logs". **Frontiers of WWW Research and Development - APWeb 2006**, pp. 591-603, 2006.

WESKE, M. **Business process management**: concepts, languages, architectures. 1 ed. Springer, 2007.

## Apêndice A – Versão inicial do Modelo

As Figuras 36 a 41 apresentam a formatação inicial das etapas do Modelo de Gestão por Processos baseado em Mineração, descrito no Capítulo 5.



Figura 36: Formatação inicial da Etapa 1 - Definição dos Objetivos

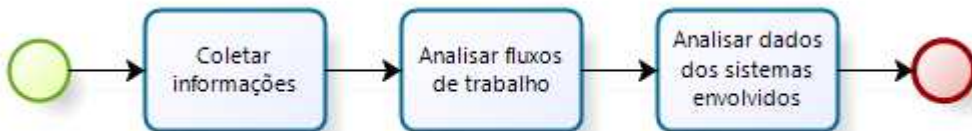


Figura 37: Formatação inicial da Etapa 2 - Análise do Cenário

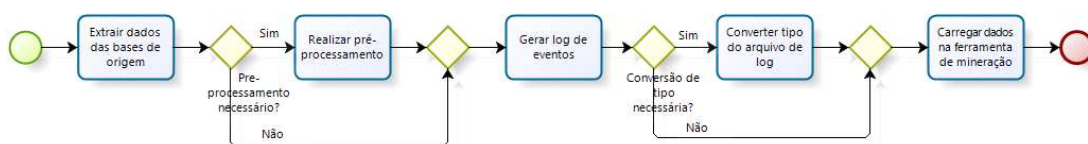
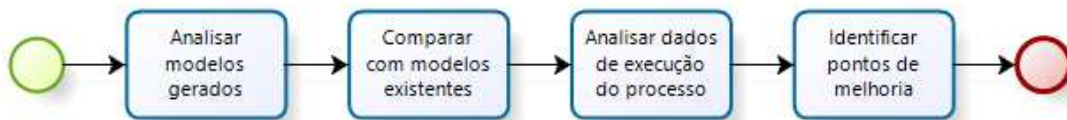


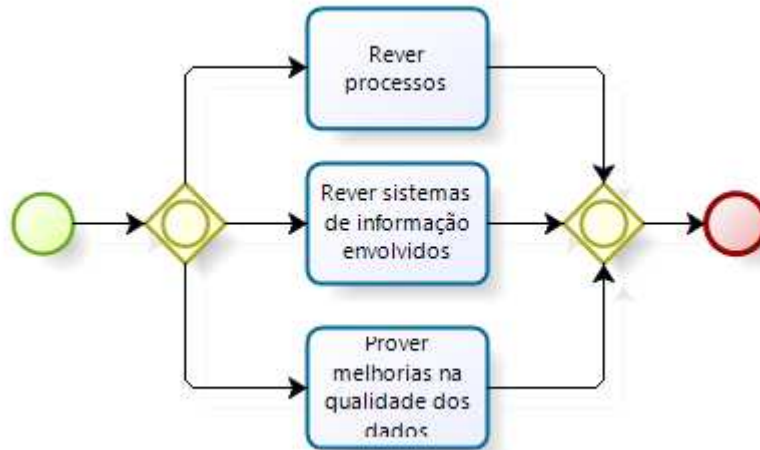
Figura 38: Formatação inicial da Etapa 3 - Extração e Carregamento dos Dados



Figura 39: Formatação inicial da Etapa 4 - Mineração



**Figura 40: Formatação inicial da Etapa 5 - Análise do Cenário**



**Figura 41: Formatação inicial da Etapa 6 - Reengenharia do Processo**