



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA

ESCOLA DE INFORMÁTICA APLICADA

Uma Ferramenta para Avaliação de Esforço em Projetos de Modelagem de Processos de
Negócio

Felipe Klussmann

Orientador

Márcio de Oliveira Barros

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL

JULHO DE 2011

Uma Ferramenta para Avaliação de Esforço em Projetos de Modelagem de Processos de
Negócio

Felipe Klussmann

Os autores deste projeto autorizam a ESCOLA DE INFORMÁTICA APLICADA da UNIRIO a divulgá-lo, no todo ou em parte, resguardando os direitos autorais conforme legislação vigente.

Rio de Janeiro, ____ de _____ de _____

Felipe Klussmann

Aprovada por:

Prof. Márcio de Oliveira Barros, DSc. (UNIRIO)

Prof. Flávia Santoro, D.Sc (UNIRIO)

Prof. Alexandre Albino Andreatta, D.Sc (UNIRIO)

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL.

JULHO DE 2011

Agradecimentos

Ao professor Márcio de Oliveira Barros pela orientação, incentivo, empenho e paciência durante todo desenvolvimento deste projeto.

Ao professor e tutor Alexandre Albino Andreatta que me forneceu grande apoio e incentivo durante toda a jornada da graduação, e aceitou o convite para participar da banca.

Ao professor Alexandre Correa por despertar meu interesse na área de desenvolvimento e projeto de sistemas.

Ao grupo de pesquisa NP2Tec por me proporcionar a oportunidade de participar desta pesquisa.

A professora Flávia Santoro por ter aceitado o convite para participar da banca.

Aos amigos e família que me deram forças para vencer esta, mais uma das batalhas da vida.

RESUMO

Este projeto apresenta uma ferramenta para estimativa de esforço para o desenvolvimento de projetos de Modelagem de Processos de Negócio. A ferramenta tem como objetivo estimar o esforço e a duração de novos projetos desta natureza com base em uma lista de projetos já concluídos.

Para implementar este sistema foi necessário entender os conceitos de Modelagem de Processos de Negócio, seus objetivos, suas ferramentas e sua notação. Foi necessário interagir com a área de Administração de Processos da empresa, de forma a melhor entender o problema e propor soluções viáveis. Entendido o problema, foi possível modelar o sistema, e por fim, desenvolvê-lo.

Este trabalho apresenta esta jornada, desde os conceitos de Modelagem de Processos de Negócio até a apresentação das telas do sistema desenvolvido.

Palavras-chave: Estimativa de Esforço, Modelagem de Processos de Negócio; Sistemas de Informação.

ABSTRACT

This project introduces an effort estimation tool that supports Business Process Modeling projects. The main objective of the proposed tool is to estimate the effort and duration of Business Process Modeling projects according to information available in a historical base of completed projects.

In order to develop the system, it was necessary to understand Business Process Modeling concepts. Also, interacting with the enterprise's Process Administration area was required in order to improve our understanding of the problem and to formulate feasible solutions. Finally, this interaction supported designing and developing the proposed system.

This work portrays this journey, from Business Process Modeling concepts to the presentation of the developed system's screenshots.

Keywords: Effort Estimation, Business Process Modeling, Information Systems.

Índice

1	Introdução	8
1.1	Motivação.....	8
1.2	Objetivos	9
1.3	Organização do texto.....	9
2	Modelagem de Processos de Negócio.....	11
2.1	Objetivos da Modelagem de Processos de Negócio	11
2.2	Elementos da Modelagem de Processos de Negócio	14
2.3	Notações de Modelagem de Processos de Negócio	17
2.4	Ferramentas de Modelagem de Processos de Negócio	21
2.5	EPCs e FADs	24
2.6	Considerações Finais.....	26
3	Estimativas de Esforços em Projetos de Modelagem de Processos de Negócio	27
3.1	Tipos de Projeto de Modelagem de Processos Conduzidos pela Empresa	27
3.2	A Estratégia de Estimativa de Esforço.....	32
3.2.1	Estimativa para Projetos Administrativos.....	34
3.2.2	Estimativa para Projetos Técnicos de Gestão	35
3.2.3	Estimativa para Projetos Técnicos Operacionais	36
3.2.4	Identificação de Projetos Similares.....	37
3.3	Considerações Finais.....	39
4	Sistema de Apoio a Estimativas de Esforço em Modelagem de Processos	40
4.1	Requisitos do Sistema	40
4.2	Modelagem do Sistema.....	42
4.3	Linguagem e Ambiente de Programação	43
4.4	Armazenamento de Dados	45
4.5	Apresentação do Sistema	46
4.6	Considerações Finais.....	54

5 Conclusão.....	55
5.1 Contribuições	55
5.2 Trabalhos Futuros	56
5.3 Limitações do Estudo.....	57

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Síntese de informações sobre projetos ADM [NP2Tec, 2010]	34
Tabela 2 - Síntese de informações sobre projetos TGE [NP2Tec, 2010].....	35
Tabela 3 – Síntese de informações sobre projetos TOP [NP2Tec, 2010]	36

Índice de Figuras

Figura 1 - Ilustração das quatro fases da Modelagem de Processos de Negócio [SHARP <i>et al.</i> , 2001]	15
Figura 2 - Exemplo de processo modelado com a ferramenta Bizagi	18
Figura 3 - Tipos de objetos usados em <i>BPMN</i>	19
Figura 4 - Tipos de <i>Swimlane</i>	21
Figura 5 - Exemplo de processo contendo conceito de <i>pool</i> e fluxo de mensagem	21
Figura 6 - Exemplo da tela principal do software ARIS Business Architect	22
Figura 7 - Exemplo da tela principal do software BizAgi BPM	23
Figura 8 - Exemplo da tela principal do software Intalio BPM.....	24
Figura 9 - Exemplo de um EPC simples	25
Figura 10 - Exemplo de um FAD simples	25
Figura 11 - Diagrama de Casos de Uso [SEEMP, 2010].....	42
Figura 12 - Diagrama de Classes – SEEMP	42
Figura 13 - Diagrama Entidade-Relacionamento - SEEMP	46
Figura 14 - Tela Inicial	46
Figura 15 - Tela de Cadastro de Gerências.....	47
Figura 16 - Adicionar ou modificar uma Gerência.....	47
Figura 17 - Cadastro de Usuários	48
Figura 18 – Adicionar ou modificar um Usuário	48
Figura 19 - Cadastro de Projetos	49
Figura 20 - Inserir ou modificar Projeto, aba Geral	49
Figura 21 - Inserir ou modificar Projeto, aba Gerentes	50
Figura 22 - Inserir ou modificar Projeto, aba Modeladores	50
Figura 23 - Inserir ou modificar Projeto, aba Características.....	51
Figura 24 - Configuração de Estimativa ADM	51
Figura 25 - Configuração de Estimativa TOP	52
Figura 26 - Configuração de Estimativa TGE	52
Figura 27 - Estimar Projeto	53
Figura 28 - Exportar Projeto	54
Figura 29 - Arquivo originado com a Exportação de Projetos	54

1 Introdução

1.1 Motivação

Hoje em dia empresas contratam serviços terceirizados para realizar diversas tarefas (por exemplo, a modelagem de processos de negócios) a fim de reduzir seus custos em relação à produção interna. No entanto, não existe um método para estimar o esforço necessário para conduzir um projeto desta natureza e controlar a sua duração. A motivação deste projeto vem desta carência.

Outro fator de motivação foi o desenvolvimento de um sistema Java completo, desde sua modelagem até a persistência de seus dados em um banco de dados relacional Oracle. O autor deste projeto não havia passado por esta experiência anteriormente e ela contribuiu para a sua formação. Java é uma linguagem de programação livre usada em 1,1 bilhões de computadores em todo o mundo [ORACLE, 2011] e compatível com os sistemas operacionais mais usados no mercado. Conhecido por sua confiabilidade, Oracle é um dos primeiros e mais tradicionais Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados, sendo utilizado por diversas empresas, incluindo as de grande porte e que exigem o armazenamento de grandes quantidades de dados. Também é compatível com as principais plataformas operacionais do mercado. A possibilidade de trabalhar com tecnologias frequentemente solicitadas no mercado de trabalho foi um grande incentivo.

1.2 Objetivos

Este trabalho tem como objetivo desenvolver um sistema que permita estimar o esforço necessário e a duração de projetos de Modelagem de Processos de Negócio. Este sistema permitirá que uma empresa avalie o custo de modelar um ou mais processos, sendo capaz de decidir sobre a execução ou não do projeto de modelagem a partir de uma comparação entre seu custo e seus benefícios esperados.

O sistema também permite verificar se a estimativa de esforço de um novo projeto de modelagem, possivelmente apresentada por um fornecedor, está sendo otimista ou adequada e fornecer informações de base para uma nova negociação ou replanejamento do projeto.

1.3 Organização do texto

Além desta introdução, o presente trabalho está estruturado em capítulos e será desenvolvido da seguinte forma:

- Capítulo II: Modelagem de Processos de Negócio - trata a evolução das técnicas de Modelagem de Processos de Negócio, ressaltando a importância da modelagem para empresas nos dias atuais, seus objetivos, seus elementos, sua notação e as principais ferramentas de Modelagem de Processos de Negócio;
- Capítulo III: Estimativas de Esforços em Projetos de Modelagem de Processos de Negócio – apresenta a trajetória que levou à descoberta de modelos para estimativas de esforço em diferentes classes de projetos de modelagem de processos, incluindo uma descrição detalhada dos modelos usados na estimativa;
- Capítulo IV: Sistema de Apoio a Estimativas de Esforço em Modelagem de Processos – apresenta o sistema desenvolvido para viabilizar estimativas de

projetos de Modelagem de Processos de Negócio segundo o modelo apresentado no Capítulo III. Apresenta os requisitos de sistema, sua modelagem conceitual, a modelagem do seu banco de dados e as tecnologias utilizadas no desenvolvimento do sistema. Para concluir o capítulo, as principais telas e interações com o usuário oferecidas pelo sistema são apresentadas;

- Capítulo V: Conclusões – Reúne as considerações finais, assinala as contribuições da pesquisa e sugere possibilidades de aprofundamento posterior.

2 Modelagem de Processos de Negócio

Este capítulo descreve a importância da modelagem de processos de negócio, tratando sua evolução desde as primeiras técnicas de modelagem até chegarmos à modelagem de processos de negócio para empresas nos dias atuais. Neste capítulo também é tratada a notação de modelagem de processos de negócio e os principais softwares utilizados no mercado.

2.1 Objetivos da Modelagem de Processos de Negócio

Antigamente, para produzir um bem era necessário um artesão habilidoso, custosa matéria prima, bastante tempo e esforço. Nesta época, classificada como idade dos artesãos [SHARP *et al.*, 2001], alfinetes produzidos por artesãos eram artigos de luxo com preço elevado, e só eram comprados por aqueles que tinham dinheiro para esbanjar. Surgiu então o termo “pin money”, ou dinheiro de alfinete [SMITH, 1776]. Certo tempo depois, com a revolução industrial, veio a idade da fábrica [SHARP *et al.*, 2001]. O mesmo alfinete, passou a ser produzido em larga escala, com a mesma qualidade e em muito menos tempo. A produção em linha permitia que vários trabalhadores participassem: o primeiro puxava o fio, o segundo esticava o fio, o terceiro cortava o fio, o quarto afiava o fio e o quinto formava a cabeça do alfinete. Dez homens, que faziam 20 alfinetes por dia cada, agora produziam 48.000 alfinetes, dividindo e especializando o trabalho [SMITH, 1776]. Como resultado, foi observada uma economia alavancada, em que a especialização deixava o trabalhador mais

habilitoso em sua função e era possível gerenciar mais facilmente um trabalhador e seu trabalho. Como ponto negativo deste modelo, foi observado que o foco em tarefas e eficiência local tinha um custo no resultado global, que a perda da visão do consumidor pode levar a deterioração do serviço, que uma mudança ou *customização* era dificultada devido a pouca ou inexistente comunicação entre os trabalhadores e, devido à especialização, trabalhos poderiam se tornar muito “chatos”.

Outros modelos de negócios fizeram sua parte nesta evolução. O controle estatístico da linha de produção, por exemplo, tinha como idéia principal que melhores processos, com menos variabilidade, trariam melhores níveis de qualidade nos resultados de produção [SAMOHYL, 2005]. Melhores processos não só significavam qualidade melhor mas também custos menores, que se davam por duas razões: a inspeção por amostragem e a redução de rejeito. A amostragem é um dos pilares de estudos em Estatística. Populações, chamadas comumente por engenheiros de lotes, de uma fábrica chegam facilmente a ter 50.000 unidades. Um operador, quando levado a verificar a qualidade de um lote inteiro, provavelmente já desviou sua atenção na centésima unidade do lote, deteriorando assim o resultado desta verificação. Uma verificação por amostragem é mais rápida que a verificação de uma população inteira, reduz os custos e representa melhor as características desta população. Já a redução de rejeito leva em consideração que o número e a percentagem de peças defeituosas produzidas na fábrica irão diminuir com as melhorias na linha de produção. E então, com menos retrabalho, o custo por peça produzida vai diminuir.

Consequentemente, a evolução levou a economia para o modelo de negócios de hoje, onde é difundida a modelagem de processos de negócios. Houve uma sensibilização sobre como o pensamento em processos de negócios é essencial para o desempenho organizacional.

Modelagem de processos de negócio é o conjunto de práticas ou tarefas que empresas podem executar para descrever visualmente todos os aspectos de um processo de negócio, incluindo seu curso, controle e pontos de decisão, gatilhos e condições para execução das atividades, o contexto em que uma atividade é executada e os recursos associados [JOSUTTIS, 2007 *apud* BLOOMERGSCHMELZER, 2006].

Uma metodologia da modelagem de processos de negócio pode ser vista como um processo para melhorar processos [SHARP *et al.*, 2001]. Esta metodologia consiste em quatro passos: (1) emoldurar o processo, que inclui identificar um processo de negócio, esclarecer seus limites e realizar uma avaliação inicial estabelecendo metas para o processo redesenhado; (2) entender o processo atual (*as-is*), que inclui modelar o *workflow* e realizar uma avaliação mais específica; (3) desenhar o novo processo (*to-be*), que inclui elaborar potenciais melhorias, avaliá-las, selecionando as principais características do processo e, finalmente, desenhar o novo *workflow*; (4) desenhar cenários de caso de uso, que realiza a transição para análise de requisitos de sistema, descrevendo quanto os atores de processos iriam interagir com um sistema para completar tarefas [SHARP *et al.*, 2001].

As empresas foram atraídas para a modelagem de processo de negócio por diversos pontos positivos: a modelagem mantém o foco no consumidor e nos resultados; a repetitividade de um processo significa que o mesmo pode ser avaliado e melhorado; há uma extrema melhoria na eficiência global de uma organização por fluxo racionalizado e eliminação de trabalho desnecessário ou contraproducente; menos burocracia é necessária, logo uma maior porcentagem de trabalho é destinada às necessidades do consumidor; existe uma responsabilização individualizada em relação a resultados e deveres; e provê trabalhos mais enriquecidos e satisfatórios [SHARP *et al.*, 2001].

Por outro lado, podem ser observados diversos pontos negativos: é mais difícil gerenciar as diversas pessoas que participam de um processo; trabalhos individuais são mais complexos e requerem mais conhecimento por parte do trabalhador; trabalhadores de baixo custo não estão disponíveis e trabalhadores com várias qualificações têm alta demanda; é necessário constante treinamento e atualização dos trabalhadores, levando a *stress* e escassez, pois os que não aguentam ou não tem a habilidade requerida são deslocados; e mudanças constantes trazem altos níveis de *burnout* e ineficiência [SHARP *et al.*, 2001].

2.2 Elementos da Modelagem de Processos de Negócio

No passado, empresas organizavam seu trabalho e recursos em especialidades e funções. Hoje em dia, empresas tentam organizar seu trabalho e recursos para alcançar um resultado para um cliente específico. Isto é orientação a processo e traz a definição geral de processo: processo é uma forma de organizar trabalho e recursos em uma empresa para realizar objetivos [SHARP *et al.*, 2001].

Mais especificamente, temos a definição de um processo de negócio: um processo de negócio é uma coleção de tarefas de trabalho inter-relacionadas, iniciadas em resposta a um evento, que alcançam um resultado específico para o cliente do processo [SHARP *et al.*, 2001] .

Na Figura 1, podemos observar as quatro fases da modelagem. A primeira fase é considerada a mais importante da modelagem [SHARP *et al.*, 2001]. “Emoldurar o Processo”, apesar de ser uma das fases mais rápidas, se for realizada corretamente, previne problemas posteriores comuns.

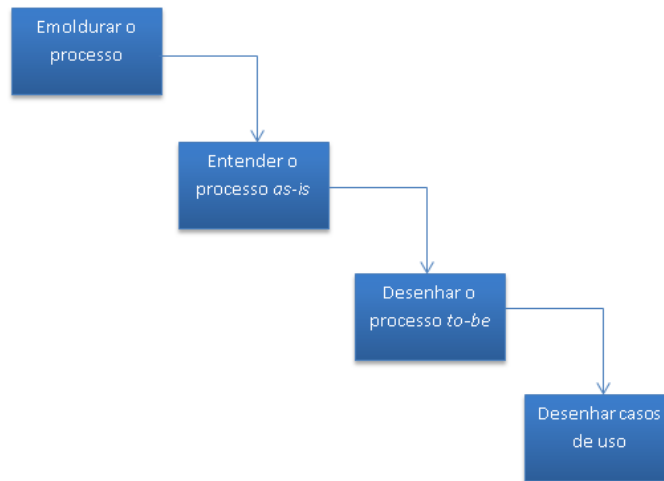


Figura 1 - Ilustração das quatro fases da Modelagem de Processos de Negócio
[SHARP *et al.*, 2001]

A fase “Emoldurar o Processo” consiste nas seguintes atividades: (i) desenvolver um mapa de processos global para identificar um conjunto de processos relacionados, incluindo o processo alvo de melhoria, que clarifica o que está dentro ou fora do escopo do processo, mostrando pontos de contato com outros processos; (ii) estabelecer o escopo do processo alvo, utilizando um *framework* para identificar o processo e seus limites; (iii) revisar ou documentar a estratégia e os objetivos da missão da empresa; (iv) definir a visão do processo e seus objetivos em relação a desempenho, descrevendo o quão diferentemente os *stakeholders* vão discernir o novo processo e especificando a dimensão dos aprimoramentos; (v) desenvolver um glossário das definições e termos; e opcionalmente, (vi) começar a documentar observações de cultura, competências centrais e sistemas de gerenciamento.

Agora que os objetivos do processo estão claros, é necessário entender porque estes objetivos não estão sendo atingidos. Diversas implementações consideradas “melhorias” podem não funcionar conforme o esperado, pois talvez existam outros fatores que venham interferir no resultado. O importante da fase “Entender o processo *as-is*” não é documentar exaustivamente o processo atual e sim entendê-lo.

A fase “Entender o processo *as-is*” consiste nas seguintes atividades: (i) mapear o *workflow* do processo atual para mostrar quem faz o quê e quando; (ii) desenvolver os diagramas usando níveis progressivos de detalhamento, parando quando o comportamento de um processo é entendido para não tornar confuso e complexo seu entendimento; (iii) gravar os pensamentos iniciais, pontos fortes e pontos fracos do processo, especialmente pontos chave passíveis de aperfeiçoamento significativo; (iv) documentar aspectos importantes de sobre cultura, competências e gerenciamento de sistemas.

A próxima fase, “Desenhar o processo *to-be*”, é dividida em duas partes. A primeira caracteriza o processo *to-be* e a segunda desenha o *workflow to-be*.

A primeira parte, “Caracterizar o processo *to-be*”, determina um conjunto de aperfeiçoamentos ou projeta características que irão ajudar a alcançar os objetivos do processo. A importância desta parte é evitar que equipes pulem etapas, indo direto para o desenho de um novo *workflow* que incorpora “melhorias” com efeitos colaterais ou são inconsistentes [SHARP et al., 2001]. A primeira parte consiste nas seguintes atividades: (i) tomar decisões, como abandonar, deixar como está, aperfeiçoar, redesenhar ou terceirizar; (ii) desenvolver idéias para características ou recursos do novo processo; (iii) identificar melhorias levando em consideração pontos chave; (iv) avaliar idéias promissoras, considerando seus lados positivos e efeitos colaterais; (v) selecionar as funções do novo processo baseado em avaliações; e (vi) desenvolver ou revisar o modelo de dados.

Uma vez que a equipe identificou satisfatoriamente um conjunto de características eficazes e coesas para o novo processo, é iniciada a segunda parte. “Desenhar o *workflow*” consiste nas seguintes atividades: (i) desenhar o *workflow to-be*; (ii)

progredir por diferentes níveis de detalhe; (iii) avaliar e checar a viabilidade a cada nível; (iv) revisar ou prosseguir ao próximo nível de detalhe [SHARP *et al.*, 2001].

A última fase, “Desenhar casos de uso”, nos permite ver como sistemas podem apoiar o processo. A fase consiste em [SHARP *et al.*, 2001]: (i) identificar cenários de caso de uso, revisando o *workflow* do processo *to-be* e separando fluxo principal e alternativo, documentando pré-condições, decisões importantes e resultados; (ii) desenvolver cenários de caso de uso, primeiro focando nos diálogos e então aperfeiçoando as etapas, adicionando dados, transações e objetos de interface.

Após as quatro fases essenciais pode-se ainda complementar a modelagem com outras atividades, como por exemplo especificação de regras de negócio e desenho de interface com o usuário.

2.3 Notações de Modelagem de Processos de Negócio

Depois de dois anos de trabalho, em maio de 2004, a iniciativa de gerenciamento de processos de negócio (*BPMP - Business Process Management Initiative*) liberou para o público a especificação 1.0 da notação de modelagem de processos de negócio (*BPMN - Business Process Modeling Notation*) [White, 2004]. O objetivo principal da *BPMN* é prover uma notação que é entendida prontamente por todos usuários de negócio, como os analistas de negócio que fazem rascunhos de processos, desenvolvedores responsáveis por implementar a tecnologia que irá realizar estes processos e as pessoas que irão monitorar e gerenciar estes processos. A *BPMN* também possibilita geração de código através da linguagem *BPEL4WS (Business Process Execution Language For Web Services)*.

A *BPMN* cria uma “ponte” para preencher a lacuna entre a modelagem de processos de negócio e a implementação de processos. Em *BPMN* é utilizado o

diagrama de processos de negócio (*BPD – Business Process Diagram*), que é baseado em uma técnica de fluxograma adaptado para criação de modelos gráficos de operações de processos de negócio. Logo, um modelo de processo de negócio é uma rede de objetos gráficos, que são atividades (por exemplo, trabalho) e controles de fluxo que definem sua ordem de execução [White, 2004]. O *BPD* é feito de elementos gráficos que facilitam o desenvolvimento de diagramas simplificados, que serão familiares a maioria dos analistas de negócios. Estes elementos foram escolhidos para serem distinguíveis uns dos outros e utilizar formas já conhecidas aos modeladores. Exemplificando: retângulos são atividades e losangos são decisões. Este exemplo fundamenta a idéia principal do *BPMN*, que é fornecer um mecanismo simples para criar modelos de processo de negócio e, ao mesmo tempo, ser capaz de lidar com a complexidade inerente aos processos de negócio.

A abordagem que foi utilizada para lidar com esses dois requisitos conflitantes foi organizar os aspectos gráficos da notação em categorias específicas. Dividindo os elementos gráficos em quatro categorias básicas, temos: objetos de fluxo, objetos de conexão, raias e artefatos. Um processo é exemplificado em *BPMN* na Figura 2.

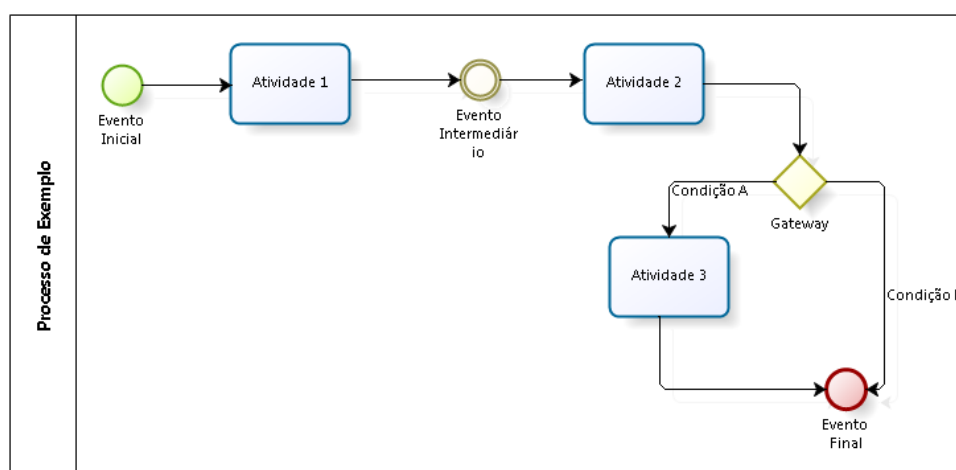


Figura 2 - Exemplo de processo modelado com a ferramenta Bizagi

O primeiro objeto de fluxo é o evento, que é representado por um círculo no item (a) da Figura 3. Da esquerda para direita, evento inicial, evento intermediário e evento final respectivamente. Um evento é algo que acontece durante o progresso de um processo de negócio. Eventos afetam o fluxo do processo de negócio e geralmente tem uma causa (*trigger*) ou um impacto (resultado). Marcadores internos diferenciam os eventos entre si.

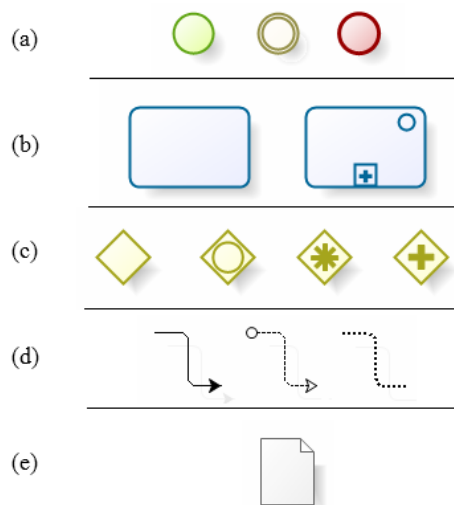


Figura 3 - Tipos de objetos usados em BPMN

Atividade é um termo genérico para o trabalho que uma empresa executa. As atividades também são objetos de fluxo, representadas como no item (b) da Figura 3, por um retângulo com cantos arredondados. Na Figura, uma atividade à esquerda e um subprocesso à direita. O subprocesso é caracterizado pelo símbolo de “+” ao centro do retângulo.

Um *Gateway* é usado para controlar divergências e convergências de um fluxo de sequência. Ele também é um objeto de fluxo e é representado por um losango, como na Figura 3, item (c). Ele determina decisões como bifurcações, fusões e união de caminhos. Da esquerda para direita, temos um *gateway* baseado em dados, um *gateway* inclusivo, um *gateway* complexo e um *gateway* paralelo, respectivamente. Um *gateway* baseado em dados é o tradicional XOR, onde, de acordo com um dado, há uma decisão

e só há um fluxo de saída. Um *gateway* inclusivo é utilizado como ponto de convergência para unir dois ou mais caminhos. Um *gateway* complexo é utilizado para tomar decisões complexas, onde apenas o usuário pode decidir o caminho que será percorrido no processo. Finalmente, um *gateway* paralelo indica um ponto de divergência em um processo onde atividades podem ser executadas concorrentemente.

Objetos de conexão conectam os objetos de fluxo em um diagrama, criando a base da estrutura de um processo de negócio. Na Figura 3 item (d), da esquerda para direita, um fluxo de sequência, um fluxo de mensagem e uma associação, respectivamente. Um fluxo de sequência é representado por uma linha sólida com uma seta preta preenchida internamente, sendo utilizado para demonstrar a ordem (sequência) em que as atividades serão realizadas em um processo. Um fluxo de mensagem é representado por uma linha tracejada com uma seta preta não preenchida internamente e é utilizado para demonstrar a troca de mensagens entre dois participantes de processo diferentes (entidades ou papéis de negócio) que as enviam ou recebem. Em *BPMN* duas *pools* separadas representam dois participantes. Uma associação é representada por uma linha pontilhada e é utilizada para associar dados, texto e outros artefatos com objetos de fluxo. Associações são usadas para mostrar entradas e saídas (*input* e *output*) de atividades.

Um artefato é um mecanismo utilizado para mostrar como dados são requeridos ou produzidos por atividades. Representado na Figura 3, item (e), é conectado por associação a uma atividade.

Uma raia, ou *swimlane*, é um mecanismo que separa atividades em categorias visuais para ilustrar diferentes capacidades funcionais ou responsabilidades. *BPMN* suporta dois tipos de *swimlanes*: na Figura 4, da esquerda para direita, *pool* e *lane*, respectivamente. *Pool* representa um participante (entidade) em um processo e é um *container* gráfico para particionar um conjunto de atividades de outras *pools*. *Lanes* são

subpartições dentro de um *pool* que organizam e caracterizam atividades. *Pools* são utilizados quando o diagrama envolve dois participantes ou entidades de negócio separados. Atividades dentro de *pools* distintos são consideradas processos independentes. Por isso, o fluxo de sequência não pode atravessar a fronteira de um *pool*. O fluxo de mensagem é definido como o mecanismo que viabiliza a comunicação entre dois participantes, e assim, deve conectar objetos entre dois *pools*. A Figura 5 exemplifica este conceito em um processo.

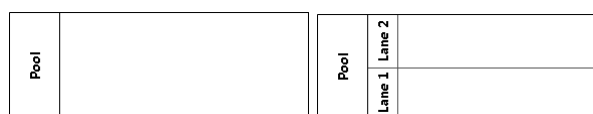


Figura 4 - Tipos de Swimlane

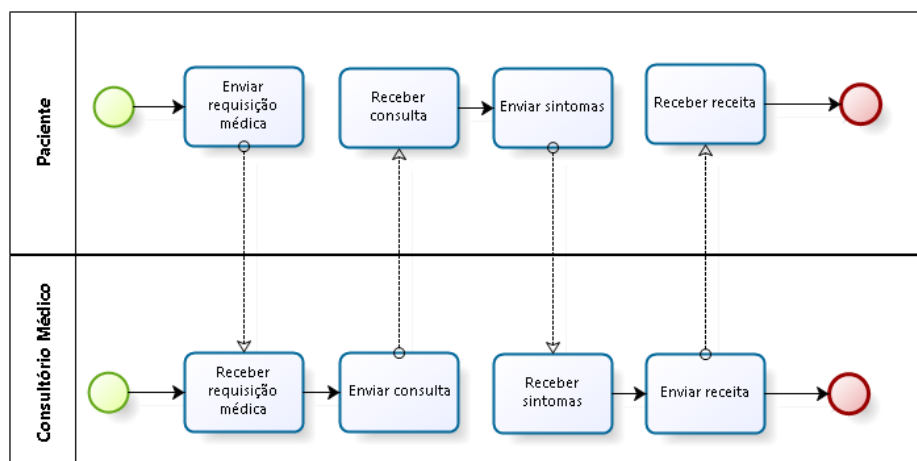


Figura 5 - Exemplo de processo contendo conceito de *pool* e fluxo de mensagem

2.4 Ferramentas de Modelagem de Processos de Negócio

Atualmente existem no mercado diversas ferramentas para a modelagem de processos de negócio. Como exemplos, podemos citar a ARIS Business Architect, da Software da AG/IDS Scheer [SOFTWARE AG, 2011], a BizAgi BPM, da BizAgi [BIZAGI, 2011], e a Intalio BPM, da Intalio [INTALIO, 2011].

ARIS Business Architect é um software de BPM bastante popular no mercado. Esta ferramenta se destaca pelo seu ponto forte em desenvolver diagramas EPC, FAD e

VAC. O diagrama EPC (*Event-Driven Process Chain*) modela um processo de acordo com fluxo de eventos e funções. O FAD (*Function Allocation Diagram*) é usado para retratar informações relevantes para um passo específico do processo. Finalmente, um VAC (*Value-Added Chain*) é um diagrama usado para identificar funções diretamente envolvidas em adicionar valor a empresa. A Figura 6 retrata a tela principal da ferramenta. Por ser um dos sistemas mais consolidados do mercado, tem um preço de licença mais elevado que os demais concorrentes. Como forma de divulgar a qualidade do seu produto, a Software AG disponibiliza uma ferramenta grátis, sem todos os recursos da versão completa, o ARIS Express [Aris, 2011].

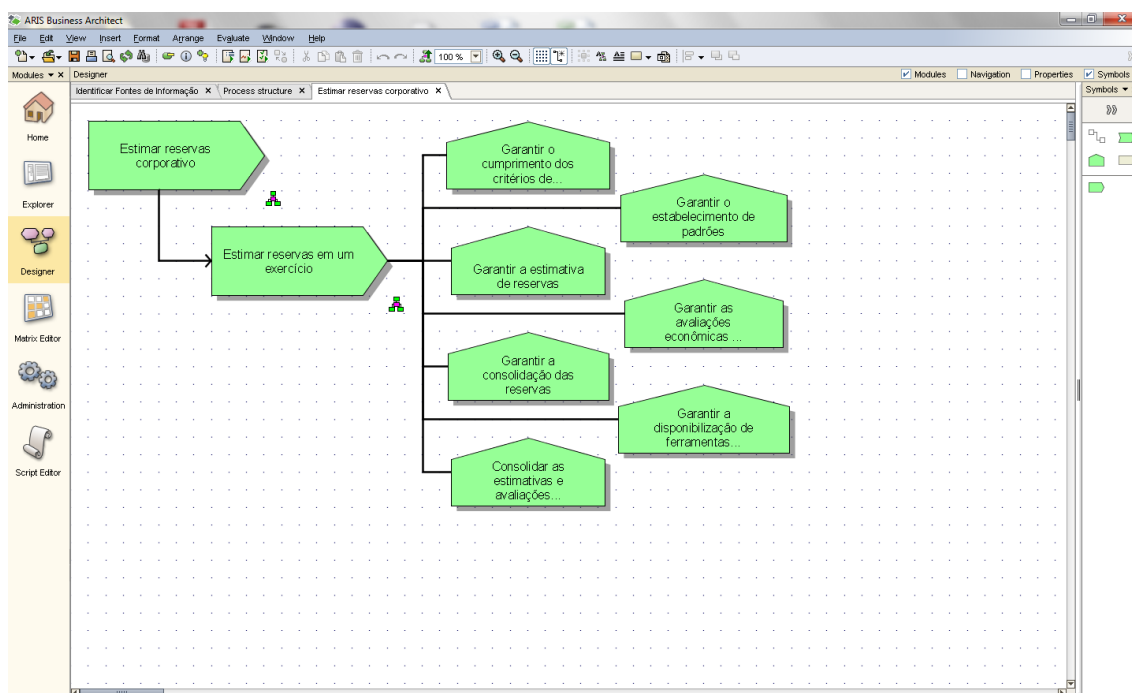


Figura 6 - Exemplo da tela principal do software ARIS Business Architect

BizAgi BPM é um software BPM com custo de licença reduzido, mais simples e fácil de utilizar. Nesta ferramenta, devido a sua interface simplificada, diagramas podem ser construídos com maior velocidade. Em poucos minutos, diagramas podem ser construídos com o arrastar e soltar do ponteiro do *mouse*. Sua interface simples é retratada na Figura 7. Falta-lhe, por outro lado, alguns recursos avançados de exportação e importação, presentes em softwares de grande porte, como o ARIS.

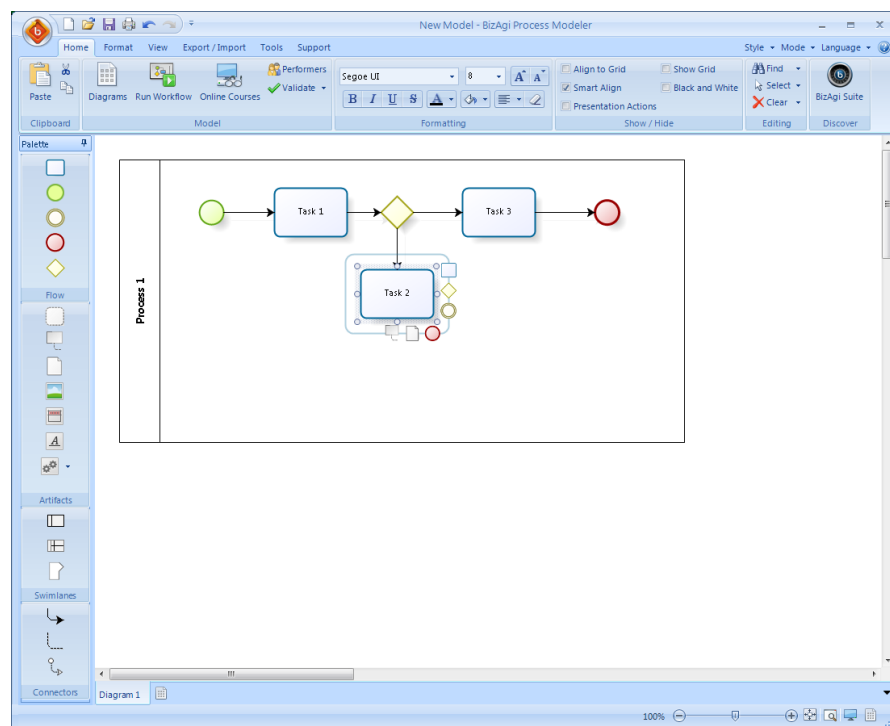


Figura 7 - Exemplo da tela principal do software BizAgi BPM

Intalio BPM é o software de BPM cujo custo de licença fica entre o BizAgi e o ARIS. Seu diferencial é que o software foi construído para ser usado em *cloud*, ou seja, a partir da compra da licença, o usuário pode acessar o software de um navegador conectado a Internet, com qualquer sistema operacional que tenha as tecnologias requeridas. Na Figura 8, o software é retratado em execução dentro de um navegador. O sistema também pode ser instalado localmente (“*on premises*”).

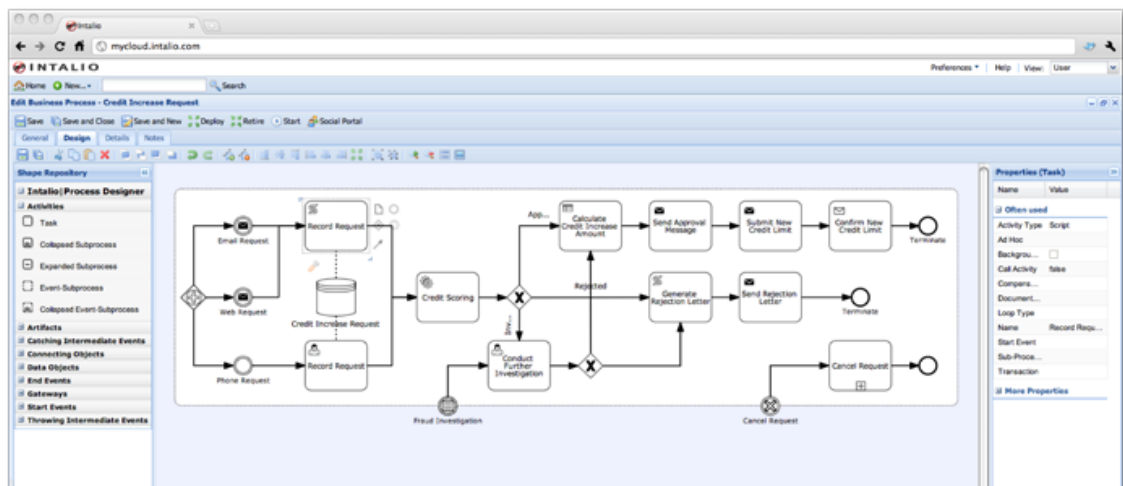


Figura 8 - Exemplo da tela principal do software Intalio BPM

2.5 EPCs e FADs

Event-Driven Process Chain (ou EPC) é o componente central na modelagem de processos. Ele representa uma sequência de tarefas ou atividades que compõem o processo e agregam valor ao negócio. O fluxo detalhado em modelo EPC engloba algumas informações, como papéis executores, unidades organizacionais e raias, de acordo com os papéis executores, interfaces para outros processos, eventos que marcam o início e fim do processo, eventos intermediários que descrevem circunstâncias importantes para o processo, operadores lógicos, as atividades propriamente ditas e sua sequência de execução. A Figura 9 exemplifica um diagrama EPC.

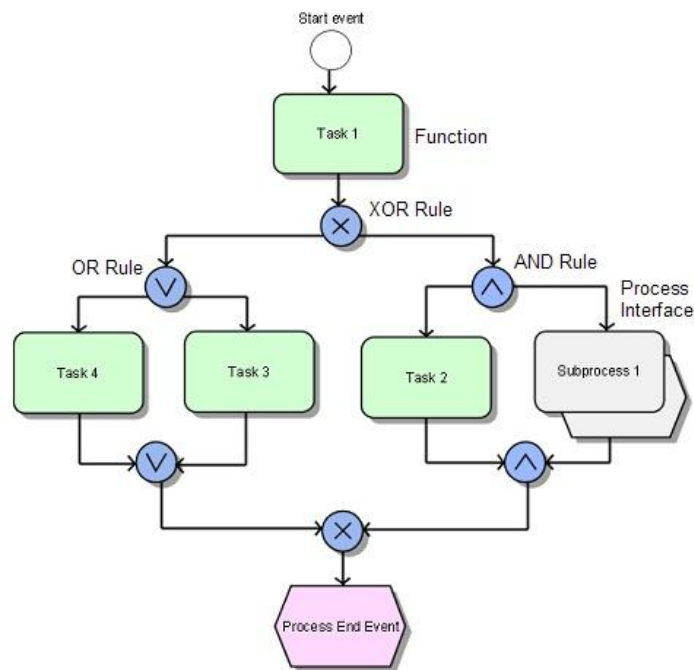


Figura 9 - Exemplo de um EPC simples

Function Allocation Diagram (ou FAD) é um diagrama que possui o detalhamento de uma atividade. Ele é o modelo de mais baixo nível construído durante a modelagem de um processo de negócio, detalhando uma atividade que pode ser encontrada em um EPC. Em um FAD são modeladas informações de uma determinada atividade, como entradas e saídas, papéis executores, unidades organizacionais, sistemas que apóiam a atividade, regras de negócio, indicadores, equipamentos, termos de glossário, localidade e riscos. A necessidade de chegar a este nível de detalhamento depende do escopo do projeto. A Figura 10 mostra um diagrama FAD.

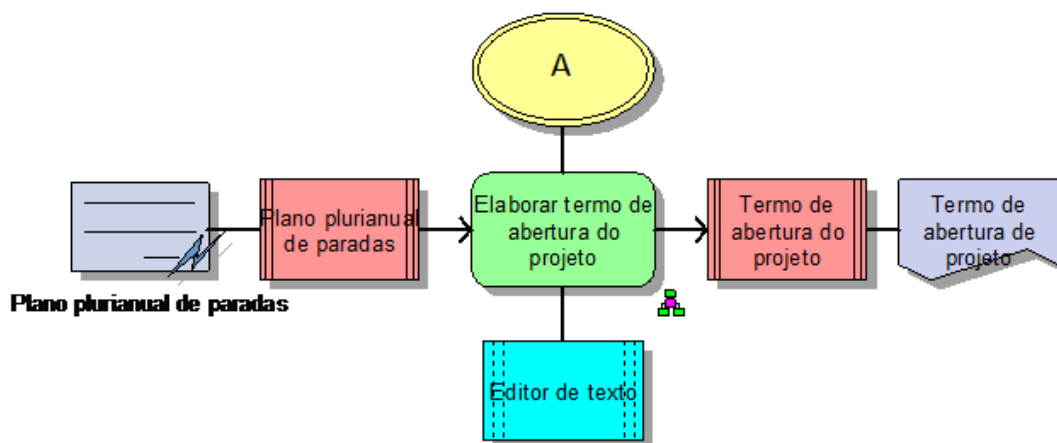


Figura 10 - Exemplo de um FAD simples

2.6 Considerações Finais

Neste capítulo foi tratada a importância da modelagem de processos de negócio para empresas desde seu princípio até os dias atuais, a notação de modelagem de processos de negócio e exemplos de ferramentas de modelagem de processos de negócio. O próximo capítulo tratará da estimativa do esforço necessário para realizar projetos de modelagem de processos de negócios, assim como as vantagens de antecipar o custo de um projeto deste tipo.

3 Estimativas de Esforços em Projetos de Modelagem de Processos de Negócio

Este capítulo retrata a trajetória que levou à descoberta de modelos para estimativas de esforços em diferentes classes de projetos de modelagem de processos. Inicia-se por caracterizar as classes de projetos de modelagem de processos conduzidos pelo grupo de pesquisa e prática para uma grande empresa petrolífera brasileira, seguindo até a descrição detalhada dos modelos de estimativa. Todas as informações contidas neste capítulo foram extraídas do Relatório Técnico Final de Estimativas [NP2Tec, 2010], referenciado no final deste documento.

O grupo NP2Tec realizou cerca de 50 projetos de Modelagem de Processos de Negócio para a Petrobras. A empresa sentiu a necessidade de poder averiguar se os novos projetos de modelagem tinham esforço e duração adequados para seu porte. Surgiu então a idéia de criar um modelo que permitisse estimar a duração e o esforço necessário para realização destes novos projetos, por meio dessa base histórica de projetos.

3.1 Tipos de Projeto de Modelagem de Processos Conduzidos pela Empresa

A área de Administração de Modelos de Processos de Negócio da empresa onde os projetos de modelagem de processos foram realizados, sentindo a necessidade de avaliar os prazos e recursos necessários para realização de seus projetos, estabeleceu um

projeto para prover um mecanismo de estimação do esforço médio em projetos de Modelagem de Processos de Negócio.

Na primeira fase deste projeto foi feita uma pesquisa na literatura de Engenharia de Software por trabalhos que auxiliassem a encontrar mecanismos de estimação aplicáveis aos projetos de Modelagem de Processos de Negócio na empresa. Na segunda fase, um modelo de estimação do esforço médio necessário para realização de projetos de Modelagem de Processos de Negócio foi desenvolvido.

O próximo passo foi organizar as informações dos projetos de modelagem de processo de negócio. Estes projetos estavam organizados de uma forma que não permitia análise imediata. As informações sobre estes projetos se encontravam em documentos diversos, tais como cronogramas, resumos de reuniões e outros tipos de documentação. Estas informações foram coletadas e organizadas segundo grupamentos lógicos e seus respectivos atributos. Os 48 projetos foram divididos em três grupos: ADM (Administrativo), TOP (Técnico Operacional) e TGE (Técnico de Gestão).

Em ADM, foram agrupados processos executados por áreas administrativas e de apoio à exploração e produção, onde a descrição e a modelagem dos procedimentos de execução das atividades possuem detalhamento que varia de acordo com a necessidade do Gestor de processos. Incluem os processos relacionados com funções administrativas, executadas em escritórios que geralmente são distantes da planta operacional. Estes processos envolvem coleta de informações sobre a demanda do mercado, controle de inspeções periódicas e tarefas de manutenção, organização de sessões de treinamento ou workshops, coleta e comunicação de informações da produção à alta gerência. Em geral, processos administrativos têm fluxo de trabalho simples, sendo compostos por várias atividades que não são descritas em detalhes. Foram reunidas informações sobre 13 processos administrativos.

Em TOP, foram agrupados processos característicos de práticas operacionais de exploração e produção, onde há necessidade de descrição e modelagem detalhada dos procedimentos de execução das atividades. Diferentemente dos ADM, os processos operacionais estão diretamente relacionados com a operação e a produção. Normalmente, estes processos são executados por pessoal técnico, que interage diretamente com os equipamentos instalados no local de produção. Estes processos são geralmente descritos por enormes fluxos de trabalho, incluindo o desenho de rotas de exceção a serem seguidas quando o processo não tem o comportamento esperado. No caso de atividades críticas, e sempre que necessário, são elaborados procedimentos detalhados que evidenciam como estas atividades devem ser executadas. Foram coletadas informações sobre 10 processos operacionais.

Em TGE, foram agrupados processos de acompanhamento, análise e gestão das operações de exploração e produção, onde a descrição e modelagem dos procedimentos de execução das atividades são detalhadas em um nível mais alto, pelas características destes tipos de processos onde ocorrem análises e negociações. Estes processos são encontrados em uma zona intermediária entre os processos administrativos e operacionais. Processos administrativos mantêm seu foco em atividades de escritório e comunicação. Já os processos de gestão técnica se referem à continuidade e aprimoramento da produção. Tipicamente envolvem a gerência dos recursos necessários à operação, acompanhamento do desempenho de novos métodos de produção e equipamentos, avaliação do desempenho de novos locais de produção. Dependendo do foco, os processos de gestão podem ser executados em escritórios próximos ou distantes dos locais de produção. Eles se diferem dos processos operacionais na medida em que não se envolvem diretamente com a manipulação dos equipamentos utilizados na produção. Processos de gestão técnica são geralmente de médio porte, quando

comparados com as classes anteriores, e são fortemente sujeitos a automação. Foram reunidos 26 processos de gestão técnica.

Depois de classificar cada projeto de modelagem de processos de negócio como ADM, TOP ou TGE, reunimos as seguintes informações sobre cada projeto:

- ID: identifica exclusivamente um projeto durante a análise;
- Nome: um identificador legível para o projeto. Usado para fins de relatórios;
- Classe do projeto: classifica o projeto em ADM, TOP ou TGE de acordo com as características descritas acima;
- Unidade de Negócio: os 48 projetos de modelagem de processo de negócio envolveram agentes de 12 unidades de negócio distintas;
- Início/Término do projeto: indica as datas de início e conclusão do projeto;
- Gerente do projeto: nome do gerente responsável pelo projeto de modelagem de processos de negócio;
- Analista (x3): indica o nome de um analista. Os projetos foram executados por até 3 analistas. Para cada um deles, indica-se sua dedicação ao projeto como fração de um dia de 8 horas e o período de tempo durante o qual ele esteve envolvido no projeto;
- EPC: número de fluxos de trabalho que compõem o processo;
- FAD: número de atividades atômicas nos fluxos de trabalho que descrevem o processo;
- Riscos: número de riscos identificados para o processo;
- Indicadores: número de indicadores identificados para o processo;
- Sistemas: número de sistemas de informação, aplicações de automação e painéis de monitoramento que apóiam os processos modelados;
- Requisitos de negócio: número de requisitos de negócio analisados durante a modelagem de processo;

- Regras de negócio: número de regras de negócio que foram identificadas para um processo. Normalmente, essas regras ficam codificadas nos sistemas de apoio ao processo;
- Telas: número de telas de interação das aplicações de suporte ao processo e que foram usadas no projeto;
- Equipamentos: número de equipamentos relacionados com o processo em análise (quando aplicável);
- Diagrama de interface: indica se foi desenvolvido um diagrama que descreve as interfaces entre o processo atual e outros processos.

Os atributos acima foram coletados para todos os projetos que compõem a base de dados. Em seguida, foram eliminados 7 projetos do banco de dados pelas razões abaixo:

- Um projeto ADM foi eliminado por conter muitas atividades (FAD). Em média um processo ADM tem 46 atividades. O processo referido tinha 183 atividades e o segundo processo com mais atividades tinha apenas 79 atividades;
- Um processo TGE foi eliminado pois foi interrompido por um longo período. A equipe de modelagem mudou após este período e a nova equipe teve que reiniciar o aprendizado sobre o domínio do problema que estavam modelando. O esforço exigido por este processo foi maior do que o exigido por processos semelhantes;
- Dois projetos TGE foram eliminados por serem muito pequenos (5 e 10 atividades, respectivamente) e foram executados em um prazo muito curto (cerca de um mês). Processos TGE tem em média 59 atividades e são executados em cerca de 3 meses;
- Um projeto TOP e dois TGE foram descartados devido à forte reutilização de outros processos. Embora a reutilização de descrições de processos seja recomendada como uma boa prática, estes foram os únicos casos em que houve oportunidade de

reutilização. Desta forma, não se pode comparar o (reduzido) esforço gasto para realizar estes projetos com o esforço exigido em projetos semelhantes.

3.2 A Estratégia de Estimativa de Esforço

Uma técnica de estimativa de esforço tem como objetivo determinar o número de homens-dia necessários para realizar uma tarefa. A fórmula (1) descreve as dependências entre a duração da tarefa, o trabalho a ser feito e o número de recursos envolvidos. Na fórmula, D representa a duração da atividade, representada em uma unidade de tempo; W é a quantidade de trabalho necessária para um único recurso realizar a atividade, também medida em unidade de tempo; U representa o número de recursos disponíveis para realizar a atividade; e α representa um fator de escala.

$$D = \alpha \cdot W / U \quad (1)$$

O fator de escala controla a capacidade de vários recursos participarem juntos na mesma atividade. À medida que novos recursos são adicionados, o tempo necessário para realizar a tarefa diminui proporcionalmente aos recursos adicionados. Caso o fator de escala seja menor do que um, a adição de novos recursos pode diminuir a duração da tarefa mais do que proporcionalmente ao número de recursos, denotando economia de escala (dois ou mais recursos podem trabalhar mais rápido que um único desenvolvedor). Em contrapartida, um fator de escala maior do que um, representa falta de economia de escala, ou seja, a adição de novos recursos pode reduzir a duração da tarefa, porém, de forma sublinear.

Sendo D vezes U uma medida de esforço (número de recursos trabalhando durante um determinado período de tempo) pode-se dizer que $E = \alpha \cdot W$. Para o presente estudo foi considerado que $\alpha = 1$. Desta forma, é gerada uma equação que iguala trabalho e esforço. Com base no banco de dados de projetos de modelagem, foi necessário

construir modelos para o trabalho realizado no contexto dos projetos e para o esforço dispendido pelos envolvidos no projeto.

As equações que descrevem a quantidade de trabalho para um determinado projeto com base em seus atributos foram fundamentadas na base de dados de projetos já concluídos. Ao considerar um novo projeto, o valor destes atributos pode ser estimado e pode-se calcular seu esforço aplicando os valores dos atributos ao modelo de trabalho.

Foi concluído que a quantidade de trabalho a ser realizada em um projeto p de modelagem de processo depende da classe do processo e é baseada em duas variáveis: FAD_p e NEL_p . FAD_p é o número de FAD do projeto p e NEL_p é o número de elementos do mesmo projeto. A equação (2) descreve o modelo de estimativas geral como uma função destas duas variáveis. Portanto, antes de se estimar um projeto de modelagem, é necessário ter uma noção da quantidade de atividades relacionadas ao projeto e do número de elementos distintos que farão parte do detalhamento das atividades.

$$W_p = f(FAD_p, NEL_p) \quad (2)$$

O esforço (em homens/dia) dispendido em cada projeto que compõe a base de dados foi obtido pela multiplicação do número de recursos que participaram do projeto pela quantidade de tempo em que ele foi executado. Como dito anteriormente, os projetos de modelagem foram executados por dois tipos de recursos: analistas de processo e gerentes. Analisando os dados, foi percebida uma participação quase constante de gestores, dedicando 20% do seu tempo de trabalho para cada projeto. Sendo assim, é possível afirmar que a gestão de um projeto de modelagem pode ser considerada um esforço constante e, conseqüentemente, a variação da força de trabalho pode ser descrita apenas em função do número de analistas envolvidos no projeto. Por conta disso, as próximas subseções descrevem o modelo de esforço dos analistas, com base no qual pode ser estimado o esforço total do projeto.

3.2.1 Estimativa para Projetos Administrativos

Depois de eliminar os projetos fora da curva (*outliers*), restaram 12 projetos do tipo ADM na base de dados. A tabela 1 apresenta um resumo das informações sobre esses projetos.

Tabela 1 - Síntese de informações sobre projetos ADM [NP2Tec, 2010]

	<i>MED</i>	<i>DP</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
FAD _p	46	20	14	79
NEL _p	4	n/a	2	5
D _p	77	27	42	132
E _p	33	27,6	12,3	104,4
E _p /FAD _p	0,74	0,41	0,25	1,48

O melhor ajuste da equação (2) para projetos ADM foi uma combinação de um polinômio de terceiro grau em relação ao número de atividades e uma equação linear em relação ao número de elementos, como demonstrado na equação (3).

$$E_p = 0,00137.FAD_p^3 + (-0,1587.FAD_p^2) + 5,8254.FAD_p + (-10,104.NEL_p) - 3,684 \quad (3)$$

O processo de estimação para projetos ADM pode ser resumido da seguinte forma:

(i) estimar o número de atividades para o projeto em questão. Processos ADM variam de 15 a 80 atividades; (ii) estimar o número de elementos a serem contemplados na modelagem. Em geral, os processos do tipo ADM descrevem de 3 a 5 elementos distintos (sistemas, indicadores, requisitos de negócio/regras, telas e diagramas de interface); (iii) caso o número de atividades seja inferior a 80 e o número de elementos seja menor que 6, aplicar a equação (3) para estimar o esforço necessário para realizar o projeto em homens-dia. Aceitar estimativas até $E_p + FAD_p * 0,41$, permitindo um desvio padrão cobrir os riscos do projeto; (iv) caso o número de atividades for maior que 80 ou o número de elementos for superior a 5, não se pode determinar uma equação de ajuste.

Em tais casos, a equação (3) pode fornecer valores inadequados e uma gama aceitável de estimativa pode ser $0,74 * FAD_p$ até $1,56 FAD_p$, isto é:

$$\mu_E * FAD_p \leq E_p \leq (\mu_E + 2 * \sigma_E) * FAD_p$$

3.2.2 Estimativa para Projetos Técnicos de Gestão

Após a eliminação dos valores fora da curva (*outliers*), restaram 20 projetos TGE na base de dados. A tabela 2 apresenta um resumo das informações sobre esses projetos.

Tabela 2 - Síntese de informações sobre projetos TGE [NP2Tec, 2010]

	<i>MED</i>	<i>DP</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
FAD_p	54	25	13	109
NEL_p	3	n/a	2	7
D_p	63	42	16	151
E_p	26	15	8	56
E_p/FAD_p	0,53	0,28	0,16	1,13

Os dados disponíveis para os processos TGE apresentaram muito ruído em comparação com os dados de processos ADM e TOP. Portanto, o melhor ajuste para equação (2) para projetos TGE foi insatisfatório. Sendo assim, realizamos a suavização dos dados através de um processo de alisamento por média de terceira ordem. Após a suavização dos dados, a equação que apresentou melhor ajuste para a equação (2) foi uma função de potência sobre o número de atividades, sem a participação do número de elementos, conforme apresentado na equação (4).

$$E_p = 2,0658.FAD_p^{0,6207} + 0,7163 \quad (4)$$

O processo de estimação para processos TGE pode ser resumido da seguinte forma:

(i) estimar o número de atividades para o projeto em questão. Processos do tipo TGE têm geralmente entre 20 e 100 atividades; (ii) aplicar a fórmula (4) para estimar o

esforço necessário para realizar o projeto, em homens-dia. Aceitar um intervalo de 20% para as estimativas, que é uma margem razoável para acomodar os riscos do projeto.

3.2.3 Estimativa para Projetos Técnicos Operacionais

Após eliminação dos valores fora da curva (*outliers*), restaram 9 projetos TOP na base de dados. A tabela 4 apresenta um resumo das informações sobre esses projetos.

Tabela 3 – Síntese de informações sobre projetos TOP [NP2Tec, 2010]

	<i>MED</i>	<i>DP</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
FAD _p	322	252	37	722
NEL _p	6	n/a	4	7
D _p	146	51	78	229
E _p	129	95	27	301
E _p /FAD _p	0,38	0,09	0,27	0,53

O melhor ajuste para a equação (2) após um processo de suavização foi uma combinação de um polinômio de segundo grau em relação ao número de atividades e uma equação linear sobre o número de elementos, como demonstrado na equação (5).

$$E_p = 1,5E - 04.FAD_p^2 + 0,1751.FAD_p + 3,036.NEL_b + 3,126 \quad (5)$$

O processo de estimação para processos TOP pode ser resumido da seguinte forma:

(i) estimar o número de atividades para o processo em questão. Pequenos processos TOP têm geralmente de 50 a 250 atividades, enquanto os processos grandes 600 ou mais atividades; (ii) estimar o número de elementos a serem contemplados na modelagem. Pequenos processos TOP normalmente descrevem 5 ou 6 elementos distintos enquanto grandes processos TOP endereçam 6 ou 7 elementos; (iii) aplicar a fórmula (5) usando valores dos parâmetros da tabela 3 para estimar o esforço necessário para realizar o projeto, em homens-dia. Aceitar um intervalo de 10% para as estimativas, que é uma margem razoável para acomodar os riscos do projeto.

3.2.4 Identificação de Projetos Similares

A similaridade entre um projeto previamente concluído e um novo projeto serve para validar a estimativa de esforço do novo projeto. Para identificar projetos similares, foram levadas em consideração as seguintes características: (i) tipo do processo (ADM, TOP ou TGE); (ii) número de atividades (FAD); e os seguintes indicativos: (iii) levantamento de riscos; (iv) levantamento de indicadores; (v) levantamento de sistemas; (vi) levantamento de requisitos de negócio; (vii) levantamento de regras de negócio; (viii) levantamento de telas; (ix) levantamento de equipamentos; e (x) levantamento de diagramas de interface.

Para identificar quais são os projetos previamente concluídos mais próximos de um projeto a ser estimado, foi realizada uma analogia geométrica que permitiu que uma medida de distância fosse calculada entre os projetos. Dados dois projetos P1 e P2 foi descrito um vetor em um espaço geométrico de 10 dimensões, uma para cada característica citada acima. Para cada dimensão, o vetor representa a diferença entre os projetos, assumindo um valor de acordo com as seguintes regras de mapeamento:

- Espaço de tipo de processo: caso o tipo de P1 seja diferente do tipo de P2, o vetor terá valor 1. Caso contrário terá valor 0;
- Espaço do número de atividades: é calculado o número mínimo (FAD_{MIN}) e o número máximo (FAD_{MAX}) de atividades dos projetos envolvidos na análise, incluindo o projeto a ser estimado. Calcula-se o valor do vetor nesta dimensão de acordo com a equação abaixo, considerando FAD_1 e FAD_2 como número de atividades, respectivamente, de P1 e P2.

$$V_3 = \frac{ABS(FAD_1 - FAD_2)}{FAD_{MAX} - FAD_{MIN}}$$

- Espaço de elementos: para cada espaço referente aos atributos citados previamente, entre riscos e diagramas de interface, o vetor assume valor 0 quando ambos os projetos P1 e P2 tiverem, ou ambos não tiverem, realizado o levantamento do elemento em questão. Assim, caso P1 tenha realizado levantamento do elemento em questão e P2 não tenha feito este levantamento, o vetor assume valor 1. Ou seja, cada célula do vetor irá assumir valor 1 se os dois projetos forem distintos no quesito avaliado nesta célula. Inversamente, cada célula do vetor assumirá valor 0 se os dois projetos forem idênticos naquele quesito.

O vetor descrito acima estará representado no hipercubo de dimensão unitária do primeiro quadrante do espaço geométrico de 10 dimensões. Os projetos P1 e P2 serão tão próximos entre si o quanto o vetor de 10 dimensões for preenchido com zero. A distância euclidiana é utilizada para calcular a distância do vetor para a origem, sendo calculada pela raiz quadrada da soma dos quadrados dos valores do vetor, conforme a equação abaixo.

$$d = \sqrt{V_1^2 + V_2^2 + V_3^2 + \dots + V_{10}^2}$$

Cada dimensão do vetor está mapeada no intervalo [0, 1], logo a distância entre os dois projetos estará mapeada no intervalo [0, $\sqrt{10}$]. Finalmente, para identificar os projetos mais próximos a um projeto a ser estimado, basta calcular a distância do projeto a ser estimado com os demais e ordenar os projetos de forma crescente em relação a esta distância. Os primeiros projetos desta lista serão os mais próximos do projeto a ser estimado.

3.3 Considerações Finais

Os modelos apresentados neste capítulo são altamente dependentes da qualidade dos dados disponíveis. O modelo poderia ser mais rico caso houvesse uma quantidade maior de dados disponíveis e caso esses dados fossem coletados de maneira mais precisa. Novos dados devem ser coletados a partir de novos projetos de modelagem e inseridos no banco de dados para permitir futuras revisões e contribuir fortemente para a melhoria das equações do modelo.

Este capítulo mostrou a trajetória que levou à descoberta de modelos para estimativas de esforços em diferentes classes de projetos de modelagem de processos, caracterizou classes de projetos de modelagem de processos de grande empresa petrolífera brasileira e descreveu de forma detalhada os modelos de estimativa.

O próximo capítulo irá falar sobre o sistema que foi desenvolvido utilizando os modelos de estimativa descritos acima para auxiliar na estimativa de esforço de novos projetos, e as tecnologias utilizadas por este sistema. Por fim, o sistema será apresentado através de *screenshots*.

4 Sistema de Apoio a Estimativas de Esforço em Modelagem de Processos

Este capítulo retrata o sistema que foi desenvolvido para viabilizar estimativas de projetos de modelagem de processos segundo o modelo apresentado no capítulo 3. Apresentaremos os requisitos de sistema, sua modelagem conceitual, a modelagem do banco de dados, e as tecnologias utilizadas no desenvolvimento do sistema. Em seguida, é feita a apresentação de suas principais telas.

4.1 Requisitos do Sistema

Antes de iniciar o desenvolvimento de qualquer sistema, se faz necessário saber que ações poderão ser realizadas com o seu apoio. Os casos de uso que o Sistema de Estimativa de Esforços para Modelagem de Processos (SEEMP) irá apoiar serão:

- **Manter Cadastro de Projetos:** para efetuar estimativas sobre o esforço necessário para a realização de um projeto de modelagem de processos com maior acurácia, projetos antigos podem ser analisados. Com isso, novos projetos podem ser estimados de acordo com projetos antigos com características similares. Este caso de uso permite o registro (inclusão, alteração e exclusão) de projetos concluídos para que eles sirvam de referência para a estimativa;
- **Manter Cadastro de Gerências:** projetos de modelagem de processos são iniciados por um pedido vindo de uma gerência. Este caso de uso permite o registro (inclusão,

alteração e exclusão) de uma gerência responsável por projetos de modelagem de processos de negócio;

- **Manter Cadastro de Usuários:** para que um usuário se registre no sistema é necessário que ele esteja registrado no cadastro de usuários. Neste cadastro, registramos a senha do usuário, seu login e suas permissões de acesso às funcionalidades providas pelo sistema;
- **Estimar Projeto:** este caso de uso tem como objetivo permitir a estimativa de esforço para a execução de um projeto de modelagem de processos;
- **Configurar Modelo de Estimativas:** este caso de uso tem como objetivo configurar os parâmetros de cálculo para as estimativas de esforço para realização de projetos de modelagem de processos de negócio;
- **Extrair Informações para Ajustar o Modelo:** este caso de uso tem como objetivo extrair dados sobre os projetos de modelagem de processos de negócio em um formato que possa ser lido por planilhas eletrônicas ou ferramentas que permitam o ajuste dos parâmetros de cálculo das equações do modelo de estimativas;
- **Autenticar Usuário:** para ter acesso ao sistema de estimativas, seja para consulta ou para modificação de dados, é necessário que o usuário seja autenticado. Através do login do usuário, o servidor verifica as suas permissões e libera o acesso às respectivas funcionalidades do sistema.

A Figura 11, que retrata o diagrama de casos de uso utilizado no SEEMP, nos ajuda a verificar quais os atores envolvidos em cada caso de uso.

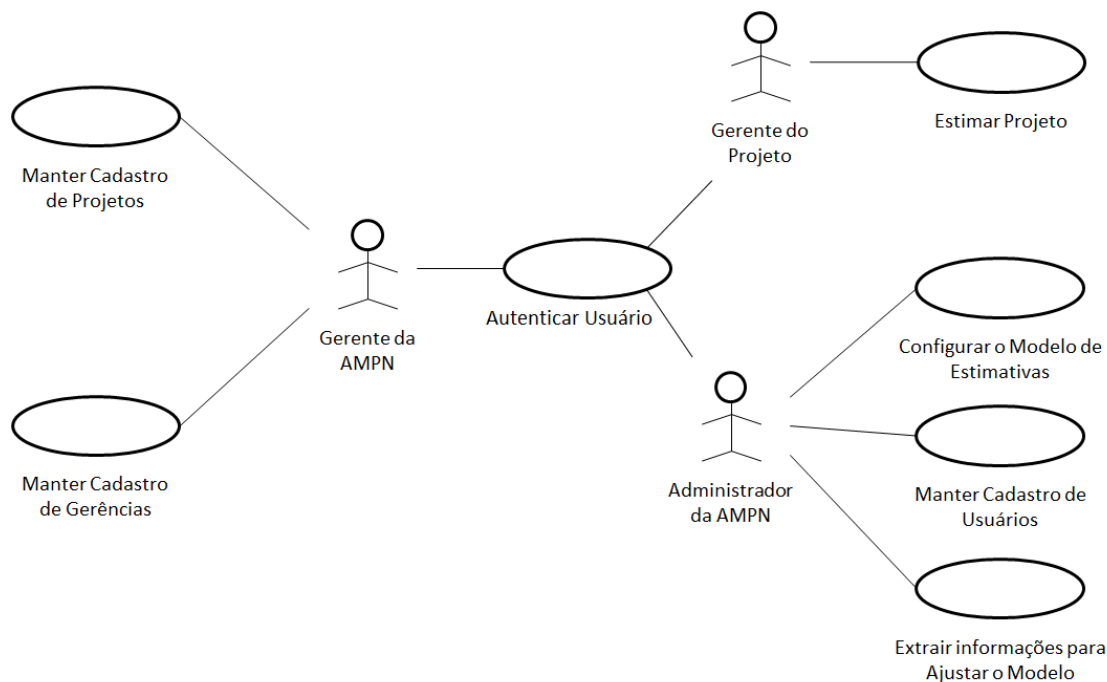


Figura 11 - Diagrama de Casos de Uso [SEEMP, 2010]

4.2 Modelagem do Sistema

Após analisar os requisitos e especificar os casos de uso do sistema, o desenvolvimento foi iniciado. A Figura 12 apresenta o diagrama de classes conceitual do sistema, apresentando suas principais classes de domínio.

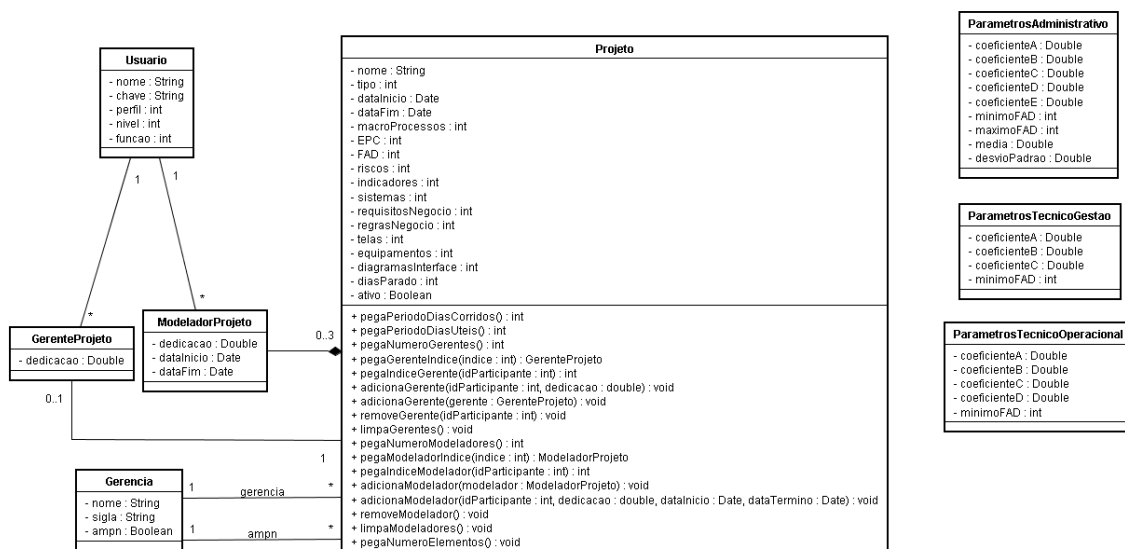


Figura 12 - Diagrama de Classes – SEEMP

A classe *Usuario* armazena os dados de um usuário. Um *GerenteProjeto* ou *ModeladorProjeto* é um *Usuario*, indicando o tipo de participação do usuário nos projetos registrados no sistema. A classe *Projeto* armazena os dados de um projeto. Um projeto pode ter um ou nenhum gerente e pode ter até 3 modeladores. Um projeto está associado a uma *Gerencia* e uma *AMPN* (também instância da classe que representa as gerências), enquanto uma Gerência e AMPN podem ter vários projetos. As classes de parâmetros - Administrativo, Técnico Operacional e Técnico de Gestão - não se relacionam diretamente com as demais, mas armazenam os parâmetros de estimativas dos três tipos de projeto.

4.3 Linguagem e Ambiente de Programação

A linguagem de programação utilizada no desenvolvimento do sistema foi Java, originada em 1995 por James Gosling na Sun Microsystems (agora subsidiária da Oracle Corporation). Sua sintaxe foi derivada das linguagens C e C++, com modelo de objetos mais simples e operações de baixo nível automatizadas (por exemplo, não se declara ponteiros ou se libera explicitamente memória - o *garbage collector* é uma ferramenta automática encarregada de limpar a memória periodicamente). Isto acarreta em certa perda de desempenho, mas a linguagem se torna mais simples e direta ao uso, e o desenvolvedor pode focar suas atenções em seu projeto, sem preocupações extras com a sintaxe da linguagem ou operações clericais. As aplicações Java geralmente são compiladas em *bytecode* (a forma de instruções que a máquina virtual Java executa) que podem ser executadas em qualquer máquina virtual Java, independentemente do sistema operacional ou arquitetura do computador. Java é uma linguagem de propósito geral, orientada a objetos e baseada em classes, projetada para ter a menor quantidade de dependências de execução possível. A idéia é permitir que os desenvolvedores

“desenvolvam uma vez e rodem em qualquer lugar”. Até hoje a linguagem Java já atraiu 6,5 milhões de desenvolvedores de software [ORACLE, 2011].

O ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) utilizado junto à linguagem Java foi o Eclipse. Um IDE é um programa para escrever programas. Suas funcionalidades incluem: (i) auto-completar: o IDE completa o código por conhecer palavras-chave da linguagem de programação, nomes de classes e funções anteriormente utilizadas; (ii) gerenciamento de recursos: o IDE gerencia bibliotecas, *header files* e outros recursos necessários para a execução do programa; (iii) ferramentas de depuração: o IDE deve fornecer ferramentas onde seja possível testar a aplicação antes de liberar versões para seus usuários; (iv) compilar e rodar: o IDE deve oferecer mecanismos para compilar e rodar a aplicação de forma simples e rápida [WRIGHT, 2005].

O uso de um IDE traz certas vantagens e desvantagens. Algumas vantagens que podem ser citadas incluem: (i) menos tempo e esforço gasto: a finalidade de um IDE é tornar o desenvolvimento de software mais ágil e fácil, oferecendo funcionalidades e ferramentas que ajudam a prevenir erros, organizar recursos e prover atalhos; (ii) fortalecer normas do projeto ou da empresa: por trabalhar em um mesmo IDE, um grupo de desenvolvedores irá aderir a um jeito padronizado de fazer um ação, viabilizando com que padrões sejam fortalecidos por *templates* pré-definidos pelo IDE ou por bibliotecas de código compartilhadas por membros da equipe; (iii) gerenciamento de projeto: o IDE tem ferramentas de documentação que automatizam, ou até obrigam, a entrada de comentários dos desenvolvedores. Por oferecer uma apresentação visual dos recursos, conhecer um comportamento de uma aplicação se torna mais fácil do que quando era necessário pesquisar seu sistema de arquivos [WRIGHT, 2005]. Algumas desvantagens podem ser apontadas ao uso de um IDE, como: (i) curva de aprendizado: conhecer bem e maximizar o benefício oferecido pelo

IDE requer tempo e paciência; (ii) um IDE sofisticado pode não ser uma boa ferramenta para programadores iniciantes: ao juntar a complexidade do IDE com a dificuldade de aprender programação, o resultado pode ser frustrante.

O Eclipse é um IDE multi-linguagem, com um sistema de extensão por plug-ins. Foi escrito em Java, mas pode ser usado para desenvolver em Java e, com a ajuda de diversos plug-ins, em Ada, C, C++, COBOL, Perl, PHP, Python, Ruby, Scala, Clojure e Scheme. Eclipse é um software livre (licenciado de forma a conceder o direito aos usuários de usar, modificar, estudar e melhorar sua concepção através da disponibilidade de seu código fonte) e de código aberto desenvolvido pela comunidade. Também é um software multi-plataforma, pois permite a construção de programas simultaneamente em Linux, OS X, Solaris e Windows [IBM, 2005].

4.4 Armazenamento de Dados

Para manter os dados do sistema persistentes, a ferramenta Oracle, foi adotada. O Oracle é um Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD). Foi escrito em C/C++ em 1977 por Larry Ellison e seus ex-colegas de trabalho Bob Miner e Ed Oates, na Software Development Laboratories. Em 1982 o nome da companhia se tornou Oracle Corporation para se alinhar com o principal produto [ORACLE, 2011].

O SGBD Oracle foi pioneiro nos seguintes aspectos: (i) primeiro banco de dados baseado em SQL disponível comercialmente (em 1979); (ii) primeiro banco de dados com suporte a multi-processamento simétrico (SMP) (em 1983); (iii) primeiro banco de dados distribuídos (em 1986); (iv) primeiro banco de dados homologado pelo padrão ANSI SQL (em 1993); (v) primeiro banco de dados 64-bit (em 1995); (vi) primeiro banco de dados proprietário disponível em Linux (em 1998); e (vii) primeiro banco de dados a suportar XML (em 1999) [ORACLE, 2011].

Para persistência dos dados do SEEMP foram criadas 6 tabelas, como demonstra a Figura 13.

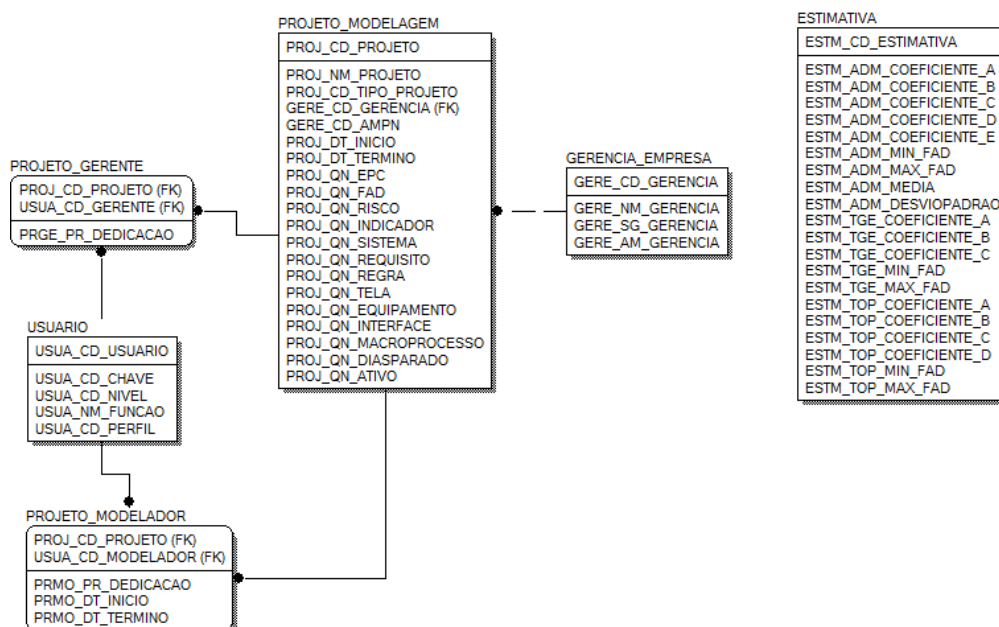


Figura 13 - Diagrama Entidade-Relacionamento - SEEMP

4.5 Apresentação do Sistema

As Figuras a seguir farão uma breve apresentação ao SEEMP. A Figura 14 mostra a tela inicial do sistema, onde é possível acessar todas as suas funcionalidades.



Figura 14 - Tela Inicial

A tela de Cadastro de Gerências é mostrada pela Figura 15. Nela é possível ver o nome e a sigla das gerências registradas no sistema, adicionar, remover, modificar, consultar e excluir gerências.

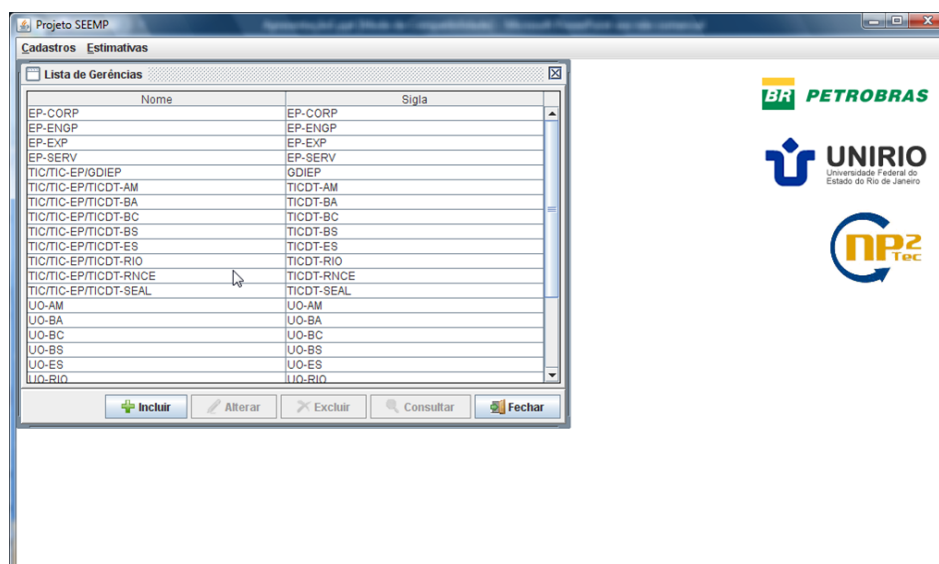


Figura 15 - Tela de Cadastro de Gerências

A Figura 16 demonstra a janela de inclusão ou alteração de uma gerência. O campo tipo indica se uma gerência é uma AMPN ou não.

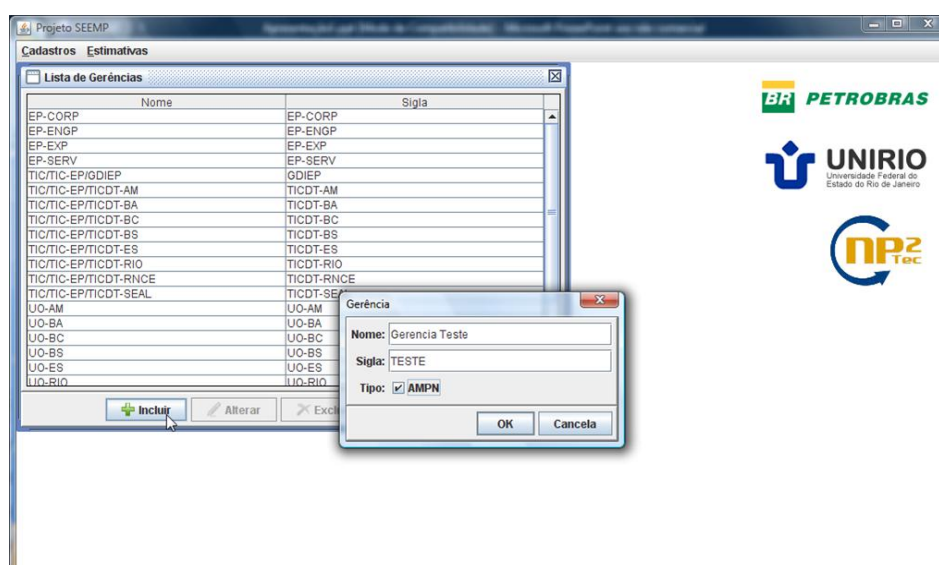


Figura 16 - Adicionar ou modificar uma Gerência

Similar ao cadastro de gerências, o cadastro de usuários é retratado pela Figura 17. É possível incluir, modificar ou remover usuários. O campo chave é seu *login* na empresa. Perfil é o tipo de usuário, que determina os limites do seu acesso no sistema (pode ser Usuário, um perfil limitado, ou Administrador um perfil que pode acessar e modificar qualquer dado). Nível (pode ser Junior ou Sênior) e Função (pode ser Analista de Processo ou Gerente) complementam a descrição do usuário.

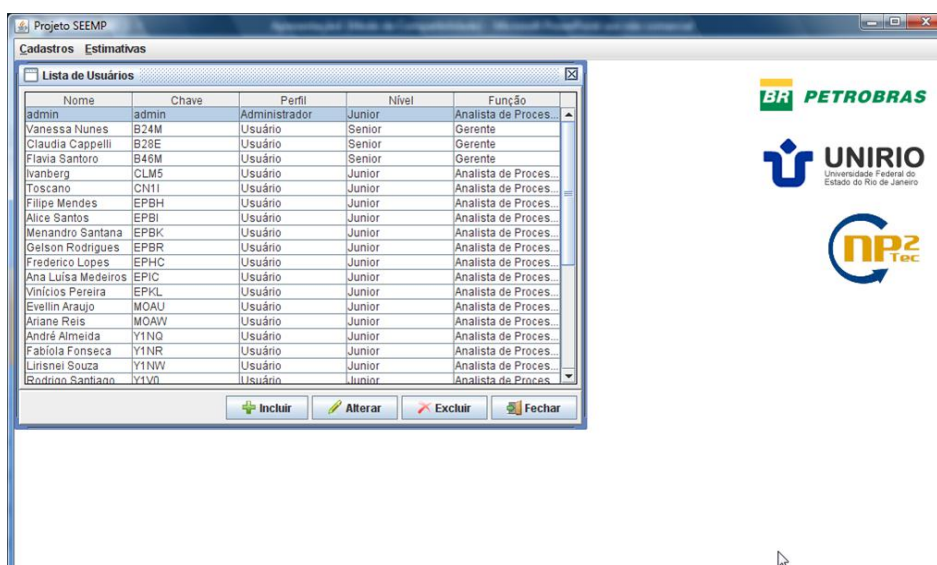


Figura 17 - Cadastro de Usuários

A janela de inclusão ou alteração de um usuário é demonstrada pela Figura 18, onde é possível escolher a chave do usuário, seu perfil, nível e função.

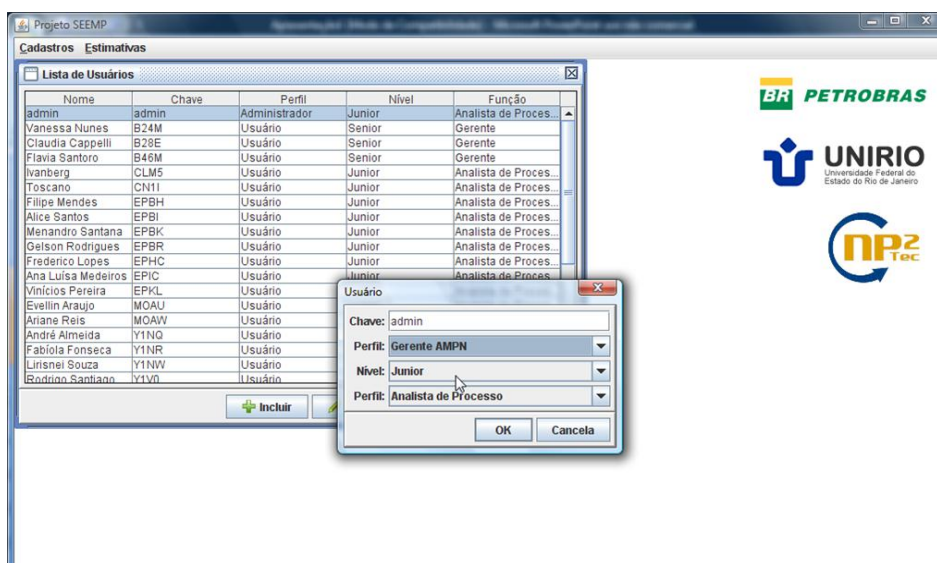


Figura 18 – Adicionar ou modificar um Usuário

Como nos cadastros anteriores, a Figura 19 retrata o cadastro de projetos, onde pode ser visto o seu nome, seu tipo (ADM, TOP ou TGE), sua data de início e de término. Nesta tela é possível incluir, modificar, excluir ou consultar um projeto.

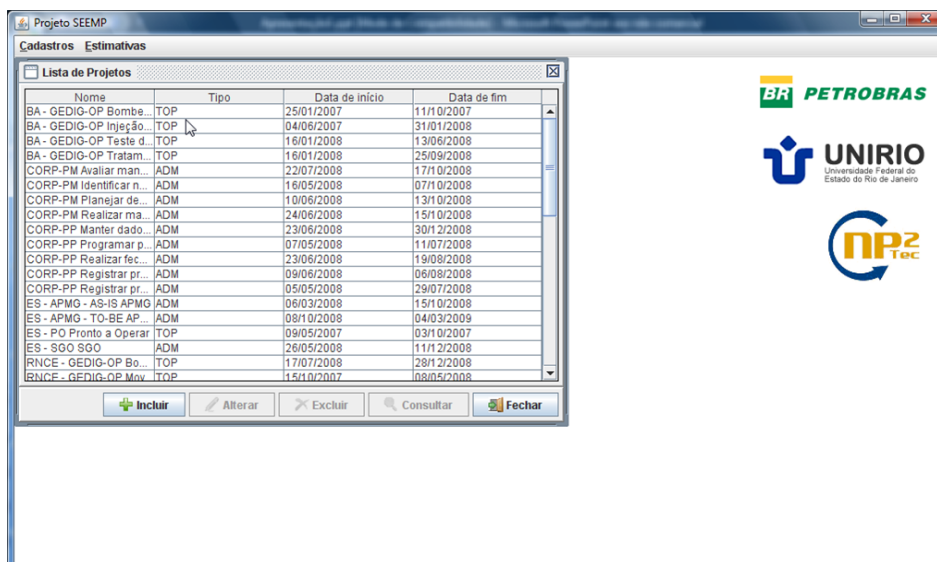


Figura 19 - Cadastro de Projetos

Ao incluir ou modificar um projeto, as telas representadas nas Figuras 20 a 23 estarão disponíveis.

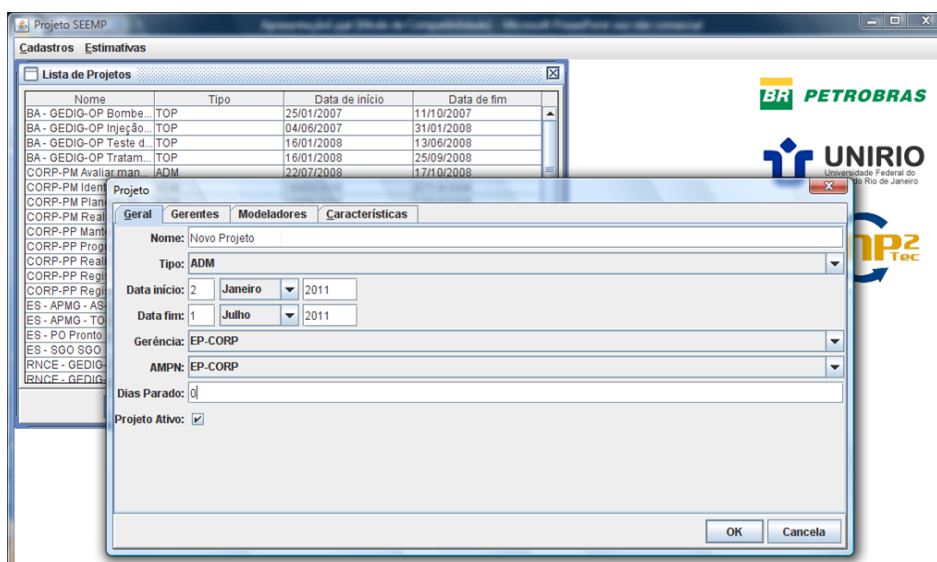


Figura 20 - Inserir ou modificar Projeto, aba Geral

Na tela apresentada na Figura 20 é possível inserir/modificar dados do projeto como seu nome, tipo, data de início e de fim, Gerência, AMPN, dias que o projeto ficou

parado e uma indicação de se o projeto está ativo ou não.

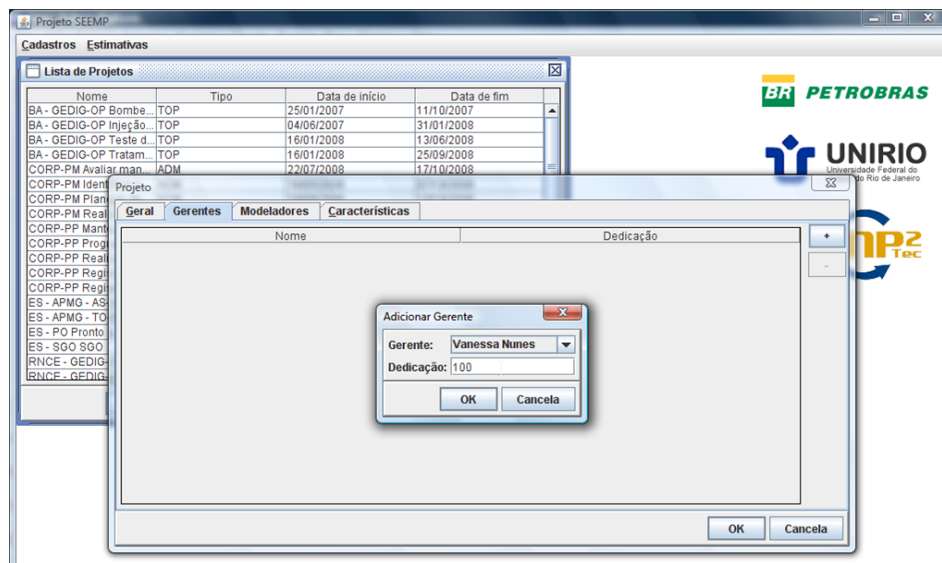


Figura 21 - Inserir ou modificar Projeto, aba Gerentes

Na tela apresentada na Figura 21 é possível adicionar ou remover gerentes e inserir seu percentual de dedicação no projeto. Como na tela anterior, na tela apresentada na Figura 22 é possível adicionar modeladores. Como os modeladores circulam entre projetos, a data de início e fim da participação do modelador deve ser preenchida.

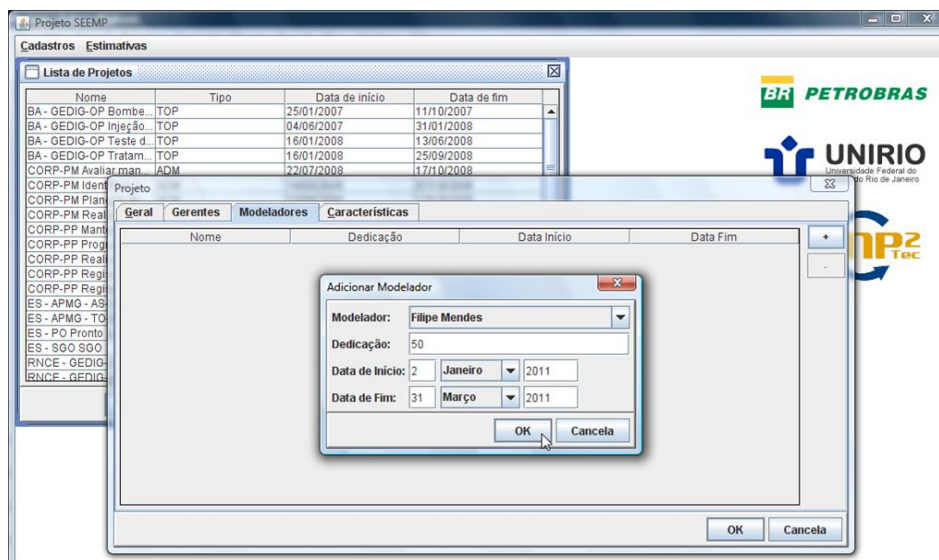


Figura 22 - Inserir ou modificar Projeto, aba Modeladores

Na tela apresentada na Figura 23 é possível inserir as características do projeto. Os campos Macroprocessos, EPCs, FADs, Riscos, Indicadores, Sistemas, Requisitos e

Regras de Negócio, Telas, Equipamentos e Diagramas de Interface, explicados no capítulo 3, caracterizam um projeto.

The screenshot shows the 'Projeto SEEMP' window with the 'Cadastros' and 'Estimativas' tabs. A 'Lista de Projetos' dialog box is open, displaying a table of projects. The 'Projeto' dialog box is also open, showing the 'Características' tab with the following values:

Nome	Tipo	Data de início	Data de fim
BA - GEDIG-OP Bombe...	TOP	25/01/2007	11/10/2007
BA - GEDIG-OP Injeção...	TOP	04/06/2007	31/01/2008
BA - GEDIG-OP Teste d...	TOP	16/01/2008	13/06/2008
BA - GEDIG-OP Tratam...	TOP	16/01/2008	25/09/2008
CORP-PM Avaliar map...	ADM	23/07/2008	17/10/2008

The 'Projeto' dialog box also contains the following fields:

- Macroprocessos: 2
- EPCs: 50
- FADs: 0
- Riscos: 0
- Indicadores: 10
- Sistemas: 0
- Requisitos de Negócio: 0
- Regras de Negócio: 12
- Telas: 0
- Equipamentos: 0
- Diagramas de interface: 0

Figura 23 - Inserir ou modificar Projeto, aba Características

As Figuras 24 a 26 caracterizam as configurações de estimativa para projetos ADM, TOP e TGE. Nestas telas os parâmetros utilizados nas estimativas de esforço para novos projetos são configurados de acordo com o tipo de projeto.

The screenshot shows the 'Projeto SEEMP' window with the 'Cadastros' and 'Estimativas' tabs. The 'Configuração de Estimativa' dialog box is open, displaying the 'ADM' tab with the following values:

ADM	TOP	TGE
0,00137		
-0,1587		
5,8254		
-10,104		
-3,684		
14		
79		
0,74		
0,41		

Figura 24 - Configuração de Estimativa ADM

A Figura 24 apresenta e permite a edição dos parâmetros de estimativa de um projeto ADM. São observados 5 coeficientes usados na equação de estimativa de

esforço, número máximo e mínimo de atividades (FAD), a média e o desvio padrão do esforço necessário para concluir uma atividade em projetos deste tipo.

The screenshot shows the SEEMP (Sistema de Estimativa de Esforço) software interface. The main window has a title bar 'Projeto SEEMP' and tabs 'Cadastros' and 'Estimativas'. The background features the SEEMP logo and logos for PETROBRAS, UNIRIO, and NP2 Tec. A dialog box titled 'Configuração de Estimativa' is open, with the 'TOP' tab selected. The dialog contains the following fields:

Coeficiente	Valor
Coeficiente A:	0,00015
Coeficiente B:	0,175163
Coeficiente C:	3,036025
Coeficiente D:	3,126
Mínimo FAD:	37

At the bottom of the dialog are 'OK' and 'Cancela' buttons.

Figura 25 - Configuração de Estimativa TOP

Na Figura 25, os parâmetros da configuração TOP são apresentados. A equação para projetos TOP tem apenas 4 coeficientes e o número mínimo de atividades. A Figura 26 mostra a configuração para projetos TGE, onde apenas 3 coeficientes e o número mínimo de atividades devem ser preenchidos.

The screenshot shows the SEEMP software interface with the 'Configuração de Estimativa' dialog box open, but the 'TGE' tab is selected. The dialog contains the following fields:

Coeficiente	Valor
Coeficiente A:	2,0658
Coeficiente B:	0,6207
Coeficiente C:	0,7163
Mínimo FAD:	13

At the bottom of the dialog are 'OK' and 'Cancela' buttons.

Figura 26 - Configuração de Estimativa TGE

Figura 27 - Estimar Projeto

A Figura 27 mostra a tela onde é realizada a estimativa de esforço de um projeto. Para estimar um novo projeto, é necessário preencher os dados à esquerda e o número de analistas que trabalharão no projeto. Na Figura 27, é demonstrada a estimativa de um projeto TOP com 200 atividades onde haverá levantamento de Indicadores, Sistemas, Requisitos e Regras de Negócio e será modelado por apenas 1 analista.

Na parte superior direita podemos observar a tabela com os projetos da base de dados mais similares ao projeto que está sendo estimado. Na parte inferior direita, em amarelo, temos as respostas de estimativas. Estima-se que será necessário entre 57 e 63 homens/dia de analista para concluir o projeto. Como esforço de gerente, estima-se que serão necessários 12 ou 13 homens/dia de esforço. Por fim, obtemos o tempo estimado do projeto - 57 dias para um projeto TOP com estas características.

A Figura 28 demonstra a funcionalidade de exportar dados de Projetos. Nela é possível selecionar o tipo e a AMPN dos projetos a serem exportados. A Figura 29 mostra o arquivo originado com a exportação de projetos.

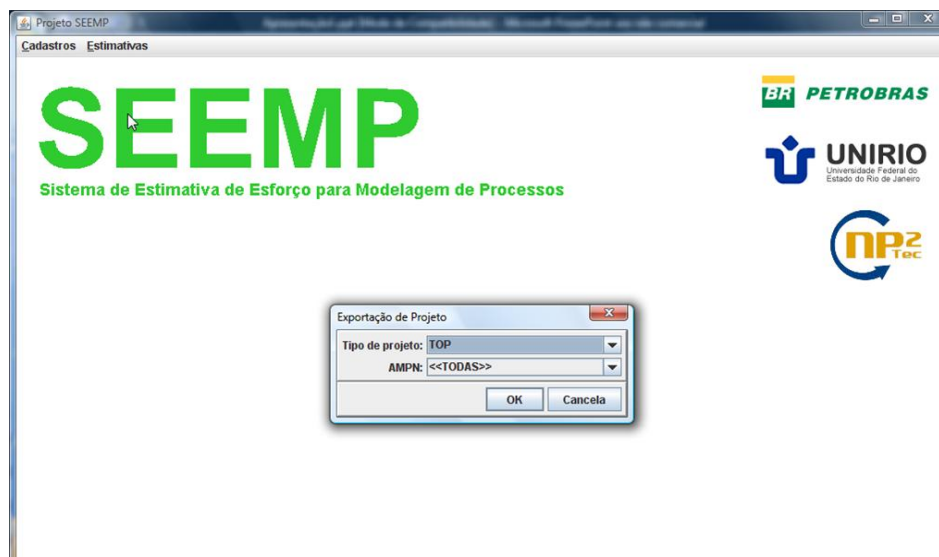


Figura 28 - Exportar Projeto

Nome	FAD	Elementos	NDC	NDU	Tempo	
BA - GEDIG-OP Bombeio Mecânico	393	7	259	185	186,1889	
BA - GEDIG-OP Injeção de água	672	7	240	171	273,6668	
BA - GEDIG-OP Teste de produção	173	6	149	106	42,7968	
BA - GEDIG-OP Tratamento de óleo		487	6	253	180	239,4833
ES - PO Pronto a Operar	37	4	126	90	45,3061	
RNCE - GEDIG-OP Bombeio mecânico	722	7	163	116	221,7521	
RNCE - GEDIG-OP Movimentação de óleo	161	6	206	147	62,0156	
SEAL - GEDIG-SC Bombeio Mecânico (AS-IS)		276	7	319	227	99,5073
SEAL - GEDIG-SC Injeção de água (AS-IS)	416	6	141	100	26,1905	
SEAL - GEDIG-SC Injeção de água (TO-BE)	71	5	106	75	26,4976	

Figura 29 - Arquivo originado com a Exportação de Projetos

4.6 Considerações Finais

Este capítulo tratou o desenvolvimento do SEEMP, passando pelo levantamento dos seus requisitos, modelagem do sistema, tecnologias utilizadas e apresentação das principais telas do sistema. O próximo capítulo conclui este trabalho, tratando as contribuições, limitações deste trabalho e o que poderá ser feito em futuros trabalhos.

5 Conclusão

Este capítulo conclui o estudo feito na área de estimativa de esforço em projetos de Modelagem de Processos de Negócio, apresentando as contribuições deste trabalho, as limitações do estudo e como se pode dar continuidade a esta pesquisa.

5.1 Contribuições

Para dar início a este projeto de pesquisa, foi necessário entender o problema. Ao interagir com a área de Administração de Modelos de Negócio da empresa foi possível entender a necessidade de avaliar prazos e recursos necessários para realização de seus projetos. O contato direto com as necessidades da empresa e com a base histórica de projetos realizados permitiu um entendimento do problema e a concepção de diversos caminhos que findariam em uma proposta de solução ao mesmo.

Após o entendimento do problema, teve início a modelagem do sistema. Com o sistema modelado, deu-se início à etapa de codificação. Durante a codificação surgiram novos desafios técnicos e requisitos de negócio não antecipados, que desviaram o curso do trabalho e implicaram em um esforço adicional do desenvolvedor. As duas etapas juntas totalizaram aproximadamente oito meses de trabalho.

Depois de finalizar o desenvolvimento e preencher a base de dados no novo sistema com as informações de projetos previamente concluídos pela empresa, foi iniciada a fase de implantação do sistema. Durante esta fase, incompatibilidades do esquema da

base de dados foram identificadas pela empresa (em particular, a nomenclatura dos objetos componentes da base) e uma nova homologação teve de ser realizada. Depois de homologado, o sistema foi finalmente implantado.

Apresentado este breve histórico, passamos às principais contribuições deste trabalho. Do ponto de vista da empresa, ela agora tem a possibilidade de realizar estimativas sobre seus novos projetos, obtendo informações que servirão de base para negociação ou re-planejamento dos mesmos, caso necessário. Além disso, a empresa tem uma base de projetos registrada de modo que possa explorar novas formas de obter mais produtividade no processo de modelagem. Finalmente, o modelo de análise e um conjunto de casos de teste foram construídos como parte do projeto e disponibilizados para a empresa.

Do ponto de vista do desenvolvedor, adquiri experiência ao construir e preparar o banco de dados para persistência das informações manipuladas pelo sistema. Foi necessário criar uma base no banco de dados Oracle utilizando scripts DDL (*Data Definition Language*), popular esta base utilizando scripts DML (*Data Manipulation Language*) e adaptar os objetos criados de acordo com as normas de nomenclatura e regras de estrutura da empresa. Também adquiri experiência no desenvolvimento de sistemas na linguagem de programação Java e no IDE Eclipse. Por participar das reuniões do grupo NP2Tec, adquiri também uma certa experiência em analisar e verificar a conformidade dos requisitos de negócio do projeto.

5.2 Trabalhos Futuros

Em paralelo ao desenvolvimento do sistema, o grupo NP2TEC continuou a pesquisa sobre estimativa de esforços em projetos de Modelagem de Processos de Negócio buscando equações que levassem a resultados mais precisos e compreendessem

uma maior variedade de projetos. Foram encontradas algumas possibilidades de melhoria que tornariam as estimativas mais exatas, como considerar fatores humanos relacionados com o conhecimento, as habilidades e as atitudes dos participantes em projetos de modelagem de processos. Para dar continuidade a este trabalho, poderia ser implementado um novo sistema contendo as melhorias estudadas até agora.

5.3 Limitações do Estudo

Sendo esta sua primeira versão, o sistema SEEMP encontra-se longe de estar completo. Entre as limitações que podem ser apontadas aqui, incluímos: (i) o sistema não roda na Web; (ii) o sistema não tem a lógica de recálculo de parâmetros das equações de estimativas dentro de seu código-fonte.

Durante a fase de modelagem do sistema, foi decidido que o SEEMP seria um sistema *desktop*. Porém, mais tarde percebemos que seria mais vantajoso o sistema ser acessado via Web, tanto por conta de manutenção quanto pela simplicidade do sistema. Um sistema baseado em Web tem sua implantação e acesso facilitados.

Outra limitação encontrada está relacionada ao fato de que o sistema não traz consigo a lógica de recalcular os parâmetros utilizados nas estimativas. Após inserir todos os projetos já concluídos na base do sistema, para recalcular os parâmetros é necessário extrair informações dos projetos e inseri-las em uma ferramenta externa, que ajusta os parâmetros e indica as novas equações de cálculo das estimativas.

Referências

- SHARP, A.; MCDERMOTT, P., Workflow Modeling: Tools for Process Improvement and Application Development. ISBN 1-58053-021-4. Artech House, Norwood, MA 02062, 2001.
- SMITH, A., An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations, London: W. Straham and T.Cardell in the Strand, 1776.
- SAMOHYL, R. W., Controle Estatístico de Qualidade. ISBN 9788535232202. Campus Elsevier Universitários, 2005. Disponível (também) em: <http://www.qualimetria.ufsc.br/textos_arquivos/t20053.pdf>, acessado em 18 de junho de 2011.
- BLOOMBERGSCHMELZER, BLOOMBERG, J.; RONALD, S., Service Orient or Be Doomed: How Service Orientation Will Change Your Business. ISBN-10, 0-471-76858-8 / ISBN-13, 978-0471-76858-6. Hoboken; New Jersey: John Wiley & Sons, 2006, 249 p.
- JOSUTTIS, N. M.; SOA in Practice – The Art of Distributed System Design, ISBN-10: 0-596-52955-4 / ISBN-13: 978-0-596-52955-0. Beijing; Cambridge; Farnham; Köln; Paris; Sebastopol; Taipei; Tokyo: O'Reilly, 2007, 324 p.
- AZEVEDO, L.; SANTORO, F., SOUSA, H.P.; Identificação automática de serviços em uma abordagem SOA. Relatórios Técnicos do DIA/UNIRIO (RelaTe- DIA), RT-0002/2011, 2011. Disponível (também) em: <<http://www.seer.unirio.br/index.php/monografiasppgi/article/viewFile/1390/1173/>>, acessado em 4 de abril de 2011.
- WHITE, S.; Introduction to BPMN, IBM, 2005. Disponível (também) em: <http://www.bpmn.org/Documents/Introduction_to_BPMN.pdf>, acessado em 4 de abril de 2011.
- ARIS, 2006. Help Documentation. ARIS Business Architect 7.0 v. 7.0.2.234414, IDS Scheer AG.

ARIS Business Architect, 2011. Overview. Software AG. Disponível (também) em: <http://www.softwareag.com/corporate/products/aris_platform/aris_design/business_architect/overview/default.asp>, acessado em 27 de abril de 2011.

ARIS Business Architect, 2011. Product Sheet. Software AG. Disponível (também) em: <http://www.softwareag.com/corporate/images/SAG_ARIS_BusArchDesign_FS_Oct10-web_tcm16-78556.pdf>, acessado em 27 de abril de 2011.

BizAgi BPM, 2011. Functional Description. bizagi. Disponível (também) em: <<http://www.bizagi.com/docs/BizAgi%20Functional%20Description.pdf>>, acessado em 27 de abril de 2011.

Intalio BPM, 2011. Description. Intalio. Disponível (também) em: <<http://www.intalio.com/bpms>>, acessado em 27 de abril de 2011.

NP2Tec, 2010. Relatório de Projeto. Estimativas em projetos de Modelagem de Processos de Negócio. Petrobras.

ORACLE, 2011. The History of Java Technology. Disponível (também) em: <<http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/overview/javahistory-index-198355.html>>, acessado em 27 de maio de 2011.

WRIGHT, C. 2005. Advantages and Disadvantages of using IDE. Disponível (também) em: <<http://e-articles.info/e/a/title/Advantages-and-Disadvantages-of-using-IDE--Integrated-Development-Environments/>>, acessado em 27 de maio de 2011.

ORACLE, 2011. Oracle's History: Innovation, Leaderships, Results. Disponível (também) em: < <http://www.oracle.com/us/corporate/history/index.html>>, acessado em 27 de maio de 2011.

ORACLE, 2011. Interactive Timeline. Disponível (também) em: <<http://www.oracle.com/us/corporate/timeline/index.html>>, acessado em 27 de maio de 2011.

ORACLE, 2011. Oracle's 30th Anniversary PDF. Disponível (também) em: <<http://www.oracle.com/us/corporate/profit/p27anniv-timeline-151918.pdf>>, acessado em 27 de maio de 2011.

IBM, 2005. A Brief History of Eclipse. Disponível (também) em: < <http://www.ibm.com/developerworks/rational/library/nov05/cernosek/index.html>>, acessado em 31 de maio de 2011.