



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA E DE PRODUÇÃO

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA

Maclaude de Lima Alves

**MODELAGEM DE PROCESSOS EM INTERVENÇÕES
DE MANUTENÇÃO EM UMA REFINARIA DE PETRÓLEO
NO CEARÁ UTILIZANDO BPMN**

Junho de 2012

Maclaude de Lima Alves

**MODELAGEM DE PROCESSOS EM INTERVENÇÕES
DE MANUTENÇÃO EM UMA REFINARIA DE PETRÓLEO
NO CEARÁ UTILIZANDO BPMN**

Monografia submetida à Coordenação do Curso de Graduação em Engenharia de Produção Mecânica da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Produção Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. José Belo Torres

Fortaleza

Junho de 2012

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

A48m Alves, Maclaude de Lima.

Modelagem de processos em intervenções de manutenção em uma refinaria de petróleo no Ceará utilizando BPMN / Maclaude de Lima Alves. – 2012.

64 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia de Produção Mecânica, Fortaleza, 2012.

Orientação: Prof. Dr. José Belo Torres.

1. Modelagem de Processos. 2. BMP. 3. BPMN. 4. Intervenções de Manutenção. I. Título.

CDD 658.5

Maclaude de Lima Alves

MODELAGEM DE PROCESSOS EM INTERVENÇÕES
DE MANUTENÇÃO EM UMA REFINARIA DE PETRÓLEO
NO CEARÁ UTILIZANDO BPMN

Presidente da Banca:

Banca Examinadora:

Aprovada em:

Dedico este trabalho a minha esposa Aretha, a quem admiro profundamente, sem ela nenhum sonho seria possível ou valeria a pena. A meu filho Arthur, ao qual dedico minha vida. A minha mãe Lia Hebe e minha avó Ivone, que um dia sonharam e hoje compartilham este importante momento comigo.

Agradecimentos

Agradeço a todas as pessoas do meu convívio que acreditaram e contribuíram, mesmo que indiretamente, para a conclusão deste curso.

Aos meus pais, pelo amor incondicional e pela paciência. Por acreditar e respeitar minhas decisões e nunca deixando que as dificuldades acabassem com os meus sonhos, serei imensamente grato.

Aos meus avós, por terem sentido junto comigo, todas as angústias e felicidades, acompanhando cada passo de perto. Pelo amor, amizade, e apoio depositados, além da companhia por todos esses anos, melhor convívio, não poderia encontrar.

Aos amigos da gerência de Produção e de Manutenção, pela ajuda no início de carreira, pelas conversas que muito me ajudaram neste trabalho e pela torcida, muito obrigado.

Aos meus Coordenadores Técnicos, Supervisores e Gerente por compreender a importância dessa conquista e aceitar a minha ausência quando necessário.

Ao meu orientador Professor Dr. José Belo Torres, pelo empenho, paciência e credibilidade, obrigado por tudo.

Aos demais professores do curso de Engenharia de Produção Mecânica da UFC, pelas agradáveis lembranças que serão eternamente guardadas comigo, muito obrigado.

Resumo

ALVES, Maclaude. Modelagem de Processos em Intervenções de Manutenção em uma Refinaria de Petróleo no Ceará Utilizando BPMN. 2012. 57 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção Mecânica) – Programa de Graduação em Engenharia de Produção Mecânica, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2012.

O Business Process Management – BPM possibilita padronizar processos corporativos maximizando a produtividade e eficiência. As soluções de BPM servem ainda para medir, analisar e aperfeiçoar a gestão do negócio e dos processos de uma empresa. A implantação do BPM na empresa traz benefícios como eliminação de retrabalho, custos desnecessários, padronização das tarefas, melhoria no fluxo de informações para os sistemas de gerenciamento. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é a modelagem dos processos de intervenções de manutenção numa refinaria de petróleo com a utilização do BPM. O trabalho inicia-se com a descrição dos conceitos de modelagem de processos. A seguir, a partir das observações das características utilizada no gerenciamento de intervenções da refinaria em estudo, assim como da adequação das ferramentas utilizadas, apresenta-se uma adaptação de modelagem de processos dentro da metodologia do BPMN. O trabalho é finalizado com a apresentação de um mapeamento dos processos envolvidos no ciclo de intervenções de manutenção na refinaria.

Palavras-Chave: Modelagem de Processos. BMP. BPMN. Intervenções de Manutenção.

Abstract

ALVES, Maclaude. Process Modeling in Maintenance interventions in an Oil Refinery in Ceará using BPM. 2012. 57 f. Monograph (Graduation in Production Engineering) – Graduate Program in Production Engineering, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2012.

The Business Process Management - BPM enables standardize business processes to maximize productivity and efficiency. The BPM solutions also serve to measure, analyze and improve business management and processes of a company. The implementation of BPM in the enterprise brings benefits such as elimination of rework, unnecessary costs, standardization of tasks, improving the flow of information management systems.

Thus, the objective of this work is the modeling of the processes of maintenance work in an oil refinery using the BPM. The work begins with a description of the concepts of process modeling. Then, from observations of the characteristics used in the refinery management interventions under study, as well as the appropriateness of the tools used, presents an adaptation of process modeling within the methodology of BMPN. The work ends with the presentation of a mapping of the processes involved in the cycle of maintenance operations at the refinery.

Palavras-Chave: Process Modeling. BMP. BMPN. Maintenance interventions.

Lista de Figuras

Figura 1 – Modelo de Processos de Negócios.....	17
Figura 2 – Estrutura de um DPN	19
Figura 3 – Elementos Básicos do BPMN	19
Figura 4 – Tipos de Atividade do BMPN.....	19
Figura 5 – Exemplos de Tipos de Tarefa.....	20
Figura 6 – Tipos de Subprocessos Colapsados.....	20
Figura 7 – Tipo de Subprocesso Expandido.....	20
Figura 8 – Tipos de Evento	21
Figura 9 – Tipos de Evento de Início.....	21
Figura 10 – Tipos de Evento Intermediário.....	22
Figura 11 – Tipos de Evento de Fim	22
Figura 12 – Uso de Gateway	22
Figura 13 – Tipos de Conectores	23
Figura 14 – Representação de Pool e Lane	23
Figura 15 – Artefatos padrão do BPMN	24
Figura 16 – Software R/3 da SAP.....	25
Figura 17 – Estrutura de uma Nota PM - Nota de Manutenção.....	27
Figura 18 – Elementos de uma Ordem PM – Ordem de Manutenção.....	29
Figura 19 - Funções de uma Ordem PM.....	29
Figura 20 – DPN de um Fluxo de Intervenção de Manutenção.....	35
Figura 21 - Exemplo de Nota PM	36
Figura 22 - Exemplo de Ordem PM.....	39
Figura 23 - Lista de Tarefas de uma Ordem PM.....	40
Figura 24 – Processo de Intervenção de Manutenção.....	48
Figura 25 – Modelo do Processo de Criação de Nota PM	49
Figura 26 – Modelo do Processo de criação de Nota PM Sugerido.....	52
Figura 27 – Modelo do Processo de criação de Ordem PM	53
Figura 28 – Modelo de um Processo de Nivelamento de Capacidades	56
Figura 29 – Modelo de um Processo de Execução de Intervenção	57
Figura 30 – Modelo de um Processo de Encerramento da Ordem PM e da Nota PM.....	60

Lista de Siglas

ADT – Autorização de Desvio Temporário

AR – Análise de Riscos

BPM – Business Process Management

BPMN – Business Process Management Notation

DPN – Diagrama Processo de Negócio

GM – Gestão de Mudanças

GPI – Grupo de Planejamento de Intervenções

PM – Plant Maintenance

PT – Permissão para Trabalho

SAP - Sistemas, Aplicações e Produtos em Processamento de Dados

SPTweb – Sistema para elaboração de Análise de Riscos e de Permissão para Trabalho

TI – Tecnologia da Informação

TO – Técnico de Operação

Sumário

1. INTRODUÇÃO	13
1.1. Justificativa	14
1.2. Objetivos	15
1.2.1. Objetivo Geral	15
1.2.2. Objetivo Específico	15
1.3. Estrutura do Trabalho	15
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1. Processo de Negócio	17
2.2. Gerenciamento de Processos de Negócios (BPM)	18
2.3. Modelagem de Processos de Negócios Utilizando o BPMN	18
2.3.1. Introdução	18
2.3.2. Processo e DPN	19
2.3.3. Elementos do BPMN	19
2.4. Ferramentas de TI	24
2.4.1. Introdução ao Módulo PM	25
2.4.2. Nota de Manutenção e Ordem de Manutenção no Módulo PM	27
3. METODOLOGIA DO TRABALHO	31
3.1. Identificação das etapas do processo de planejamento de intervenções de manutenção na refinaria de petróleo	32
3.2. Levantamento das informações e dos dados necessários para cada etapa do processo	32
3.3. Mapeamento dos processos	33
4. LEVANTAMENTO DAS ETAPAS DO PROCESSO	34
4.1. Criação de Nota PM	35
4.2. Criação de Ordem PM	37
4.3. Nivelamento de Capacidades (Planejamento Semanal Intervenções)	42
4.4. Execução das Intervenções de Manutenção	44
4.5. Encerramento de Nota PM e de Ordem PM	45
5. MODELAGEM DOS PROCESSOS	47
5.1. Modelo Geral de um Processo de Intervenção	47
5.2. Modelo de um Processo de Criação de Nota PM	48
5.3. Modelo de um Processo de Criação de Ordem PM	52

5.4. Modelo de um Processo de Nivelamento de Capacidades (Planejamento de Intervenção).....	54
5.5. Modelo de um Processo de Execução da Intervenção	56
5.6. Modelo de um Processo de Encerramento da Ordem PM e da Nota PM	60
6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	62
6.1. Conclusões	62
6.2. Recomendações	64
Referências	65

1. INTRODUÇÃO

O gerenciamento correto da manutenção possibilita maior produtividade garantindo a disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos industriais. Com a integração dos processos e a globalização da economia a busca pela qualidade total nos serviços passou a ser o objetivo das empresas.

A maior integração dos processos de negócios faz com que seja necessário o desenvolvimento de novas ferramentas de gestão quanto à organização e estratégia das organizações e conseqüentemente da manutenção. Dessa forma, a estrutura de planejamento, programação e controle da manutenção deve garantir uma atuação de forma planejada.

Neste trabalho serão apresentadas as etapas de identificação dos processos de intervenções de manutenção corretiva, assim como, o planejamento, a programação e o controle da manutenção, desenvolvendo uma modelagem de processos com fluxos bem definidos, utilizando sistemas informatizados capazes de dar o suporte necessário para a execução das atividades de manutenção e aperfeiçoar os processos de negócios continuamente.

1.1. Justificativa

A correta execução da manutenção industrial é imprescindível para que a produção consiga realizar suas metas e objetivos. Através de uma programação e um planejamento adequado de manutenção pode-se garantir a disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos e do processo produtivo.

Deseja-se que o processo de abertura de notas pela produção esteja adequado para que a criação de ordens de manutenção possibilite um planejamento de intervenção de manutenção confiável, portanto, é preciso que os processos de cada setor sejam identificados para que se possam desenvolver as atividades de manutenção.

Dessa forma, através da participação dos colaboradores ou equipes envolvidas. Com o conhecimento do processo de intervenção de manutenção, é possível adequar as necessidades das pessoas envolvidas na criação de notas não apenas para atender as necessidades dos clientes internos, mas para as alterações constantes dessas necessidades através de um modelo de execução de processos que seja alinhado com as gerências de manutenção e produção.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo geral elaborar um modelo para apoiar os processos de intervenção de manutenção corretiva numa refinaria de petróleo no Ceará.

1.2.2. Objetivo Específico

Este trabalho tem como objetivo específico a modelagem dos processos necessários para a habilitação de um ciclo de intervenção de manutenção corretiva em uma refinaria de petróleo no Ceará, utilizando a notação BPMN (Business Process Modeling Notation). Serão modelados os processos de criação de nota de manutenção, criação de ordem de manutenção, emissão e encerramento da permissão para trabalho e encerramento da ordem e da nota de manutenção.

1.3. Estrutura do Trabalho

A estruturação do trabalho encontra-se descrita em capítulos, conforme a seqüência abaixo:

- 1** – Abordagem introdutória envolvendo desdobramentos com a contextualização do tema, a justificativa do trabalho, os alinhamentos relativos ao objetivo geral e ao objetivo específico e à estrutura do trabalho.
- 2** – Fundamentação teórica e revisão bibliográfica contemplando os temas abordados na introdução e justificativas do trabalho.
- 3** – Apresentação da metodologia a ser utilizada, com base na teoria da metodologia científica, bem como das atividades executadas em cada etapa do processo.

- 4** – Levantamento das informações e dados necessários, além das descrições sucintas de cada etapa dos processos.
- 5** – Elaboração da modelagem de processos de negócio com ênfase na forma de representação do modelo BPMN.
- 6** – Conclusão, incluindo identificação de limitações do trabalho e recomendações.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

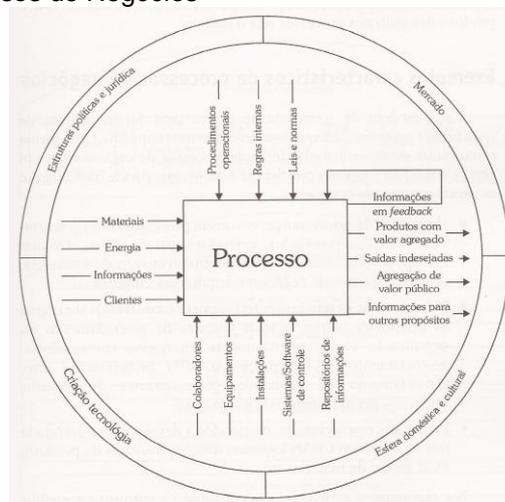
Este capítulo visa esclarecer os principais conceitos necessários ao desenvolvimento do trabalho. Cada seção estende os conceitos apresentados na introdução e qual sua função no contexto deste trabalho.

2.1. Processo de Negócio

Um processo de negócio é um grupo de atividades realizadas em sequência que através de entradas produz na saída, um bem o serviço que tem valor para um grupo específico de clientes (Hammer e Champy, 1994 apud Baldan 2007, p. 194). Dessa maneira, os processos de negócio no planejamento de intervenções na refinaria consistem em transformar as notas de manutenção criadas pela gerência de produção em serviços executados para a eliminação de defeitos o falhas nos equipamentos industriais através da criação de ordens de manutenção.

Segundo Baldan (2007, p. 20), “o propósito de qualquer processo de negócio é transformar os recursos que entram em recursos com valor adicionado, a serem disponibilizados para clientes internos ou externos” como mostra o modelo da figura abaixo.

Figura 1 – Modelo de Processos de Negócios



Fonte: Adaptado de Baldan (2007)

2.2. Gerenciamento de Processos de Negócios (BPM)

Nas empresas são realizados diversos processos de negócio e através do crescimento das atividades de TI, as organizações buscam inter-relacionar todos os processos para que se obtenha maior produtividade. Para isso é necessário gerenciar corretamente os processos de negócio para padronizar as atividades e alcançar os mesmos objetivos.

De acordo com Baldan (2007, p. 41), o Gerenciamento de Processo de Negócios (BPM) cria a habilidade para mudar o processo gerando as condições para monitorar toda a cadeia de valor e, em seguida possa ser continuamente melhorada e otimizada.

Para o gerenciamento adequado dos processos de intervenções na refinaria é preciso criar um modelo para que se possam identificar as etapas que precisam de tratamento e assim propor soluções para o cumprimento das tarefas.

2.3. Modelagem de Processos de Negócios Utilizando o BPMN

2.3.1. Introdução

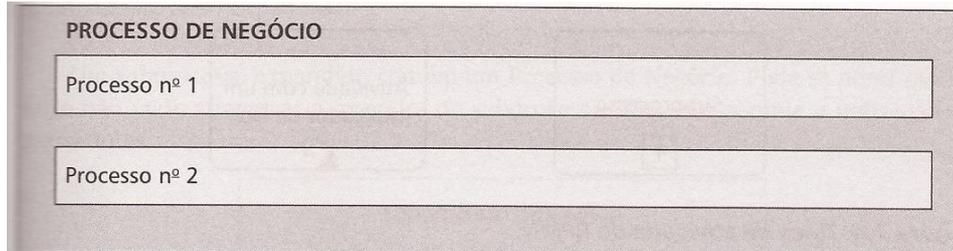
O BPMN (Business Process Modeling Notation) é um padrão para modelagem de processos. Criado inicialmente como uma evolução das experiências anteriores pelo BPMI (Business Process Management Initiative). Trata-se de uma técnica especialmente voltada para a definição e documentação de processos de negócio (Valle, 2012 p. 77,78).

O BPMN possui o Diagrama de Processo de Negócio (DPM), onde é criado o desenho dos mais diversos tipos de modelagem de processos e os elementos mais utilizados na modelagem de processos são: atividades, eventos, gateways (decisões) e seqüência de fluxos (sequence flows) ou conectores.

2.3.2. Processo e DPN

O Diagrama de Processos de Negócio (FIGURA 2) é o ambiente para mapear um processo de negócio que por sua vez pode ser construído por um ou mais processos (Valle, 2012 p. 81).

Figura 2 – Estrutura de um DPN

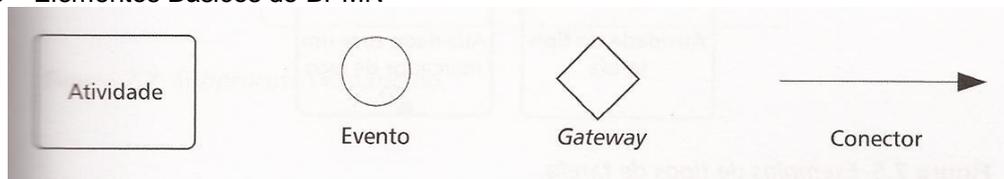


Fonte: Adaptado de Valle (2012)

2.3.3. Elementos do BPMN

Os mecanismos utilizados para o desenvolvimento dos modelos de processo de negócio são representados pelos elementos conforme a FIGURA 3.

Figura 3 – Elementos Básicos do BPMN

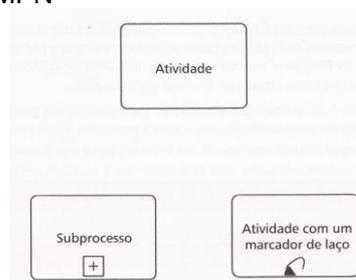


Fonte: Adaptado de Valle (2012)

2.3.3.1. Atividade

Uma atividade representa o trabalho que será executando em um processo de negócio (FIGURA 4). Os tipos de atividades são: Tarefa, Subprocesso (Colapsado ou Expandido) e Processo (Valle, 2012 p. 81-83).

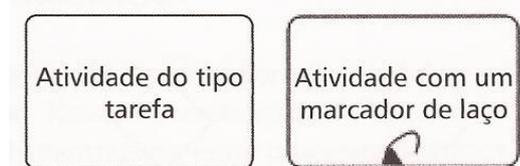
Figura 4 – Tipos de Atividade do BPMN



Fonte: Adaptado de Valle (2012)

- **Tarefa:** é utilizada quando um processo não pode ser representado com mais uma camada de detalhes (FIGURA 5). Existem três marcadores: Loop, Múltiplas Instâncias e Compensação.

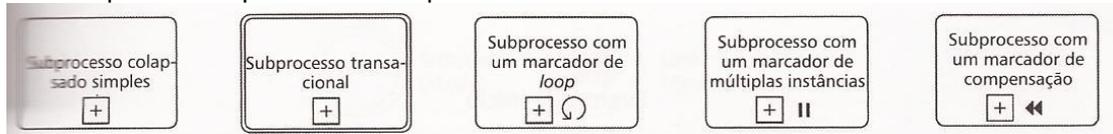
Figura 5 – Exemplos de Tipos de Tarefa



Fonte: Adaptado de Valle (2012)

- **Subprocesso Colapsado:** é uma atividade composta que é realizada dentro de um processo de negócio (FIGURA 6). Existem quatro marcadores: Loop, Múltiplas Instâncias, Transacional e Compensação.

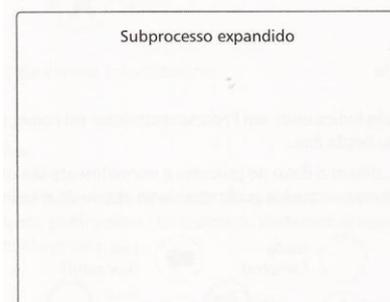
Figura 6 – Tipos de Subprocessos Colapsados



Fonte: Adaptado de Valle (2012)

- **Subprocesso Expandido:** um subprocesso expandido contém um processo de negócio que não ultrapassa suas fronteiras (Figura 7). Também permite a utilização de marcadores.

Figura 7 – Tipo de Subprocesso Expandido

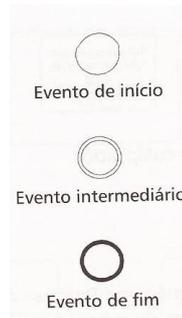


Fonte: Adaptado de Valle (2012)

2.3.3.2. Evento

Um evento (FIGURA 8) é algo que ocorre durante um processo de negócio e afetam o fluxo do processo. Há três tipos de eventos, baseados em como eles afetam o fluxo: os de início, os intermediários e os de fim (Valle, 2012 p. 83-86).

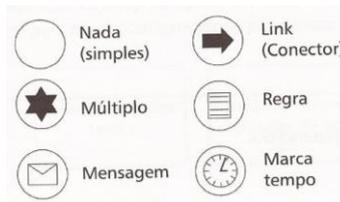
Figura 8 – Tipos de Evento



Fonte: Adaptado de Valle (2012)

- **Eventos de início:** indica onde um Processo particular vai começar (FIGURA 9). O elemento para início é um círculo com borda fina. Eventos de início afetam o fluxo do processo e normalmente são disparados por algo. Esses disparadores são representados graficamente no centro do elemento.

Figura 9 – Tipos de Evento de Início



Fonte: Adaptado de Valle (2012)

- **Eventos Intermediários:** ocorrem entre o evento de início e o de fim (Figura 10). O elemento para representá-los é um círculo com borda dupla. Eles também afetam o fluxo do processo, mas não o iniciam ou terminam. Seus disparadores são representados no centro do elemento.

Figura 10 – Tipos de Evento Intermediário



Fonte: Adaptado de Valle (2012)

- **Eventos de fim:** indica onde o processo irá acabar. Eventos de fim normalmente têm um resultado, indicado graficamente no centro do elemento (FIGURA 11). O elemento para esse evento é um círculo com borda grossa.

Figura 11 – Tipos de Evento de Fim

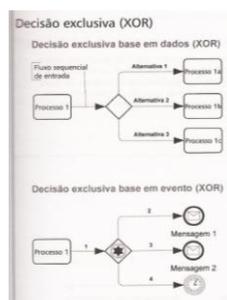


Fonte: Adaptado de Valle (2012)

2.3.3.3. Gateways

São utilizados para controlar como a seqüência do fluxo e interage dentro de um processo ao convergir e divergir. Os Gateways são representados por diamantes (FIGURA 12).

Figura 12 – Uso de Gateway

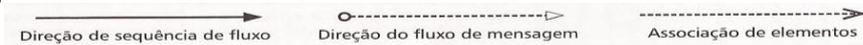


Fonte: Adaptado de Valle (2012)

2.3.3.4. Conectores

É a seqüência de fluxo que mostra a ordem em que as atividades serão executadas no processo (FIGURA 13).

Figura 13 – Tipos de Conectores

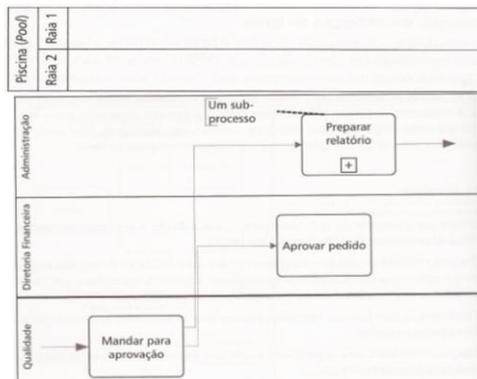


Fonte: Adaptado de Valle (2012)

2.3.3.5. Swimlanes

O BPMN usa o conceito de swimlanes para ajudar a dividir e organizar atividades. Há dois tipos de swimlanes (FIGURA 14): Pool (piscina) e Lane (raia). Pools são utilizados quando o diagrama envolve duas entidades de negócio ou participantes que estão separados fisicamente no diagrama. Os objetos do tipo lane são utilizados para separar as atividades associadas para uma função ou papel específico. Um pool representa uma organização e uma lane representa tipicamente um departamento dentro dessa organização (Valle, 2012 p. 89).

Figura 14 – Representação de Pool e Lane

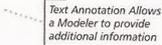


Fonte: Adaptado de Valle (2012)

2.3.3.6. Artefatos

Artefatos permitem que sejam mostradas as informações além da estrutura básica do fluxograma de processo (Figura 15).

Figura 15 – Artefatos padrão do BPMN

Objeto	Descrição	Figura
Objetos de dados	O objeto de dado é um mecanismo para mostrar como os dados são requeridos ou produzidos por atividades. São conectados às atividades com as associações.	
Grupo	Um grupo é representado por um retângulo e pode ser usado para finalidades de documentação ou de análise.	
Anotações	As anotações são mecanismos para fornecer informações adicionais para o leitor de um diagrama BPMN.	

Fonte: Adaptado de Valle (2012)

2.4. Ferramentas de TI

O R/3 é um software do tipo ERP (Enterprise Resource Planning - Sistema Integrado de Gestão Empresarial) que integra informações, automatiza processos, interliga as áreas de negócio e otimiza o processo decisório (adaptado de MAN228 Petrobras, 2004).

É um software baseado na arquitetura cliente/servidor e desenvolvido na linguagem de programação ABAP/4. Sua principal característica é a base única de dados onde todas as informações são armazenadas e disponibilizadas para os usuários em tempo real.

Toda solução SAP R/3 tem um site de contingência diferente do ambiente de produção. Na prática isto significa que em caso de um desastre no site de produção, os equipamentos do site de não produção serão configurados para permitir a continuidade operacional do sistema R/3 de forma automática, ou seja, haverá um sincronismo entre os sites.

O R/3 aplica-se a todas as transações comerciais, porém, nosso foco é no módulo PM (Plant Maintenance), ou seja, Manutenção (FIGURA 16). O Módulo PM apóia o planejamento da manutenção, o processamento de criação de notas e

ordens de manutenção e a execução das tarefas de manutenção (adaptado de MAN228 Petrobras, 2004).

Figura 16 – Software R/3 da SAP



Fonte: <http://www.econserve.de/sap/sapr3.htm>

2.4.1. Introdução ao Módulo PM

O PM é um módulo disponível no SAP, onde são planejados, executados e controlados, todos os serviços efetuados durante uma intervenção de manutenção (adaptado de MAN228 Petrobras, 2004).

Os registros de materiais, equipamentos, locais, instrumentos e etc., que permanecem no banco de dados do Módulo PM são chamados de Dados Mestres de manutenção e representa a parte permanente no sistema R/3 que forma a estrutura de cadastro responsável por subsidiar os processos de manutenção, são constituídos por:

- **Objetos Técnicos:** são estruturas que tem por objetivo armazenar todas as informações das unidades do Sistema Técnico: Locais de Instalação e Equipamentos. Estas unidades são organizadas de maneira formal, onde se encontram cadastrados dados que seguem uma estrutura lógica e hierárquica.

- **Locais de Instalação:** o local de instalação é uma unidade organizacional, que estrutura os objetos de manutenção de uma empresa de acordo com critérios funcionais, relacionados ao processo ou espaciais. Representa o lugar em que a intervenção de manutenção é realizada.
- **Equipamentos:** objeto individual do sistema cuja manutenção é executada individualmente.
- **Listas Técnicas:** lista completa e estruturada de maneira formal, que contém os componentes de um objeto técnico. Ex: Listas Técnicas para Locais de Instalação, Listas Técnicas de Equipamentos e Listas técnicas de Materiais.
- **Centro de Trabalho:** são cadastros que especificam onde uma operação deve ser executada, e, quem irá realizá-la. Cada centro de trabalho tem capacidades específicas disponíveis. Tipos de Centro de Trabalho: Máquinas, Pessoas, Grupos de Manutenção.
- **Pontos de Medição:** Local físico em um equipamento onde ocorrem as medições para a manutenção.
- **Contadores:** é utilizado para representar um desgaste, consumo ou redução da vida útil de um objeto técnico. No R/3, os contadores são administrados como uma forma especial de pontos de medição.
- **Lista de Tarefas:** as listas de tarefas ou roteiros descrevem uma seqüência de operações de manutenção individuais, que irão se realizar repetidamente dentro de uma empresa.

2.4.2. Nota de Manutenção e Ordem de Manutenção no Módulo PM

Manutenção corretiva é toda manutenção não previsível, para corrigir falhas ou defeitos, que deve ser atendida rapidamente pelo departamento. A anormalidade pode ser identificada por uma reclamação, notificação das equipes de campo, dos órgãos de engenharia ou inspeção ocorrida na manutenção preventiva (adaptado de MAN228 Petrobras, 2004).

2.4.2.1. Nota de Manutenção (Nota PM)

No módulo PM utiliza-se a Nota de Manutenção - Nota PM (FIGURA 17) - sempre que detectada a necessidade de uma intervenção. As notas são o início de um fluxo de informações e ações sob a responsabilidade da gerência de manutenção, deflagradas por uma necessidade de serviço para um cliente (adaptado de MAN228 Petrobras, 2004).

Figura 17 – Estrutura de uma Nota PM - Nota de Manutenção



Fonte: Adaptado de MAN225 Petrobras (2004)

A nota reporta todo o histórico técnico do reparo da falha ocorrida. Ela não só registra a necessidade de uma ação corretiva, como relata as causas que a originaram, as ações e medidas tomadas e os dados relativos à disponibilidade do

sistema antes e depois da intervenção. Dentre os vários tipos de notas, pode-se destacar a seguinte:

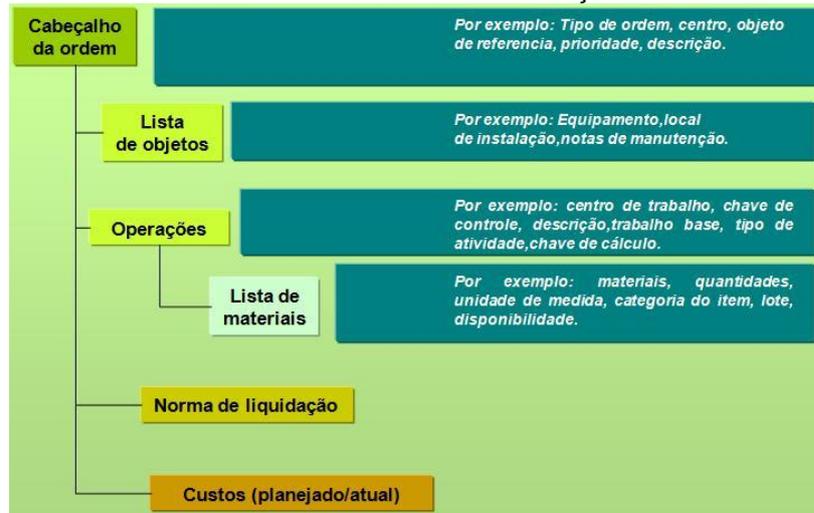
- **Nota ZF (Nota de Falha ou Defeito):** é utilizada para solicitações de manutenção em Equipamentos ou Locais de Instalação, com registro detalhado de informações sobre a falha ou defeito que gerou a necessidade de manutenção.
 - **Defeito:** são alterações das características de um item em relação aos seus requisitos, inclusive quanto à segurança e meio ambiente, que não causa a perda imediata da sua função principal, porém se não resolvido, poderá vir a tornar-se uma falha.
 - **Falha:** é a perda da capacidade de um item de executar a função requerida.

2.4.2.2. Ordem de Manutenção (Ordem PM)

A Ordem de Manutenção - Ordem PM - registra e contabiliza todos os elementos de custos envolvidos em um reparo, como: materiais utilizados, mão-de-obra interna e externa, rateios de transporte, rateios administrativos, ou seja, focaliza a intervenção sob o aspecto financeiro (adaptado de MAN228 Petrobras, 2004).

A ordem é o documento utilizado para planejar e monitorar as ações da Manutenção e Inspeção com vistas a atender às solicitações de serviços feitas por Clientes ou cumprir rotinas de manutenção e inspeção preventiva ou preditiva de Planos de Manutenção e Inspeção (FIGURA 18). É na ordem, que são coletados todos os custos de uma manutenção/inspeção realizada em objetos técnicos.

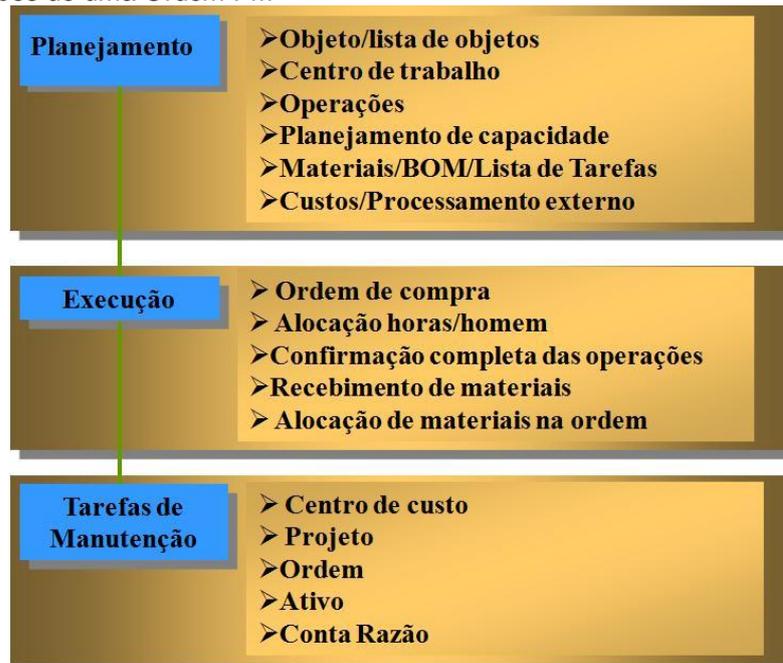
Figura 18 – Elementos de uma Ordem PM – Ordem de Manutenção



Fonte: Adaptado de MAN228 Petrobras (2004)

A ordem apresenta, ainda, as seguintes finalidades (FIGURA 19):

Figura 19 - Funções de uma Ordem PM



Fonte: Adaptado de MAN228 Petrobras (2004)

1. Planejar recursos humanos, materiais, equipamentos de apoio e contratação de serviços necessários a execução dos serviços.
2. Obter estimativa de custos dos serviços.
3. Reservar material necessário a execução dos serviços (estoque).
4. Requisitar material necessário a execução dos serviços (compra).

5. Registrar medições dos serviços contratados, por meio da Folha de Registro de Serviços.
6. Coletar custos do serviço temporariamente, até sua liquidação.

Cada tipo de ordem possui um conjunto de atividades que caracterizam sua utilização, dentre os vários tipos de ordem, pode-se destacar a seguinte:

- **ZM01 – Ordem de Manutenção:** é a ordem de planejamento de serviços de manutenção em objetos técnicos.

O planejamento da ordem consiste em se entrar com todos os serviços próprios ou contratados a serem realizados, bem como com os materiais necessários para sua realização (adaptado de MAN228 Petrobras, 2004).

3. METODOLOGIA DO TRABALHO

Segundo Lakatus (2003, p. 155) a pesquisa é uma técnica formal que necessita de um tratamento científico pelo qual é possível se obter resultados e dados do objeto de estudo. A técnica é um conjunto de preceitos de que se serve uma ciência.

Toda pesquisa resulta em uma coleta de dados de variadas fontes e formas. Para Lakatus (2003, p. 174) o levantamento de dados é feito de duas maneiras: pesquisa documental e pesquisa bibliográfica.

Para Tozoni-Reis (2009, p. 30), a pesquisa documental tem como característica a fonte de dado ser um documento que exige uma análise para a coleta dos dados. Esse documento pode ser uma norma, manual ou recomendação sobre o fenômeno investigado.

De acordo com Silva (2005, p. 20) do ponto de vista da forma de abordagem do problema a pesquisa pode ser considerada qualitativa quando considera uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas e o ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados.

Do ponto de vista de seus objetivos a pesquisa pode ser descritiva quando descreve as características de um fenômeno ou estabelecendo relações entre variáveis (GIL, 1991 apud Silva, 2005 p. 21).

Neste sentido, pode-se afirmar que a metodologia utilizada neste trabalho é qualitativa e descritiva, tendo em vista, que foram realizadas observação e descrição das atividades relacionadas às intervenções de manutenção da empresa. Foram realizados procedimentos metodológicos de pesquisa com o Coordenador e Planejadores do Grupo de Planejamento de Intervenções (GPI), Técnicos de Operação e outros colaboradores.

Além das entrevistas, realizaram-se procedimentos de pesquisa em documentos, normas técnicas e padrões de execução, onde foi possível alcançar um detalhamento técnico das atividades. Para isso seguiu-se as seguintes etapas:

3.1. Identificação das etapas do processo de planejamento de intervenções de manutenção na refinaria de petróleo

Para a identificação das etapas do processo, foram realizadas entrevistas com o coordenador do GPI e com os planejadores de manutenção de cada setor, onde foi adquirida uma visão global do processo, que permitiu a divisão deste em cinco subprocessos, listados e detalhados no capítulo quatro deste trabalho

3.2. Levantamento das informações e dos dados necessários para cada etapa do processo

No levantamento das informações e dos dados necessário para a descrição da etapa de criação de Nota (item 4.1, Capítulo 4) foi realizada uma entrevista com o Técnico de Operação e o Planejador de Manutenção da gerência de Produção que normalmente participam ativamente do processo.

Para obter informações sobre as etapas de criação de Ordem (item 4.2, Capítulo 4) foi realizada uma entrevista com os Planejadores de Manutenção da gerência de Manutenção Industrial que são responsáveis por transformar em ordens as notas criadas.

Foi realizada uma entrevista com o Coordenador do GPI a fim de adquirir informações sobre a etapa de nivelamento de capacidades ou planejamento de intervenções (item 4.3, Capítulo 4) que forneceu documentos e observações importantes a respeito do processo.

Na coleta de informações sobre a execução das intervenções planejadas (item 4.4, Capítulo 4) foi entrevistado o Técnico de Operação que libera, no campo, as Permissões para Trabalho referentes ao planejamento de intervenções.

Na entrevista com os Planejadores de Manutenção, foram obtidas informações sobre a etapa de Encerramento de Nota PM e de Ordem PM (item 4.5, Capítulo 4), além de informações cedidas pelo Coordenador do GPI.

3.3. Mapeamento dos processos

Para mapear os processos foram envolvidos diversos colaboradores, contribuíram de uma forma natural e colaborativa, identificando cada etapa do mapeamento.

Os processos foram definitivamente mapeados com a utilização do software ARIS Express de utilização gratuita e que permitiu uma exposição do BPMN em uma modelagem clara e eficiente. O mapeamento obtido é ilustrado através dos modelos propostos no capítulo 5 deste trabalho, onde é feita uma descrição detalhada, além de uma abordagem aos documentos exigidos para a realização de intervenções de manutenção.

4. LEVANTAMENTO DAS ETAPAS DO PROCESSO

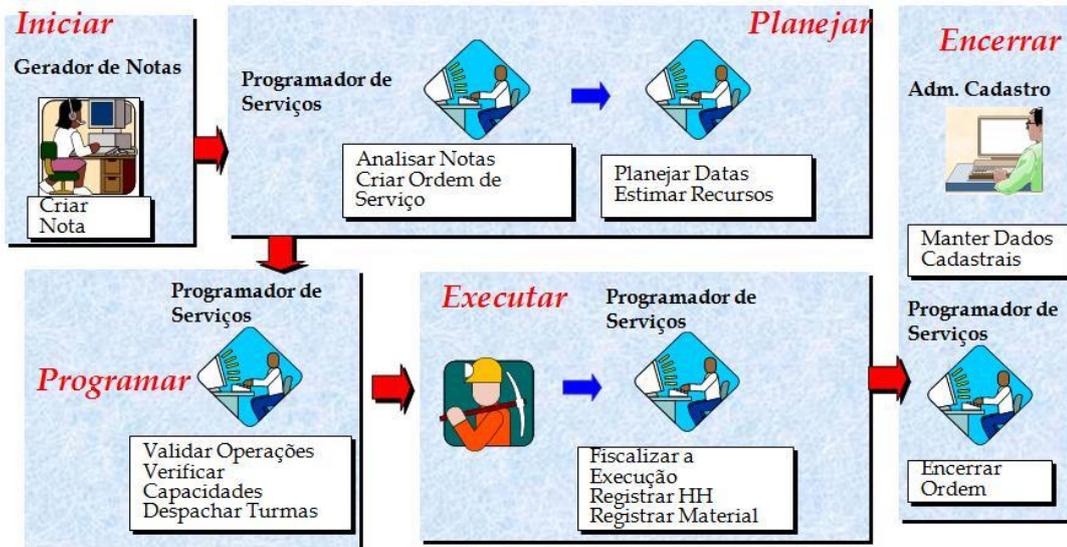
No estudo de caso aqui tratado, foram utilizados os recursos e as informações disponibilizadas pelo Grupo de Planejamento Intervenções (GPI) de uma empresa nacional de grande porte do setor de petróleo. A empresa atua, em praticamente todo o território nacional e no mercado internacional no setor de petróleo e energia.

O Grupo de Planejamento Intervenções é um grupo formal subordinado à gerência de Manutenção Industrial, responsável pela gestão de nota e ordem, planejamento, acompanhamento da execução de intervenções e encerramento da nota e da ordem. É composto por técnicos e engenheiros das diversas gerências da empresa, sendo as principais as gerências de Produção, Manutenção Industrial, SMS, Suporte Operacional e Engenharia.

Cada setor dessas gerências possui um planejador de manutenção atuando na gestão seja de notas ou ordens dentro do GPI. Fica sob a responsabilidade da gerência de Produção a criação, a triagem, a aprovação e o encerramento de nota, as demais gerências são responsáveis pela criação, pela triagem, pela aprovação e pelo encerramento de ordem da empresa.

Através da metodologia descritiva e com a realização de entrevistas qualitativas, foi possível levantar as informações necessárias para a elaboração de um DPN para o processo de intervenção de manutenção (FIGURA 20).

Figura 20 – DPN de um Fluxo de Intervenção de Manutenção



Fonte: Adaptado de MAN225 Petrobras (2004)

4.1. Criação de Nota PM

A primeira etapa do processo de intervenção de manutenção na refinaria começa com a criação de uma Nota PM. Sempre quando identificada, durante as vistorias de rotina dos técnicos de operação em suas respectivas áreas, qualquer anormalidade em um equipamento, área industrial, instalações industriais ou prediais deve-se criar uma nota para que seja incluída esta demanda na gestão de manutenção do GPI.

Quando identificado uma anormalidade na área operacional é informado ao técnico de operação com acesso ao sistema R/3 para que seja criada a nota. O processo de criação de notas pode ser dividido em quatro subprocessos: abertura da nota, elaboração de documentos, triagem e aprovação pela gerência.

A abertura da nota (FIGURA 21) consiste em acessar ao R/3 e preencher os requisitos mínimos referentes à ocorrência observada no campo. Na abertura da nota é preciso informar o tipo de nota que neste trabalho é do tipo ZF e preencher os dados mestres com o Local de Instalação e o Equipamento. Na abertura da nota deve-se indicar, também, qual o tipo de intervenção e o impacto da falha, pois o R/3

calcula a prioridade da intervenção, e em seguida, salvar a nota. O R/3 informa ao usuário o número da nota que no sistema permanece com o status “Aberta”.

Figura 21 - Exemplo de Nota PM

The screenshot displays the SAP PM 'Criar nota PM: Solicitação PM' form. The data is as follows:

Objeto de referência			
Local instal	26-3201-105	BOMBA DE CAVACOS NO. 1	
Equipamento	99995	BOMBA SULZER MOD.XPTZ432	
Conjunto			

Responsabilidades			
Grp.plnj.PM	MLF / 7000	Mec. - Linha Fibra	
Centrab respon.	MEC_FIB / 7000	Mecânica - Linha de Fibras	
Autor da nota	ASAPORIT1	Data da nota	02.01.2005 21:23:25

Datas-base			
Início desejado	03.01.2005	21:26:15	Prioridade Média
Conclus desejad	09.01.2005	21:26:15	<input type="checkbox"/> Parada

Efeito sobre a instalação	
Conseqüência	2 Limitação da produção

Fonte: Veracel

Após a abertura da nota o técnico de operação precisa preparar a documentação que será anexada à nota. Essa documentação consiste na elaboração de uma análise de riscos – AR (que pode ser de nível 1 ou de nível 2), preparação de Matriz de Isolamento de energias do equipamento, identificar se existe a necessidade de Gestão de Mudanças e Autorização de Desvio Temporário e a elaboração de procedimento operacional de liberação e retorno do equipamento. Com a documentação devidamente anexada na nota, é solicitado ao planejador da área de produção no GPI para a mesma possa ser triada.

O processo de triagem consiste em verificar a conformidade da nota e corrigir possíveis erros durante as fases de abertura e inclusão de documentos. Durante a triagem o planejador da área de produção deve elaborar a Análise de Riscos nível 1, se durante o preenchimento da AR nível 1 apresentar alguma resposta “SIM” será necessário a formação um grupo multidisciplinar para estabelecer medidas mitigadoras para os risco identificados na AR. Para a elaboração da Gestão de Mudanças e Autorização de Desvio Temporário, também é necessária a formação de um grupo multidisciplinar. Após a conclusão da documentação necessária a nota pode ser triada e enviada para a fase de aprovação pela gerência.

Na fase de aprovação, o gerente da produção, analisa a Nota triada pelo planejador de manutenção da área de produção no GPI, se os processos foram executados em conformidade o gerente da produção assina eletronicamente a aprovação da nota e seu status passa para “Liberada”.

4.2. Criação de Ordem PM

A Ordem PM é o documento utilizado para planejar e monitorar as ações de manutenção e inspeção com vistas a atender às solicitações de serviços feitas por clientes ou cumprir rotinas de manutenção e inspeção preventiva ou preditiva de Planos de Manutenção e Inspeção. É na ordem que são inseridas todas as tarefas que serão executadas, os recursos necessários (material, pessoal, financeiro, procedimentos de execução e etc.) e todos os custos de uma Manutenção/Inspeção realizada em Objetos Técnicos (adaptado de MAN228 Petrobras, 2004).

No GPI, os planejadores executam rotinas no sistema R/3 para identificar as notas liberadas para serem transformadas em ordens, entretanto, uma ordem pode ser criada, também, através de planos de manutenção.

Um plano de manutenção é um conjunto de informações que permite planejar e programar intervenções com frequências pré-definidas e tarefas padronizadas, para assegurar a continuidade e segurança operacional de instalações e preservação de equipamentos e materiais (adaptado de MAN228 Petrobras, 2004).

A criação, no R/3, de uma ordem a partir de uma nota é iniciada com o preenchimento dos campos que não foram herdados da nota e o tipo de atividade que caracteriza a aplicação de cada tipo de ordem, possibilitando um filtro de pesquisa das ordens segundo seu emprego. Cada tipo de ordem possui um conjunto de atividades que caracterizam sua utilização (adaptado de MAN228 Petrobras, 2004). Esses campos são utilizados na etapa seguinte que é o nivelamento de capacidades ou planejamento semanal das intervenções.

Na abertura, o tipo de uma ordem, é definido de acordo com a necessidade do cliente e do tipo de nota, utilizou-se neste trabalho apenas o tipo ZM01. A abertura da ordem (FIGURA 22) é feita pelos planejadores de manutenção de cada atividade (Caldeiraria, Mecânica, Instrumentação, Elétrica e Suporte Operacional). A função de cada planejador é alocar de forma correta os recursos disponíveis e todas as operações que serão realizadas durante a execução das tarefas contidas na lista de tarefas de cada ordem.

Figura 22 - Exemplo de Ordem PM

Ordem VM01 800000000001 Trocar mangueiras de WFS

Stat.sist. ABER DMNV DNAT

DdsCabeg. Operações Componentes Custos Parceiro Objetos Dados adic.

Responsáveis

Gr.planej.	MLF / 7000	Mec. - Linha Fibra
CentrabRes	MEC_FIB / 7000	Mecânica - Linha ...
Pessoa res...		

Nota

Custos BRL

TipoAtvMnt 108 Instalações de ...

Condinst

Endereço

Datas

InícioBase	02.01.2005 22:25	Prioridade	Alta
Fim-base	05.01.2005 22:25	Revisão	2005-02

Objeto de referência

Locinstal.	26-3201-105	BOMBA DE CAVACOS NO. 1
Equipam.	99995	BOMBA SULZER MOD.XPTZ432
Conjunto		

1ª operação

Operação	Trocar mangueiras de WFS		ChCál	Calcular trabalho
CtrTr/Ctro	MEC_FIB / 7000	ChwContr	PM01	Tp.ativ.
Trb.empr.	UT	Número		Dur.Oper.
Nº pessoal				

Fonte: Veracel

A ordem deve conter todos os serviços próprios ou contratados a serem realizados, bem como os materiais necessários para sua realização (adaptado de MAN228 Petrobras, 2004). Alguns campos devem ser preenchidos para que o planejamento possa ser realizado com êxito. Os principais campos são:

- **Centro de Trabalho:** que identifica a especialidade de manutenção/inspeção que irá executar a operação.
- **Chave de Controle:** identifica a operação econômica a ser executada. Utilizou-se o tipo ZM01.

- **Texto Breve da Operação:** define serviço a ser executado pelo centro de trabalho.
- **Nº de Capacidade:** define quantos profissionais do centro de trabalho irão executar a operação.

A Lista de Tarefas (FIGURA 23) será utilizada na ordem, para incluir operações com as respectivas tarefas para execução dos serviços necessários na ordem.

Figura 23 - Lista de Tarefas de uma Ordem PM

Oper	CenTrab	Ce...	Ch...	Txt.breve operação	TD	Co...	Nú...	Dura...	Un	Trab.	Un	TpAbiv	1ª data início	1ª f...
0010	ELE_CAM	7000	PM01	Efetuar bloqueio elétrico do motor			1	0,5 UT		0,5 UT		HNELE	03.01.2005	00
0020	MEC_FIB	7000	PM01	Trocar mangueiras de WFS			1	1,0 UT		1,0 UT		HNMEC	02.01.2005	00
0030	MEC_FIB	7000	PM01	Efetuar limpeza externa da bomba			2	2,0 UT		4,0 UT		HNMEC	02.01.2005	00
0040	MEC_FIB	7000	PM01	Ajustar Gaxetas			1	0,5 UT		0,5 UT		HNMEC	03.01.2005	00
0050	ELE_CAM	7000	PM01	Efetuar desbloqueio elétrico do motor			1	0,5 UT		0,5 UT		HNELE	03.01.2005	00
0060	MEC_FIB	7000	PM01											

Fonte: Veracel

Quando a tarefa selecionada tiver material associado, esse material também será transferido para a ordem, assim como a categoria e a reserva. Quando uma tarefa for executada por mais de um centro de trabalho, o planejador da atividade deverá associar uma operação para cada centro de trabalho e estas devem começar juntas.

O tipo de material que a manutenção utilizará na ordem será do tipo material consumo/manutenção que são os materiais de uso rotineiro para uso e consumo da manutenção, como por exemplo, tubos, válvulas, rolamentos, gaxetas, óleo lubrificante para consumo, etc.

O R/3 verifica a disponibilidade de material no estoque e informa a data em que o estoque poderá atender a solicitação. Assim, a data de início dos serviços deverá ser marcada somente depois de informada a verificação da disponibilidade do material.

Os custos também são apropriados na Ordem, os custos são de três tipos:

- **Custos Estimados:** serve apenas de informação, não é significativa para a ordem.
- **Custos Planejados:** são todos os custos de mão-de-obra própria ou terceirizada e materiais que planejamos na ordem.
- **Custos Reais:** são todos os custos que efetivamente são atribuídos na Ordem PM, essa atribuição é realizada através da:
 - Confirmação da mão-de-obra própria ou contratada que possuem centro de trabalho,
 - Medição do serviço de terceiros na ordem,
 - Movimento de mercadoria na ordem.

Os custos de manutenção (custos de material, serviços, pessoal próprio ou contratado) serão coletados pela ordem e, posteriormente, apropriados para o receptor final.

Após a realização de todas as etapas anteriores os planejadores de manutenção devem liberar a ordem, durante a liberação o sistema verifica/calcula:

- Calcula os custos planejados da ordem;
- Verifica a disponibilidade de material planejado;
- Verifica a existência de autorizações;

As autorizações são usadas para assegurar que uma aprovação seja obtida antes que as ordens sejam executadas. O ato de conceder uma autorização para

execução dos serviços de manutenção deve ser realizado pelas gerências de Produção e de Manutenção. Desse modo, as ordens que apresentarem corretamente os materiais, recursos, custos, prazo, procedimento de execução e estiverem aprovadas pelas gerências serão inseridas na planilha semanal de intervenções que será discutida na próxima etapa que é o nivelamento de capacidades ou planejamento semanal de intervenções (adaptado de MAN228 Petrobras, 2004).

4.3. Nivelamento de Capacidades (Planejamento Semanal Intervenções)

A etapa de planejamento de intervenções ocorre, no R/3 através do planejamento de capacidades e divide-se em duas fases: análise de capacidades e ajuste de capacidades. Os geradores de demanda para o planejamento de capacidade são: as tarefas da ordem, os centros de trabalho da ordem e a quantidade mão-de-obra das tarefas da ordem. Os requisitos cadastrados no centro de trabalho são: tipo de capacidade (máquina ou pessoal), denominação da capacidade, duração do expediente e intervalo e o número de capacidade individual (adaptado de MAN228 Petrobras, 2004).

A fase de análise de capacidade é utilizada para se estabelecer uma comparação entre as necessidades de cada período e a capacidade disponível para atendê-las. Mostra as necessidades de capacidade considerando: a capacidade dos centros de trabalho, os atrasos (serviços que deveriam ter sido iniciados, mas não o foram por alguma razão) e a sobrecarga (mais serviços atribuídos a um centro de trabalho que sua capacidade de executá-los num determinado momento). A análise de capacidade conhece a distribuição de serviço a executar, atrasos e sobrecarga (adaptado de MAN228 Petrobras, 2004).

O ajuste de capacidade é utilizado para distribuir as tarefas das ordens previstas para um determinado centro de trabalho ao longo do tempo de acordo com uma estratégia pré-definida. Conhecida como programação de serviços ou nivelamento de capacidade, cujo objetivo é alocar os recursos disponíveis de mão-de-obra e máquinas às necessidades expressas nas tarefas da ordem de maneira otimizada (adaptado de MAN228 Petrobras, 2004). Desta forma evita-se, em função da data de execução solicitada na ordem, a ocorrência de sobrecarga para o centro de trabalho, ou seja, a quantidade de recursos disponível não é suficiente para atender todas as demandas nas datas desejadas.

O R3 permite fazer o bloqueio de ordens de manutenção, de modo que as mesmas não participem do nivelamento de capacidades. Durante o planejamento das tarefas na ordem é possível criar dependências entre tarefas de uma mesma ordem e dependências entre tarefas de ordens distintas. Esta dependência é respeitada no nivelamento de capacidades. É possível durante o planejamento das tarefas de uma ordem definir as datas para início e/ou término de cada uma das operações, ou seja, fixar datas.

O nivelamento de capacidade consta das seguintes etapas:

1. **Escolha de uma Estratégia de Nivelamento:** perfil que determina como o nivelamento deverá acontecer baseado em determinados parâmetros (prioridade, antiguidade, etc).
2. **Escolha das capacidades dos centros de trabalho:** é a escolha dos recursos disponíveis a serem nivelados. Cada capacidade define a quantidade de recursos presente no centro de trabalho.

3. **Acionamento do nivelamento:** apresentação gráfica dos cronogramas de execução com a utilização de recursos distribuída ao longo do tempo de forma a respeitar as capacidades determinadas.
4. **Visualização dos resultados:** a visualização poderá ser feita de forma gráfica ou tabular.
5. **Acesso a carteira de trabalho:** consiste em listar as tarefas e ordens niveladas com as datas já calculadas.

Após o resultado do nivelamento de capacidades, é realizada semanalmente, uma reunião com todos os planejadores para ajustes no planejamento das intervenções que é consolidado em uma planilha eletrônica com a Programação Semanal de Intervenções que fica disponibilizada eletronicamente onde todos podem acessá-la, porém, não podem alterá-la.

Com a programação semanal de intervenções já consolidada os planejadores repassam para os colaboradores encarregados pela execução das intervenções, para que seja solicitada na véspera do serviço, a pré-emissão da Permissão para Trabalho.

4.4. Execução das Intervenções de Manutenção

O processo de execução de intervenções começa com a solicitação na véspera da intervenção da pré-emissão da Permissão para Trabalho. Esse documento é um formulário onde é informada a descrição do serviço de acordo com a planilha de programação semanal de intervenções, os documentos necessários para a execução das tarefas (AR, matriz de isolamento de energias, listas de verificação, certificados de escavação, utilização de serviço de apoio, autorizações de desvios temporários, etc.), e os nomes dos requisitantes.

A Permissão para Trabalho (PT) é uma autorização, dada por escrito, para execução de trabalhos, conforme a norma específica que se aplica aos trabalhos de manutenção, montagem, desmontagem, construção, inspeção ou reparo de equipamentos ou sistemas a serem realizados nos órgãos da empresa ou Empreendimentos que envolvam riscos de acidentes com lesão pessoal, danos à saúde, danos materiais, agressão ao meio ambiente ou descontinuidade operacional (adaptado do Padrão de Permissão para Trabalho, Petrobras 2012).

As Permissões para Trabalho são emitidas pelos Técnicos de Operação associando as tarefas de manutenção necessárias para a realização da intervenção de acordo com a ordem solicitada na pré-emissão devidamente programada pelo Grupo de Planejamento de Intervenções na programação semanal de intervenções.

Após a conclusão da intervenção o técnico de operação avalia o resultado do serviço e se o mesmo foi concluído, em seguida, é realizada a baixa da PT como concluída e sem pendências encerrando permanentemente as tarefas daquela ordem, caso contrário, a baixa é realizada com não concluída e com pendências e assim as tarefas podem ser executadas novamente no dia seguinte caso a intervenção continue por mais um dia de trabalho.

4.5. Encerramento de Nota PM e de Ordem PM

O processo de encerramento das ordens e notas depende do encerramento da Permissão para Trabalho. Com a baixa da PT concluída sem pendências, a ordem também pode ser encerrada.

O encerramento de uma permissão de para trabalho é realizada pelo Técnico de Operação quando da baixa da PT, assim as tarefas associadas àquela ordem na PT serão encerradas no sistema SPTweb.

O encerramento da ordem é realizado pelos planejadores de manutenção que de acordo com a execução das tarefas no campo, confirmam na ordem todos os custos, os recursos, os materiais e o prazo realmente utilizados e, dessa forma, consolidam o custo total da intervenção. O encerramento de uma ordem se divide em três etapas:

- **Encerramento Técnico:** realizado após a coleta de todos os custos reais (mão-de-obra própria ou contratada, serviços de terceiros, movimentação de materiais, etc.) e do registro histórico da execução do serviço.
- **Liquidação:** é a transferência dos custos reais coletados (material, pessoal próprio ou contratado, serviços etc.) na ordem para um centro de custo receptor. Os custos da ordem são liquidados sempre no final de cada mês. A liquidação deverá ser feita quando da conclusão dos serviços executados.
- **Encerramento Comercial:** é a última ação a ser tomada na ordem, significa o fechamento total da ordem, impossibilitando a entrada de qualquer confirmação de mão-de-obra e custos para a ordem. A ordem só deverá ser encerrada comercialmente depois que todas as faturas de serviços contratados e materiais para ordem tenham sido processados no R/3 e a ordem encerrada tecnicamente e liquidada.

Após o encerramento da ordem, a nota que originou a ordem pode ser encerrada também. O encerramento de uma nota é realizado pelo planejador da área de produção confirmando no R/3 a qualidade dos serviços realizados e o atendimento ao prazo de realização dos serviços encerrados na ordem. Uma vez que a ordem e a nota foram encerradas, não é possível reutilizá-las novamente.

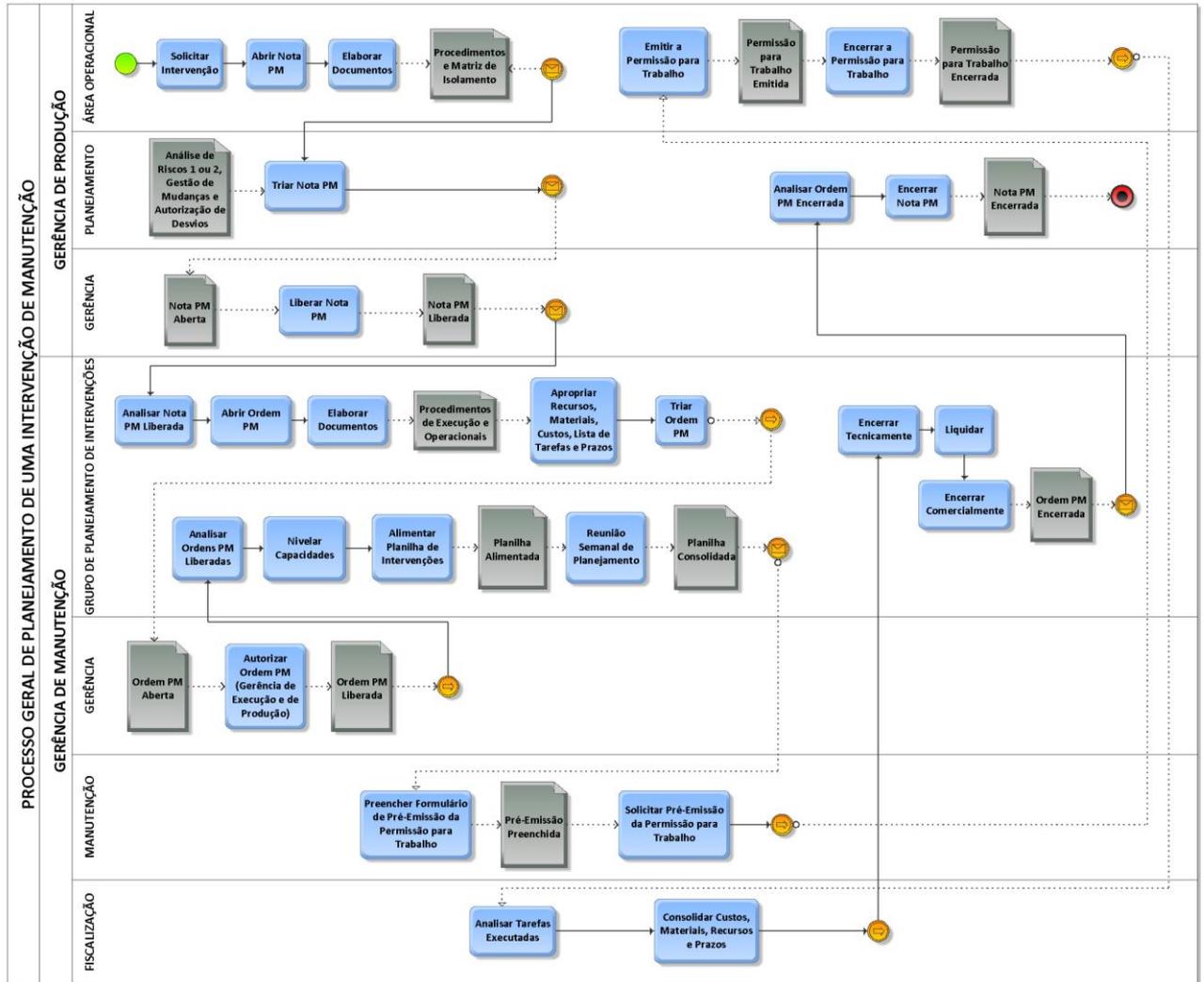
5. MODELAGEM DOS PROCESSOS

Neste capítulo foram mapeados todos os processos de, apenas, uma solicitação de intervenção de manutenção corretiva através da abertura de uma nota do tipo ZF que resulta em uma ordem do tipo ZM01. Os mapeamentos foram realizados utilizando o BPMN com uso da ferramenta ARIS Express.

5.1. Modelo Geral de um Processo de Intervenção

Este modelo mostra uma visão macro do processo, dividindo o processo global em cinco subprocessos: criação de nota desde sua abertura, elaboração de documentos, triagem no GPI e liberação pela gerência de Produção; criação de ordem, envolvendo todos os materiais, custos, procedimentos de execução e operacionais e prazos; nivelamento de capacidades (planejamento de Intervenções) que engloba a programação de serviços que serão executadas com base nas demandas solicitadas; execução das intervenções que consiste na elaboração e encerramento da permissão para trabalho e encerramento da ordem e nota avaliando a qualidade da execução dos serviços planejados (FIGURA 24).

Figura 24 – Processo de Intervenção de Manutenção

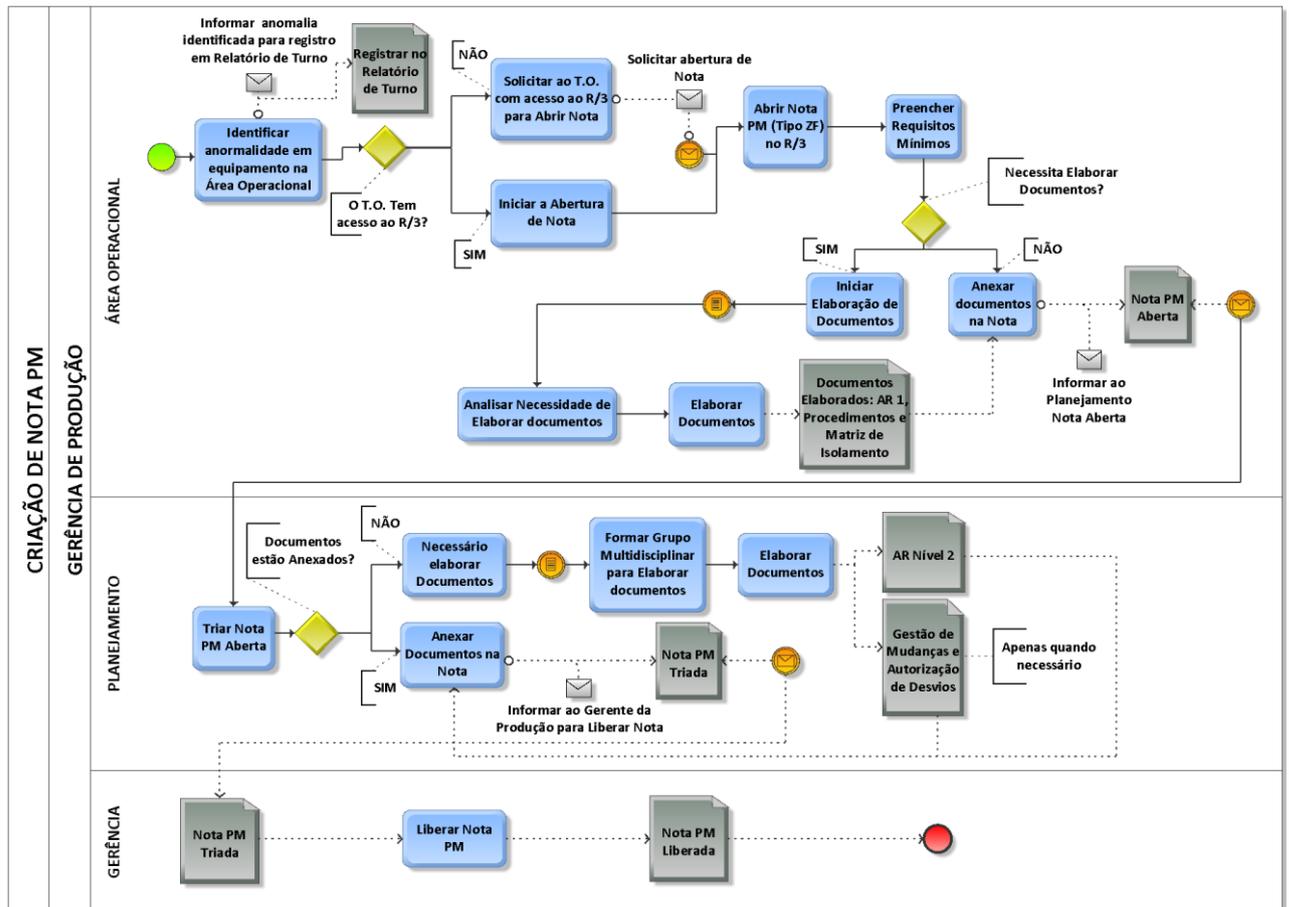


Fonte: Autor

5.2. Modelo de um Processo de Criação de Nota PM

A FIGURA 25 representa a modelagem do processo de criação de uma nota de acordo com informações e entrevistas com o GPI.

Figura 25 – Modelo do Processo de Criação de Nota PM



Fonte: Autor

O processo inicia com a identificação de uma anomalia na área operacional pelo técnico de operação da produção, nesse momento, é feita uma solicitação de intervenção informando ao técnico de operação da sala de controle a anomalia identificada para registro no relatório de turno. Caso o técnico de operação (TO) que identificou o defeito no equipamento possua acesso ao R/3 o processo de abertura de nota é iniciado, se não, deve-se informar a necessidade de abertura de nota para o técnico de operação com acesso ao R/3 no grupo de turno.

Após a abertura da nota com o preenchimento dos requisitos mínimos, o técnico de operação deve anexar os documentos necessários para a execução do serviço, são eles: análise de riscos, procedimento de liberação e retorno, matriz de isolamento, gestão de mudanças e autorização para desvio temporário. Quando um

documento necessário para a execução do serviço não existir no sistema de documentação da empresa o mesmo deve ser elaborado. O procedimento de liberação e retorno do equipamento, a matriz de isolamento e a análise de riscos nível 1 podem ser elaborados pelos técnicos de operação na abertura da nota.

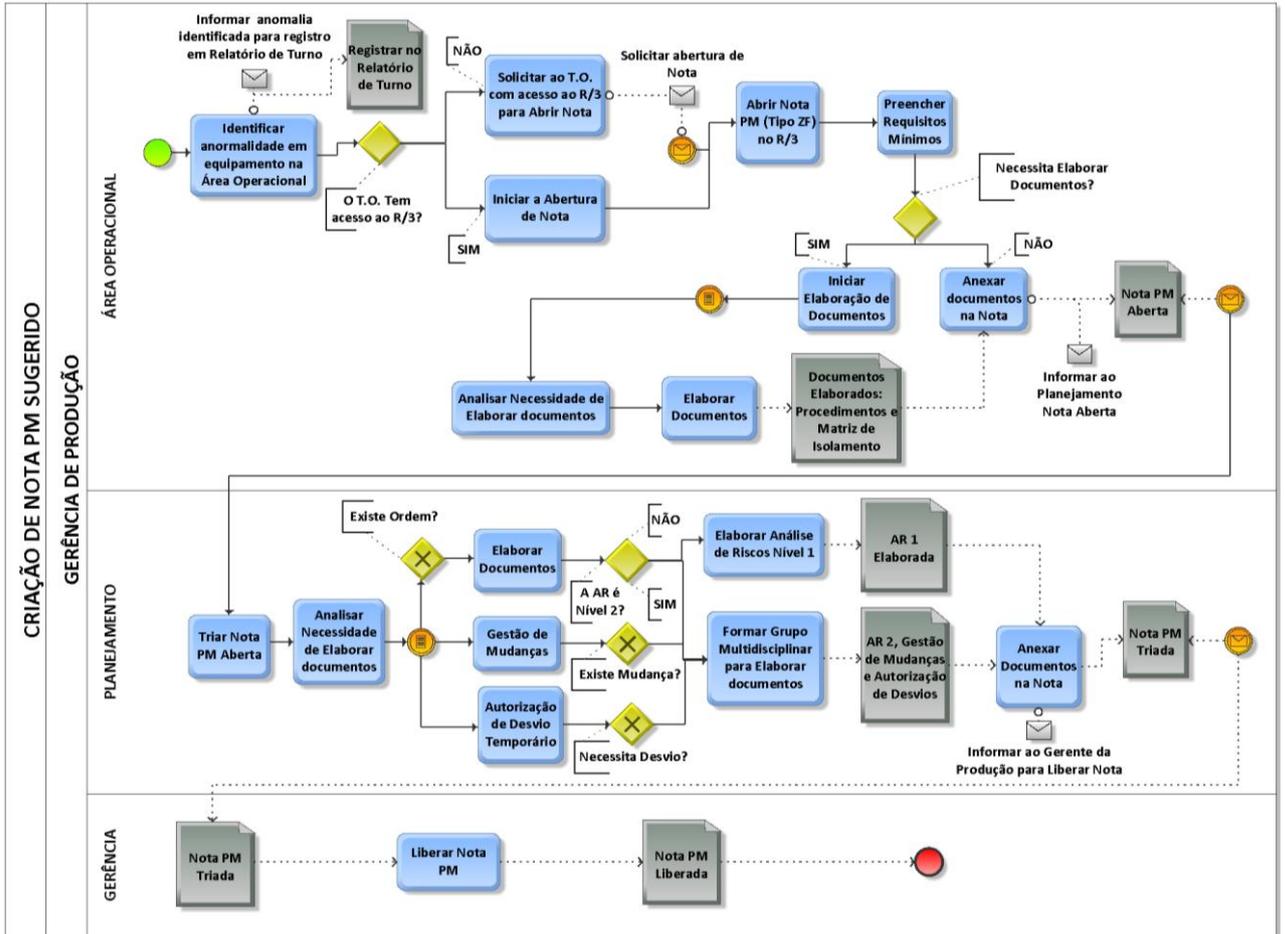
Quando a intervenção necessitar ou ocasionar uma mudança (de material, de posicionamento, de alteração de parâmetros de controle, e etc.) será necessário uma gestão de mudanças, o mesmo ocorre quando é necessário desabilitar um equipamento/instrumento de segurança para a execução do serviço, deve-se elaborar um documento chamado autorização para desvio temporário de sistemas de segurança, e também quando do preenchimento da análise de riscos nível 1 encontramos pelo menos uma resposta “SIM”, deve-se elaborar uma análise de riscos nível 2. Para a elaboração dos documentos acima se faz necessário a formação de um grupo multidisciplinar envolvendo o GPI (planejador da área de produção, técnico de segurança do trabalho e planejador da área de manutenção afetada, sejam caldeiraria, mecânica, instrumentação, elétrica ou suporte operacional) que têm a função de analisar a intervenção identificando todos os riscos envolvidos criando medidas mitigadoras para minimizar o impacto nas atividades envolvidas na execução do serviço.

Depois de anexados todos os documentos, a nota é enviada para o GPI, para ser triada, nesse processo o planejador da área de produção verifica a conformidade da nota e seus anexos, caso a abertura da nota e a documentação não estejam em conformidade cabe ao planejador providenciar as devidas correções. Uma vez que a nota foi devidamente triada a mesma é enviada para o gerente de produção para que seja liberada para a manutenção.

O modelo acima (FIGURA 25) foi baseado nas entrevistas com o planejador da área de produção e o coordenador do GPI, que através de um procedimento que define as atividades do GPI, mostrou o fluxograma que orienta a elaboração de notas. Após uma releitura do procedimento entendeu-se que durante a criação de uma nota apenas os procedimentos de liberação e retorno de equipamentos e as matrizes de isolamento de energias são necessariamente anexadas pelos técnicos de operação. Outros documentos necessários são indicados durante a criação da nota e elaborados pelo GPI.

Dessa forma, sugeriu-se ao coordenador do GPI que as análises de riscos sejam elaboradas depois que as ordens forem criadas para serem anexadas nas ordens, assim, ao elaborar a análise de riscos no SPTWeb pode-se associar a ordem na análise de riscos, então, todas as tarefas existentes na ordem serão automaticamente associadas à análise de riscos, minimizando erros de associação de documentos durante a elaboração da Permissão para Trabalho, já que ao associar a ordem na PT a AR migra, diretamente, para a PT. Desse modo, o modelo de criação de notas sugerido (FIGURA 26) foi aceito pelo coordenador do GPI e já se encontra em prática. O processo sugerido foi validado por uma atualização do SPTWeb que na nova versão só possibilita a elaboração de um Permissão para Trabalho somente se a PT e a AR tiverem a mesma Ordem PM.

Figura 26 – Modelo do Processo de criação de Nota PM Sugerido

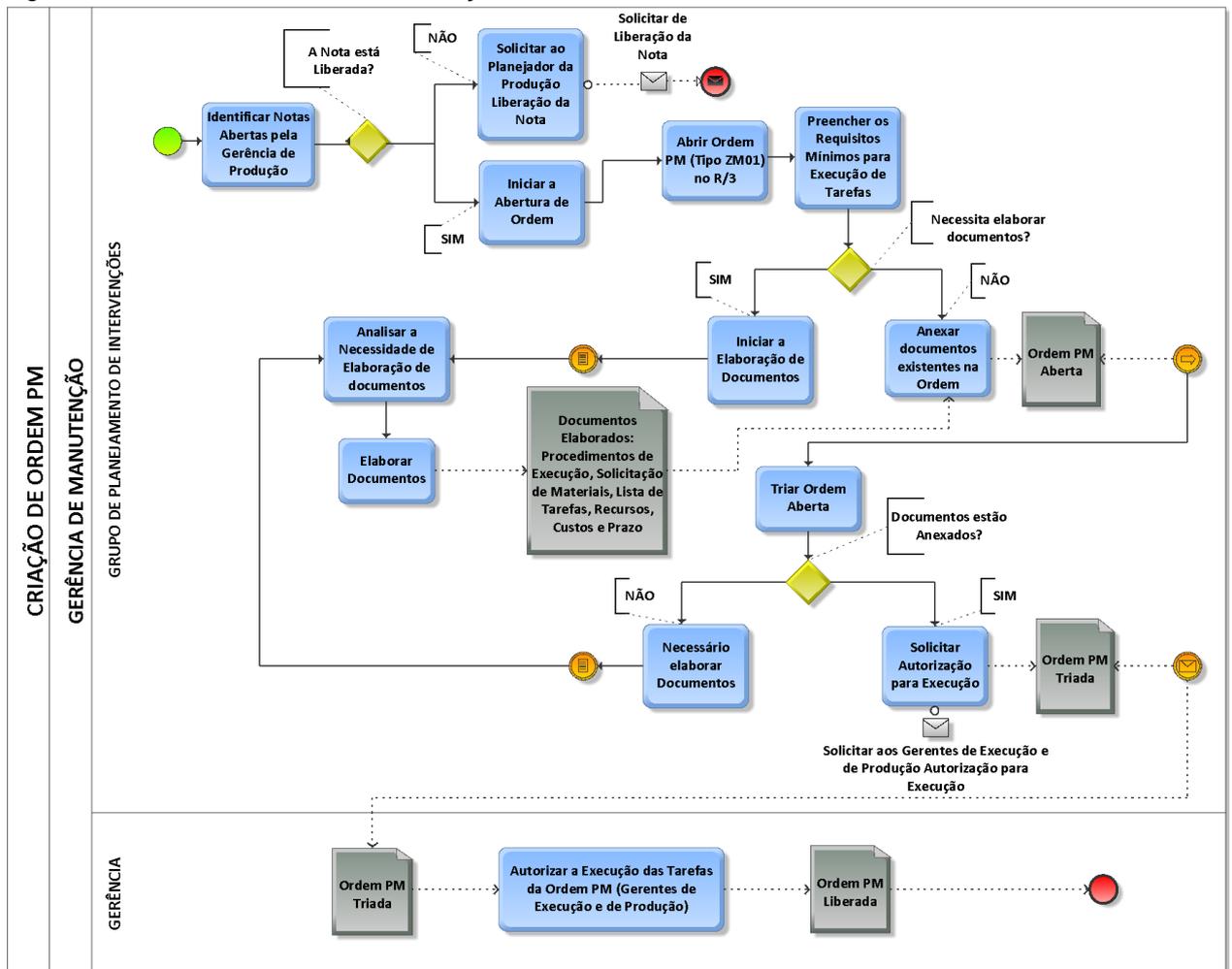


Fonte: Autor

5.3. Modelo de um Processo de Criação de Ordem PM

A FIGURA 27 representa a modelagem do processo de criação de uma Ordem PM.

Figura 27 – Modelo do Processo de criação de Ordem PM



Fonte: Autor

O processo se inicia com a análise no R/3 das Notas PM com status de “Liberada”, pela gerência de Produção, por cada planejador de manutenção (Mecânica, Caldeiraria, Instrumentação, Elétrica e Suporte Operacional) que transformará estas notas em Ordem.

Após a abertura da ordem o planejador de manutenção deve: definir o tipo de ordem (ZM01) e realizar o preenchimento dos requisitos mínimos, anexar os documentos necessários para a execução do serviço (Materiais, Recurso, Custos, Prazo e Procedimentos de Execução), definir o Centro de Trabalho e o Grupo de Manutenção, definir a Lista de Tarefas.

Depois de anexados todos os documentos, a ordem deve ser identificada com o controle de planejada e encontra-se pronta para ser triada, nesse processo o planejador da manutenção verifica a conformidade da nota e seus anexos, assim como, todos os requisitos da ordem, caso na abertura da ordem, a documentação não estejam em conformidade cabe ao Planejador providenciar as devidas correções. Uma vez que a ordem foi devidamente triada a mesma é enviada para os gerentes de manutenção e de produção para que receba as autorizações da gerência de execução (Manutenção) e da gerência operacional (Produção) e seja “Liberada” para o nivelamento de capacidades.

5.4. Modelo de um Processo de Nivelamento de Capacidades (Planejamento de Intervenção)

O processo inicia com a identificação no R/3 de todas as ordens com o status “Liberada” pelo Planejador de Manutenção, nesse momento, é realizada a análise de capacidade que estabelece uma comparação entre as necessidades de cada período e a capacidade disponível para atendê-las, ou seja, conhecer a distribuição de serviço a executar, capacidade, atrasos e sobrecarga. Em seguida, é realizado o ajuste de capacidade que distribui as tarefas das Ordens PM previsto para um determinado Centro de Trabalho ao longo do tempo de acordo com uma estratégia pré-definida, ou seja, é realizado o Nivelamento de Capacidades.

Depois de concluída a Programação de Serviços ou Nivelamento de Capacidade, cujo objetivo é alocar os recursos disponíveis de mão-de-obra e máquinas às necessidades expressas nas tarefas das ordens de maneira otimizada, os Planejadores de Manutenção devem alimentar a Programação Semanal de

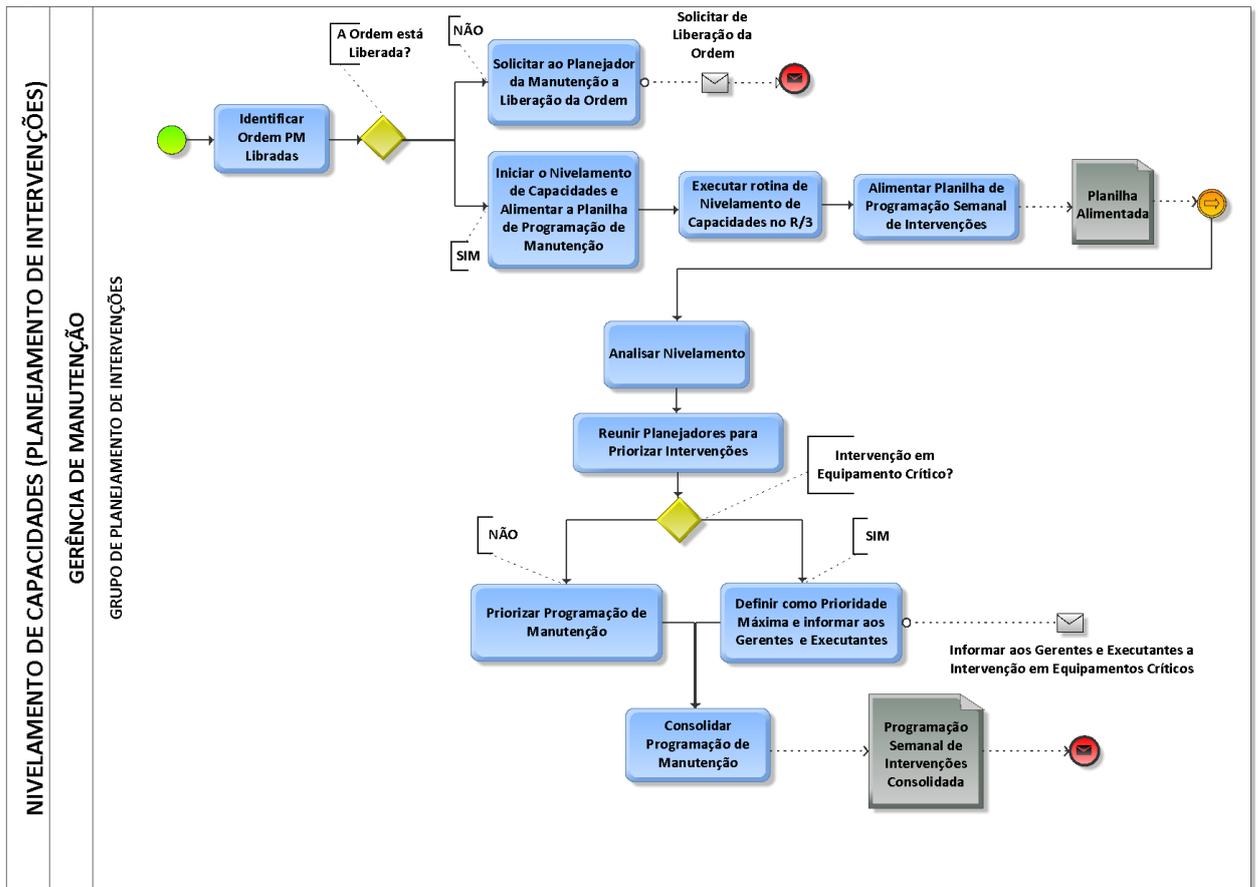
Intervenções que é uma planilha do MS Excel, disponibilizada na rede de computadores para todos consultarem.

Com todas as ordens niveladas e a Programação Semanal de Intervenções alimentada, se faz necessário um ajuste fino do nivelamento realizado pelo R/3, portanto, semanalmente todos os planejadores de manutenção, planejadores da área de produção, planejadores de engenharia, planejadores do suporte operacional e o Técnico de Segurança do Trabalho reúnem-se para discutir o nivelamento, essa reunião é conhecida como Reunião de Priorização.

Quando necessário é feito ajustes na priorização das intervenções na planilha para que se possa atender às necessidades dos clientes, intervenções em equipamentos críticos são sempre colocadas como prioridade máxima sendo inclusive informado aos gerentes e encarregados de execução para que se tenham uma maior atenção nessas intervenções. Após a conclusão da reunião de priorização a planilha Programação Semanal de Intervenções é consolidada, protegida contra alterações, assinada pelos gerentes e repassada aos encarregados de manutenção para a solicitação da Pré-emissão da Permissão para Trabalho.

A FIGURA 28 representa a modelagem do processo de Nivelamento de Capacidades.

Figura 28 – Modelo de um Processo de Nivelamento de Capacidades

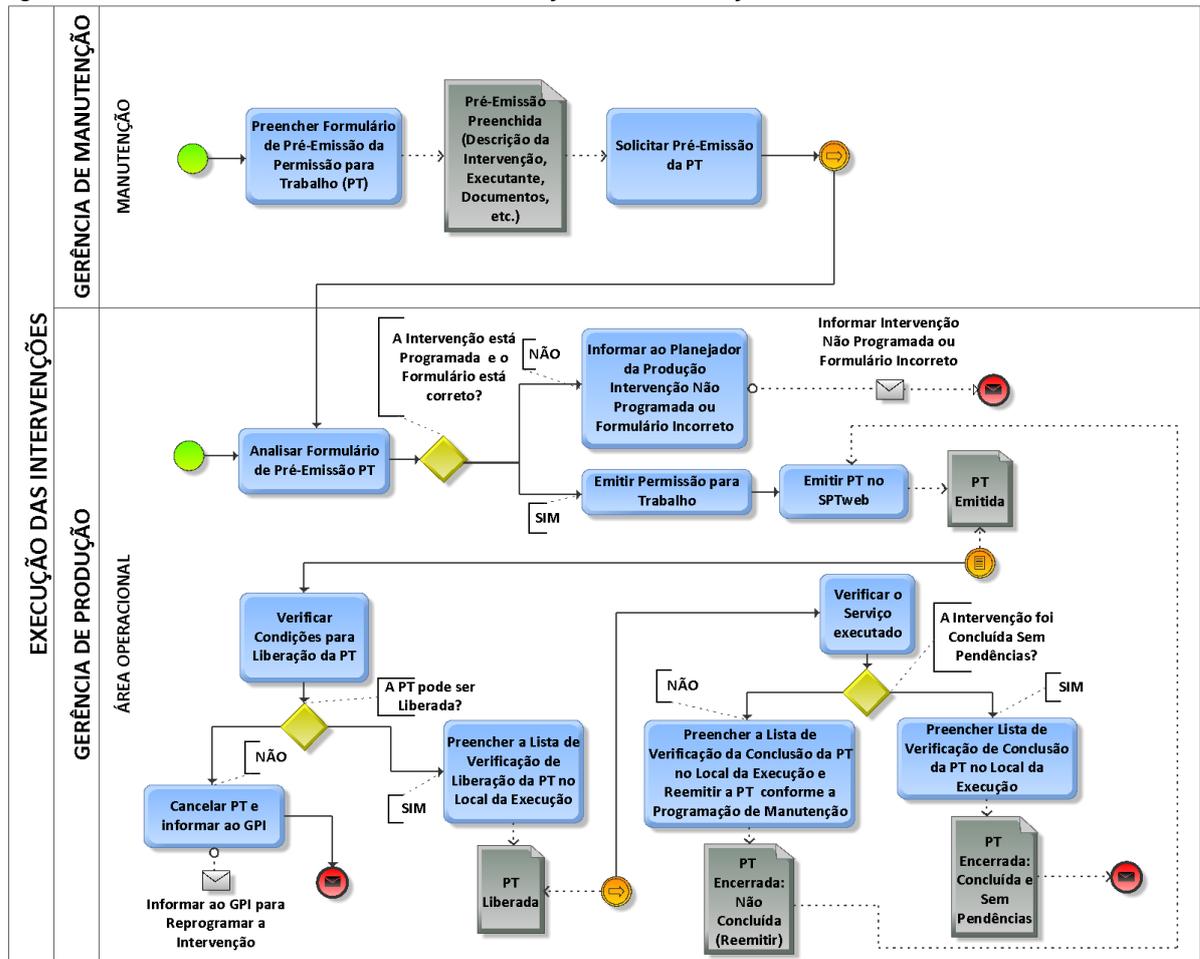


Fonte: Autor

5.5. Modelo de um Processo de Execução da Intervenção

A FIGURA 29 representa a modelagem do processo de Execução de Intervenção.

Figura 29 – Modelo de um Processo de Execução de Intervenção



Fonte: Autor

O processo se inicia com a solicitação da Pré-emissão da Permissão para Trabalho através do formulário de pré-emissão da PT onde consta o número da Ordem PM, as tarefas que serão executadas, a descrição do serviço, os números dos documentos que deverão estar presentes durante a execução da intervenção, a identificação dos executantes e assinatura do fiscal responsável pela intervenção. Para que a PT possa ser emitida, o serviço deve constar na planilha de Programação Semanal de Intervenções.

A PT é emitida no software chamado SPTweb, juntamente com seus documentos pelo Técnico de Operação com treinamento em emissão de PT, o mesmo deve seguir a prioridade da Programação Semanal de Intervenções e no

local da execução do serviço analisar as condições de segurança, equipamentos, ferramentas, EPI's e conhecimento das recomendações da análise de riscos pelo executante e em seguida, liberar a Permissão para Trabalho preenchendo a Lista de Verificação para Liberação da PT e assinando juntamente com o executante. Caso exista alguma condição que impeça a liberação da PT, a mesma é cancelada e o planejador de produção deve ser informado para reprogramar a intervenção.

Após a conclusão do serviço pelo executante o TO deve verificar no local da execução a qualidade do serviço realizado, as condições de organização, arrumação e limpeza do local e se o serviço foi concluído sem pendências, nesse caso, a PT pode ser encerrada preenchendo-se a Lista de Verificação de Encerramento da PT e realizado a baixa no SPTweb.

Quando o serviço foi concluído e encerrado no SPTweb a PT fica com o status PT Encerrada: Concluída e Sem Pendências, caso contrário a PT fica com o status PT Encerrada: Não Concluída e Com Pendências. Sempre que uma PT é Encerrada: Concluído sem pendências, a ordem associada na PT fica indisponível para ser reutilizada. Para os serviços não concluídos a PT pode ser reemitida para os dias seguintes desde que o serviço esteja devidamente programado na planilha de programação.

Com a nova versão do SPTweb disponibilizada é possível solicitar, ao grupo de trabalho responsável pela revisão do software, sugestões de melhoria para a ferramenta, então, foi sugerido ao GT a possibilidade de editar as tarefas associadas à PT para permitir a inclusão ou exclusão de tarefas da PT, ou seja, os técnicos de operação elaboram a PT a partir do formulário de Pré-emissão de PT, durante sua elaboração o TO deve associar as tarefas existentes na ordem de acordo com as atividades que serão executadas caso o TO associe uma tarefa que não será

executada, por exemplo, tem-se uma intervenção que envolve o grupo de manutenção caldeiraria, onde na ordem constem as tarefas de montagem de andaimes, corte, solda e esmerilhamento deve-se emitir uma PT para a tarefa de montagem de andaimes e outra para as tarefas de corte, de solda e de esmerilhamento se o TO associar todas as tarefas em apenas uma PT não será possível separar as atividades de montagem de andaimes com as atividades de corte, de solda e de esmerilhamento.

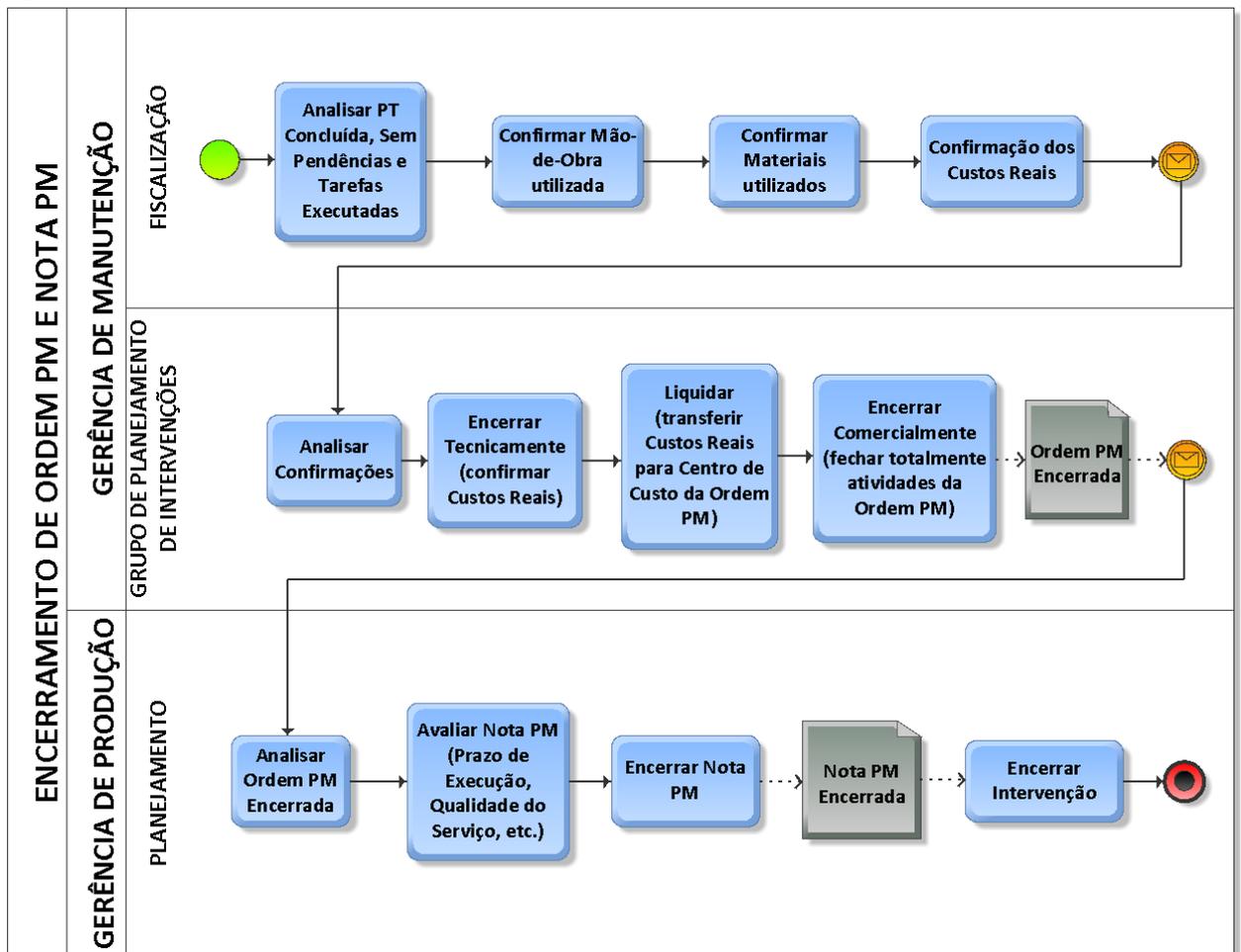
Outra situação que pode ocorrer é quando na ordem existem tarefas para mais de um grupo de manutenção, por exemplo, tem-se uma intervenção que envolva os grupos de manutenção mecânica e elétrica, onde na ordem constem as tarefas de desligamento do motor elétrico e retirada da bomba, deve-se emitir uma PT para a tarefa da atividade elétrica e outra para a tarefa da atividade mecânica se o TO associar todas as tarefas em apenas uma PT não será possível separar as atividades de elétrica e mecânica. Tais situações seriam plenamente corrigidas com a possibilidade de incluir ou excluir tarefas de uma PT e essa sugestão de melhoria foi enviada ao grupo de trabalho que analisa o SPTweb.

Foi sugerido, também, ao coordenador do GPI que a elaboração das Permissões para Trabalho novas, ou seja, a primeira emissão de uma PT seja realizada pelo GPI, já que o setor é o responsável pelo planejamento dos serviços. Dessa forma, seriam minimizados erros de associação de tarefas e de documentos, assim como, a descrição dos serviços que serão realizados, ficando para o TO apenas a reemissão das PT's para a continuidade das intervenções de manutenção.

5.6. Modelo de um Processo de Encerramento da Ordem PM e da Nota PM

A FIGURA 30 representa a modelagem do processo de Encerramento da Ordem PM e da Nota PM.

Figura 30 – Modelo de um Processo de Encerramento da Ordem PM e da Nota PM



Fonte: Autor

Com a conclusão do serviço e o encerramento da Permissão para Trabalho, o fiscal responsável pela intervenção realiza as medições do serviço, calculando a mão-de-obra e os materiais utilizados, calcula os custos reais e envia para os Planejadores de Manutenção para realizar o encerramento da Ordem.

O encerramento da Ordem é realizado pelos planejadores de manutenção que de acordo com a execução das tarefas confirmadas na ordem, além dos custos

reais e materiais utilizados e, dessa forma, consolidam o custo total da intervenção.

O encerramento de uma ordem se divide em três etapas:

- **Encerramento Técnico:** coleta de todos os custos reais (mão-de-obra própria ou contratada, serviços de terceiros, movimentação de materiais, etc.)
- **Liquidação:** é a transferência dos custos reais coletados na Ordem para um Centro de Custo.
- **Encerramento Comercial:** é o fechamento total da Ordem, impossibilitando a entrada de qualquer confirmação de mão-de-obra e custos para a Ordem.

Após o encerramento da ordem, as Notas PM associadas à ordem encerrada poderá ser encerrada também. O encerramento de uma Nota PM é realizado pelo planejador da produção confirmando no R/3 a qualidade dos serviços realizados e o atendimento ao prazo de realização dos serviços encerrados na ordem. Uma vez que a nota foi encerrada não é possível reutilizá-la novamente.

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

6.1. Conclusões

O objetivo deste trabalho foi a modelagem de processos de intervenção de manutenção corretiva em uma refinaria de petróleo no Ceará para identificar as atividades que necessitava de um tratamento para uma melhor elaboração de notas e ordens de manutenção. Os processos eram executados apesar de não existirem um modelo dentro da notação do BPMN. As etapas dos processos de intervenção foram identificadas a partir de informações gerenciais, procedimentos, fluxogramas e orientações existentes no padrão específico da empresa que rege as atividades do Grupo de Planejamento e Intervenções (GPI), além de entrevistas com os planejadores da área de produção e de manutenção no GPI possibilitando a elaboração de modelos o mais próximo possível da realidade. O GPI é um grupo formado recentemente e ainda passa por diversas adaptações para o desenvolvimento dos trabalhos.

A escolha do BPMN como técnica de modelagem foi devido a facilidade de uso e entendimento de sua notação, pois apresenta simbologia bastante simples o que permite rápida compreensão na análise dos modelos. Além disso, a ferramenta ARIS Express é um software gratuito que apresenta uma vasta possibilidade de utilização e que ainda pode ser incrementado com novas funcionalidade ao adquirir uma versão comercial.

A participação do coordenador, assim como dos planejadores do GPI foi muito importante, pois é imprescindível a existência de representantes que dominem o conhecimento dos processos que foram modelados. Esses representantes

desempenharam papel fundamental para a homogeneização das informações recebidas de cada área e para dar continuidade ao processo de modelagem.

Durante o levantamento de dados foi identificado que durante a etapa de elaboração de documentos do modelo de criação de notas, a elaboração da Análise de Riscos estava sendo realizada de modo equivocado, foi sugerida uma alteração que foi aceita pela coordenação do GPI que a AR deve ser elaborada no GPI depois que a ordem estivesse criada para que cada tarefa da ordem seja associada a uma Análise de Riscos e a Permissão para Trabalho com a mesma ordem.

As limitações do trabalho devem-se principalmente ao fato da empresa possuir muitos documentos sigilosos e a política de informação não permitir a exibição dos documentos, normas e procedimentos utilizados no dia-a-dia dos serviços realizados na refinaria, o que impossibilitou anexar exemplos dos documentos citados nos modelos.

Apesar de a modelagem ter sido elaborada apenas para uma intervenção de manutenção corretiva, os modelos podem ser adaptados e adequados para a modelagem para os outros tipos de manutenção como os planos de preventiva e preditivas, as recomendações de inspeção e aos demais serviços que não demanda de controle como, por exemplo, serviços gerais, pintura e obras civis.

A metodologia adotada para levantamento de dados atingiu o objetivo esperado que era a identificação da situação atual cada processo a ser modelado para alcançar a situação desejada. Os modelos são simples e muito precisos e facilitam as análises de forma clara permitindo, ainda, a rápida edição quando necessária.

6.2. Recomendações

Durante a fase de entrevistas e análise do fluxograma dos padrões da empresa foram identificados alguns pontos de melhoria que são sugeridos abaixo:

- Mapear os processos de criação de notas do tipo ZS, ZR e ZI, visando melhorias nas etapas do processo.
- Mapeamento dos processos envolvidos da elaboração de planos de manutenção, uma vez que as ordens de planos não são geradas através de notas, para que se possam estabelecer pontos de melhoria e identificação etapas desnecessárias assim como a necessidade da participação de pessoas de outras gerências para compor o fluxo de informações para a elaboração do plano de manutenção.
- Revisão periódica dos processos para a identificação de etapas que podem ser agregadas em outra ou que possam ser eliminadas para otimizar todos os processos.

Referências

BALDAM, Roquemar. **Gerenciamento de Processos de Negócios - BPM - Business Process Management**. São Paulo, 2007.

BPMN. **Business Process Modeling Notation**. Needram: Business Process Management Initiative, 2011. Acesso em março de 2012. Disponível em: <http://www.bpmn.org>.

DÁVALOS, Ricardo Villarroel. **Modelagem de Processos**. Unisul Virtual, Santa Catarina. Acesso em março de 2012. Disponível em: <http://www.unisul.br/unisulvisrtual>.

LAKATUS, Eva Maria. **Fundamentos de Metodologia Científica**. São Pulo, 2003.

PETROBRAS. **MAN225 – Criação de Notas de Manutenção e Inspeção**, Rio Janeiro, 2004

PETROBRAS. **MAN228 – Planejamento de Serviços de Manutenção**, Rio Janeiro, 2004

SILVA, Edna Lúcia. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. Florianópolis, 2005.

TORZONI-REIS, Marília Freitas de Campos. **Metodologia da Pesquisa**. Curitiba, 2009.

VALLE, Rogério. **Análise e Modelagem de Processos de Negócio: foco na notação BPMN**. São Paulo, 2012.