

ESTUDO E APLICAÇÃO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE PROCESSOS AOS SERVIÇOS DO LABORATÓRIO DE INTEGRAÇÃO E TESTES DO INPE

Luiz Alexandre da Silva¹, Germano de Souza Kienbaum² e Geilson Loureiro³

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais,
Coordenação de Engenharia e Tecnologia Espacial,
Curso de Engenharia e Gerenciamento de Sistemas Espaciais (CSE), São José dos Campos, SP, 12227-010
¹luizalex@lit.inpe.br, ²kienbaum@lac.inpe.br, ³geilson@lit.inpe.br

Resumo: *Design and Process Science designates an innovative and transdisciplinary study and research area that consists of the integration of concepts, methods and tools used for modeling, simulation, automatization and management of processes and of their application to solve business process problems originated mainly from the service and industrial areas. This work proposes a practical approach for conducting a Design and Process Science study applied to a problem of the spatial area, based on the use of Unified Conceptual Modeling and of the joint application of simulation and business process management tools in the development of the complete model life cycle. The potentialities of the approach are demonstrated by its use on a real case study, the Integration and Testing Laboratory (LIT) of the National Space Research Institute (INPE), Brazil.*

Palavras-chave: *Ciência e Tecnologia de Processo; Simulação; BPM; BPMN; UCM.*

1 Introdução

A simulação e gestão de processos e de projetos são cada vez mais requisitadas por organizações cujos serviços e produtos devem estar em constante melhoria para atender um mercado cada vez mais exigente e competitivo, atender a crescente expectativa de seus clientes e enfrentar os novos desafios que se apresentam. Desta forma, os processos internos das organizações devem ser eficazes na utilização de energia, dinheiro, recursos humanos e materiais.

A fim de atender a estes objetivos, as organizações têm se apoiado em recursos tecnológicos cada vez mais avançados para aperfeiçoar a gestão de seus processos. Dentre esses recursos, pode-se destacar as ferramentas de simulação e de gerenciamento de processos de negócio (BPMS).

A simulação de processos é uma ferramenta valiosa por fornecer um modo de se emular a operação e se avaliar o desempenho de um sistema qualquer sem a necessidade de se interferir no sistema real. Essa é uma característica vantajosa em muitos casos como, por exemplo, no estudo de um hospital, que não pode ter suas atividades alteradas, trocadas ou paradas constantemente apenas para coleta de dados para posterior análise. Ou de uma fábrica, cuja linha de produção não pode ser parada a qualquer momento para teste de novas situações. Logo, quando se deseja estudar o comportamento de sistemas complexos e caros, a simulação se apresenta como uma alternativa atraente e viável.

As ferramentas de gerenciamento de processos de negócios trabalham em toda a extensão do ciclo de vida do modelo: Modelagem, Implementação, Execução, Análise e Monitoramento. Elas provêm um ambiente de desenvolvimento de modelos de processos bastante moderno e avançado, compreendendo a modelagem do problema, o desenvolvimento de aplicativos para operacionalização dos modelos e também mecanismos para seu monitoramento e controle, visando a melhoria destes processos.

Design and Process Science (Ciência do Projeto e do Processo ou, na tradução livre adotada neste trabalho, *Ciência e Tecnologia de Processos*) é uma denominação criada pela Society for Design and Process Science (SDPS, 2011), para designar de forma genérica os métodos, técnicas e ferramentas usadas no estudo e na solução de problemas organizacionais relacionados com a área do conhecimento de processos de negócios.

A Ciência e Tecnologia de Processos representa a evolução e a aglutinação de conceitos e técnicas que já vêm sendo utilizados há mais de uma década, como os de (Re)engenharia de Processos (Business Process Re-engineering), Gerência de Processos de Negócios (Business Process Management) e Simulação de Sistemas, visando a melhoria dos processos de desenvolvimento de produtos e serviços em geral.

Este trabalho consiste no desenvolvimento de uma abordagem prática para a condução de um estudo de Ciência e Tecnologia de Processos aplicada ao campo dos sistemas espaciais.

Inicialmente procura-se identificar e organizar os conceitos básicos sobre a própria Ciência e Tecnologia de Processos, área do conhecimento ainda em formação, de forma a contribuir com sua consolidação. A seguir desenvolve-se um estudo de caso sobre um problema de interesse da área espacial, envolvendo os processos de serviços comerciais e de integração e teste de satélites do LIT, de forma a demonstrar o potencial das técnicas e ferramentas apresentadas e criar modelos e aplicativos para simulação e gestão deste sistema.

Os modelos e aplicativos criados visam auxiliar na automatização do sistema real, bem como proporcionar melhoria na sua execução, desempenho e capacidades de monitoramento, de análise e evolução contínua dos seus processos componentes.

Este artigo está estruturado da seguinte forma: o item 1 consiste desta introdução; o item 2 apresenta os objetivos da pesquisa e do estudo de caso realizados; o item 3 contém uma síntese do estado atual da pesquisa sobre Modelagem Conceitual Unificada, especialmente do ponto de vista de (Onggo, 2009), já que a mesma se encontra em rápida evolução e tem interpretações diferentes de acordo com diversos autores; o item 4 descreve a Abordagem Integrada para Simulação e Gestão de Processos; O item 5 apresenta o problema usado no estudo de caso, o Laboratório LIT; o item 6 apresenta as ferramentas de simulação e gestão de processos adotadas neste trabalho; o item 7 relata o estágio atual da pesquisa; e, finalmente o item 8 apresenta uma análise dos resultados preliminares e as conclusões da pesquisa.

2 Objetivos

Este trabalho busca consolidar os conceitos, métodos e técnicas utilizados na Ciência e Tecnologia de Processos e, com base nestes, desenvolver um estudo completo do Ciclo de Vida de Desenvolvimento do Modelo aplicado aos processos de serviço do Laboratório de Integração e Testes (LIT/INPE), que envolvem atividades do setor espacial e industrial.

O objetivo geral é contribuir com a extensão e solidificação da própria Ciência e Tecnologia de Processos, envolvendo tanto seus aspectos metodológicos como a questão da criação de ambientes integrados de apoio à mesma, enquanto o objetivo específico é a criação de um modelo operacional do sistema real correspondente aos processos de serviços do LIT, com a finalidade de auxiliar na tomada de decisão sobre o sistema, englobando aspectos relativos à sua execução, desempenho, capacidade de monitoramento, análise e melhoria contínua dos seus processos componentes.

3 Modelagem Conceitual Unificada

A modelagem conceitual é um exercício de abstração que resulta na construção de um modelo, tendo por base um sistema real. Este processo de abstração é – na grande maioria dos casos – uma simplificação do sistema existente, sem a qual não seria possível trabalhar com o modelo de forma eficaz. Dessa forma, essa metodologia é um dos aspectos mais importantes (e úteis) no desenvolvimento e uso de modelos para todas as áreas que lidam com o estudo e solução de problemas que envolvem processos, não apenas para a simulação.

Observa-se, entretanto, que é um dos assuntos mais desconhecidos por aqueles que fazem uso de modelagem em estudos de processos em geral. Por essa razão é importante que seus conceitos e métodos sejam bem compreendidos por todas as entidades envolvidas nestes estudos, sejam eles usuários, técnicos ou gestores.

O desenvolvimento de um modelo é a etapa mais importante no estudo de um sistema porque ele impacta todas as atividades que seguem. Dentre as influências que um modelo pode ter nas etapas posteriores de um projeto envolvendo estudos de processos, podem-se citar as seguintes: (1) os requisitos de entradas; (2) o intervalo de tempo no qual o modelo pode ser desenvolvido; (3) a validade do modelo, isto é, sua capacidade em representar o sistema real com um grau mínimo de fidelidade; (4) a velocidade de execução do experimento e; (5) o grau de confiança dos resultados obtidos do modelo. Todos esses aspectos possuem grande importância e são afetados, em sua maior parte, na etapa inicial do ciclo de vida de um modelo de simulação. Logo, o grau de atenção a ser conferido na etapa inicial de qualquer estudo de simulação deve ser alto.

Devido a pouca literatura disponível sobre o assunto, a modelagem conceitual é a parte menos compreendida e mais menosprezada por aqueles responsáveis pela elaboração de um modelo. Alguns trabalhos recentes da área (Onggo, 2009) já apontam a Modelagem Conceitual Unificada (Unified Conceptual Modeling) como um dos fundamentos mais importantes num estudo de simulação. Neste trabalho o autor advoga que o uso de uma representação padrão multifacetada seja utilizada para a modelagem conceitual de processos, e que esta traria grandes benefícios para o desenvolvimento dos projetos de simulação, o que pode ser estendido a outros tipos de estudo de processos de negócio em geral.

Na presente proposta adota-se, para maior simplicidade e clareza, a notação gráfica BPMN para a descrição dos processos de negócios e a notação dos DCAs (Diagramas de Ciclos de Atividades) para a síntese das redes de atividades que representam a essência do comportamento dinâmico dos modelos, visando maior consistência e uniformização das formas de representação destes modelos, para permitir sua rápida implementação nas ferramentas de simulação e de gestão de processos de negócios.

4 Abordagem Integrada para a Simulação e Gestão de Processos

A figura a seguir representa todo o ciclo de vida do modelo de um processo conforme a Abordagem Integrada para a Simulação e Gestão de Processos (Travassos, 2007). Nesta abordagem, a simulação está no centro do ciclo de vida, diferente da abordagem tradicional que a coloca como uma atividade totalmente desvinculada da atividade de execução do processo e como uma ferramenta autônoma complementar. Nela o modelo de simulação e o modelo do processo são os mesmos.

O início do ciclo se dá com a definição do sistema e dos objetivos a serem alcançados pelo processo que se deseja construir. A especificação completa do objetivo e a análise organizacional definem o produto final desta fase: o modelo conceitual, os parâmetros de controle e as restrições para o processo.

Tendo o modelo conceitual, segue-se para a fase de modelagem do processo, cuja meta é obter uma descrição formal do processo em estudo, definindo um modelo de *workflow* e os recursos envolvidos na sua execução.

Ao final da fase de modelagem do processo, têm-se dois threads, uma para execução e visualização da simulação (projeções de cenários) e outro para a execução e gerência automática do processo (processo real em modo de produção). Ambas as *threads* são alimentadas pelo produto da fase de implementação do processo (modelo programado). Assim, a execução da simulação e a execução do processo utilizam sempre o mesmo modelo.

Dados colhidos em tempo real ao longo da execução do processo, servem como entrada para fase de execução da simulação do processo. Desta forma temos uma simulação do processo mais fiel à realidade e com projeção de cenários futuros mais confiáveis.

Os resultados das fases das duas *threads* (monitoramento do processo e a visualização da simulação) fornecem artefatos de são utilizados pela fase de avaliação do processo.

A fase de avaliação do processo fornece medidas para a melhoria do modelo que por sua vez é usada como entrada para a modelagem do processo. Assim o ciclo recomeça, formando um ciclo iterativo.

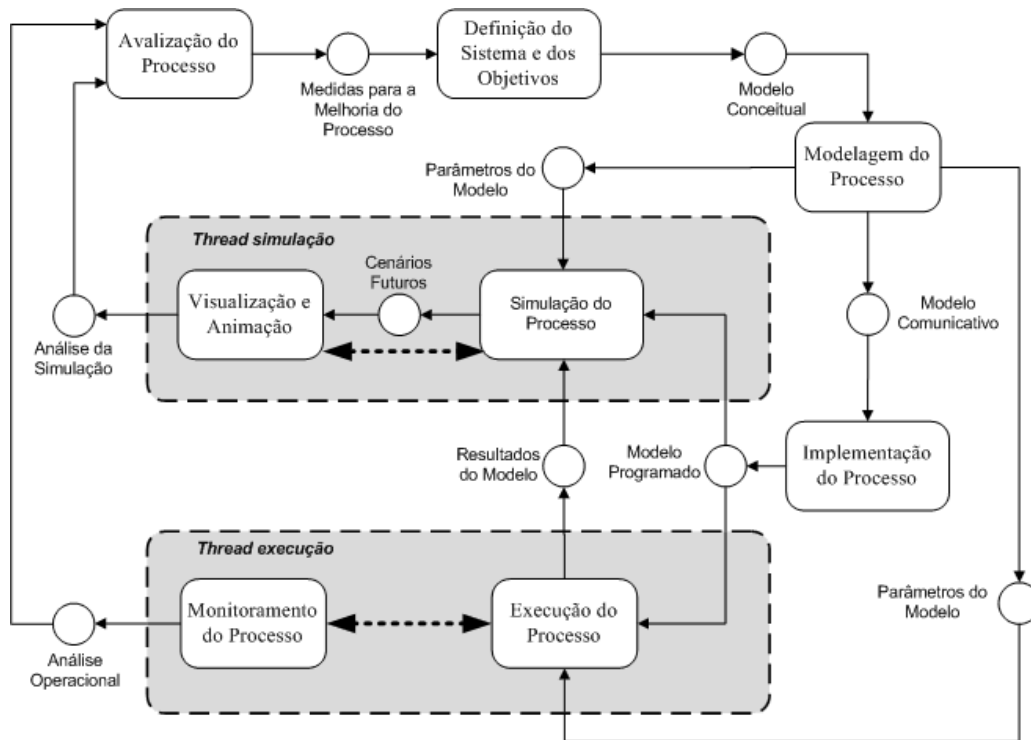


Figura 1 – Abordagem Integrada para a Simulação e Gestão de Processos (FONTE: Travassos, 2007, modificada pelos autores).

5 O Problema Usado no Estudo de Caso

O LIT é um complexo do INPE de vários laboratórios sobre um mesmo teto, concebido para a realização de montagem, integração e testes de dispositivos espaciais para o programa espacial brasileiro (LIT, 2011). Por ele já passaram vários satélites, inclusive de outros países, como China, Argentina e Estados Unidos.

Além das atividades relacionadas à área espacial, o LIT também realiza a prestação de serviços para a indústria brasileira, oferecendo todo conhecimento adquirido ao longo do programa espacial brasileiro para fomentar o desenvolvimento da indústria nacional. Esta prestação de serviços ocorre simultaneamente com as atividades espaciais, sendo estas prioritárias quando existe algum conflito de recurso.

Existe um setor específico no LIT chamado PAC, – Planejamento, Análise e Custos – responsável por realizar a interface entre o cliente comercial e os laboratórios do LIT. Outro setor, sob responsabilidade do PAC, é responsável pelo recebimento, armazenamento e devolução dos equipamentos de clientes, que serão submetidos a algum tipo de serviço no LIT. Este setor é denominado Setor de Estocagem. O LIT conta também com um setor de documentação responsável pelo armazenamento e controle dos documentos gerados internamente e dos recebidos do mundo externo.

A interface do LIT com um programa espacial é realizada por um membro da equipe do LIT, na maioria das vezes um engenheiro com participação em programas espaciais anteriores. Em geral, existe um membro da equipe do LIT responsável para cada diferente programa. Uma forma comum de comunicação entre LIT/programa é através de gráficos do Gantt, os são alocados no tempo os recursos do LIT versus as atividades dos laboratórios.

Podemos citar alguns dos laboratórios que fazem parte deste complexo, que estão envolvidos com atividades espaciais e com a prestação de algum tipo de serviço para clientes externos, pois possuem equipamentos de alta tecnologia e um grupo de profissionais (técnicos e engenheiros) altamente qualificados. Alguns destes laboratórios:

- Laboratório de Antenas
- Laboratório de EMI / EMC
- Laboratório de Medidas de Propriedade de Massa
- Laboratório de Metrologia
- Laboratório de Qualificação de Componentes Laboratório de Vácuo Térmico
- Laboratório de Vibração Mecânica e Acústica

Existe uma grande dificuldade por parte da equipe do LIT em assegurar a gestão eficiente dos processos relacionados ao atendimento da sua missão espacial e à prestação de serviços comerciais externos, quando estas atividades ocorrem concomitantemente. Isto ocorre porque há uma grande quantidade e diversidade de recursos disponíveis no LIT envolvidos nestes processos de serviços, tais como: recursos humanos, constituídos por seus técnicos e engenheiros; recursos materiais, constituídos por câmeras climáticas, câmeras de termo-vácuo, vibradores, câmeras anecóicas, espaço para armazenamento, escritórios, salas de reunião, entre outros.

Acrescente-se a este fato que a quantidade de serviços prestados vem aumentando ao longo do tempo (LIT, 2009), soma dos programas espaciais e clientes externos, prevendo-se assim, uma dificuldade ainda maior para o futuro.

Na busca por mecanismos para auxiliar na resolução destes problemas, identificou-se nos conceitos e técnicas apresentados neste trabalho, como a Modelagem Conceitual Unificada e Integração de Simulação e Gestão de Processos, uma sólida e promissora base para a realização de estudos de Ciência e Tecnologia de Processos, que podem ser desenvolvidos para auxiliar a tomada de decisão sobre o sistema.

6 Ferramentas Utilizadas

Algumas ferramentas foram adotadas para a modelagem e implementação dos modelos de simulação e dos modelos de gestão. Ambas as ferramentas são comerciais, mas possuem licenças específicas para o uso em ambiente acadêmico, no qual este trabalho se enquadra.

6.1 BPMS BizAgi ® (BizAgi, 2011)

Diretores e gerentes de empresa procuram aumentar sua vantagem competitiva, melhorando e modificando seus processos de negócio. No entanto, a melhoria contínua é limitada por projetos de desenvolvimento personalizados que acabem levando tempo para serem implementados.

Business Process Management (BPM) é uma filosofia de gestão empresarial. Seu principal objetivo, baseado na teoria de processos, é proporcionar aos diretores de empresa os elementos de informação correta para a alocação adequada dos recursos da organização. Isto aumentará a sua eficiência e rentabilidade, por meio da gestão sistemática dos processos de negócios que devem ser continuamente modelados, automatizados e integrados, monitorados e otimizados. A gestão deve ser realizada de uma maneira rápida e flexível para proporcionar à organização uma agilidade de negócios exigida pelo ambiente competitivo de hoje. Uma solução tecnológica para apoiar este conceito de gestão é conhecida como Business Process Management System (BPMS).

BizAgi ® é um BPMS, sistema que automatiza os processos mais rápidos e mais flexível. Assim, possibilita aos seus usuários automatizar e modificar negócios complexos, processos dinâmicos mais rápidos e com mais flexibilidade do que qualquer outra solução, apoiando assim a melhoria contínua dos processos críticos da organização.

O processo de automação de processos com BizAgi consiste na geração automática de uma aplicação Web baseada no fluxo de processo definido.

Um processo de negócios é estruturado como um conjunto de tarefas que são executadas, consecutivamente ou ao mesmo tempo, por vários indivíduos ou aplicações, a fim de alcançar um objetivo pré-definido. No entanto, um processo de negócio vai além desta definição breve e simples. Um processo de negócio consiste das orientações ou políticas da empresa, das exceções, dos requisitos de informação e de outros tipos de elementos que podem mudar constantemente.

BizAgi garante a execução eficiente, adequada e correta das diferentes tarefas ou atividades envolvidas no processo de negócio, controlando e verificando se elas são realizadas no momento certo e pela pessoa certa ou recursos, de acordo com a orientação e objetivos da empresa.

BizAgi extrai a informação relacionada com o desempenho dos processos de forma automática e o apresenta para o pessoal adequado na organização, de modo que as empresas podem melhorar continuamente e melhorar os processos, a fim de torná-los mais eficientes. Sendo assim, a ferramenta apóia este processo de melhoria contínua, oferecendo um nível incomparável de flexibilidade para modificar qualquer um dos elementos envolvidos no processo de negócio de uma forma simples, intuitiva e coerente.

6.2 Simulador SIMPROCESS ® (SIMPROCESS, 2011)

SIMPROCESS é uma ferramenta de modelagem hierárquica que combina o mapeamento de processos, simulação de eventos discretos, e Activity Based Costing (ABC) em uma interface simples de se usar.

O motor de simulação SIMPROCESS proporciona a equivalência com Sistemas de Suporte à Decisão através da Modelagem e Simulação.

SIMPROCESS fornece uma biblioteca de blocos para a criação de modelos de processo dinâmico de negócios, enquanto a linguagem de script, que ele incorpora, permite que os programadores experientes adicionem lógica de negócio mais complicada. SIMPROCESS é projetado para organizações que desejam reduzir os riscos associados à implementação de mudanças dramáticas no processo. A ferramenta permite aos usuários, de forma rápida e fácil, analisar diferentes cenários what-if, e utilizar tecnologias Java e XML, que fornecem o poder e a flexibilidade necessários para atender a essas necessidades organizacionais.

Como principais características têm-se: mapeamento de processos hierárquico; modelagem orientada a objetos; activity-based costing; processo de animação; relatórios e gráficos gerados em MS-Access®; modo de desenvolvimento drag-and-drop; modelos de processos reutilizáveis; estimativas realistas de atividades; recursos e custos de produção; visualização da dinâmica dos processos e gargalos; relatórios customizáveis, análise de cenário futuro what-if.

7 Aplicação da Ciência e Tecnologia de Processos ao LIT e Estágio Atual da Pesquisa

Acreditando nos benefícios que podem ser obtidos com o uso da Tecnologia e Ciência de Processos, o estudo de caso foi iniciado utilizando o desafio do LIT. Neste estudo de caso vemos a aplicação das três grandes áreas do conhecimento relacionadas com a Ciência e Tecnologia de Processos:

- **Gestão de Projetos:** a programação de testes relacionados com programas espaciais chegam ao LIT através de gráficos de *Gantt*, gerados por uma ferramenta como o *MSPProject*.
- **Gestão de Processos:** BMPS podem ser utilizados para a implementação dos processos, sua execução e gerenciamento. Os dados gerados nestes processos alimentarão o modelo de simulação
- **Simulação de Processos:** Os modelos dos processos são executados, a partir de dados obtidos do BMPS e cenários futuros são gerados para servirem de apoio a tomada de decisões do grupo de gerenciamento do LIT.

Para o início da pesquisa, optou-se pelo desafio do LIT em uma dimensão menor, sem incluir as atividades de programas espaciais e com um número reduzido de laboratórios, recursos e serviços.

Iniciou-se com a modelagem do processo na notação BPMN através da ferramenta gratuita *BizAgi Process Modeler*. Neste modelo definiram-se dois macros processos (*pools*), o do cliente e o do LIT, este último composto por (*lanes*) Setor Comercial, Setor Documentação, Chefia, Laboratório e Estocagem.

Tendo o processo modelado, partiu-se para a elaboração de um diagrama de ciclo de atividades (DCA) para servir como base da modelagem dentro da ferramenta SIMPROCESS. Com este diagrama consegue-se especificar prioridades, filas, recursos e entidades que participarão da simulação.

A modelagem dentro do SIMPROCESS foi criada através do DCA utilizando-se das mesmas figuras encontradas na descrição do processo comercial do LIT (apêndice A), graças ao recurso do simulador de importar figuras. Com o modelo dentro do simulador, iniciou-se a fase de determinação das distribuições estatísticas de cada atividade modelada. Para isso, utilizou-se dados reais extraídos de sistema de informação do LIT (Sistema eLIT) e obteve-se a melhor distribuição através do aplicativo ExpertFIT, existente no próprio simulador.

Utilizou-se o BPMS BizAgi para se criar uma aplicação executável a partir do modelo em BPMN. A fim de facilitar a implementação na ferramenta, o modelo inicial foi ligeiramente alterado.

Atualmente estão disponíveis o modelo simplificado da prestação de serviços comerciais (atividade de apoio a indústria) modelada em BPMN (Business Process Modeling Notation), este mesmo modelo em Diagrama de Ciclo de Atividades (DCA), uma implementação simples do modelo em um BPMS denominado BizAgi e o modelo de simulação na ferramenta SIMPROCESS.

8 Análise e Conclusões

A abordagem prática para a realização de estudos e aplicações de Ciência e Tecnologia de Processos proposta neste trabalho está baseada em dois grandes fundamentos metodológicos: a utilização de uma forma de representação de modelos de acordo com preceitos da Modelagem Conceitual Unificada e a implementação destes modelos utilizando uma abordagem Integrada para Simulação e Gestão de Processos. Cada um destes fundamentos aborda uma parte do ciclo de vida dos modelos e, em conjunto, eles cobrem todos os aspectos do seu desenvolvimento.

A realização do estudo de caso demonstrou a aplicação da abordagem prática proposta ao processo de prestação de serviços do LIT, com a fase de modelagem sendo realizada pela representação do sistema através dos Diagramas de Ciclo de Atividades (DCAs) e da notação BPMN e com a fase de implementação realizada pela aplicação das ferramentas BizAgi (voltada para gestão de processos) e SIMPROCESS (voltada para simulação de processos).

A escolha das duas formas de representação, BPMN e DCA, para a realização da Modelagem Conceitual do sistema se deu em função de serem estes padrões muito utilizados e de fácil compreensão.

A modelagem do processo através da notação BPMN facilitou a visualização e o entendimento do problema, proporcionando um meio comum para a comunicação e documentação do processo. A modelagem do processo utilizando o diagrama DCA permitiu uma melhor compreensão da dinâmica do problema, no tocante ao seqüenciamento das atividades e da cooperação entre os recursos envolvidos para sua realização. Em conjunto elas permitiram retratar os aspectos essenciais do modelo, que podem e devem ser complementados até alcançarem uma forma definitiva, para ser implementada nas ferramentas de análise e execução escolhidas, constituídas por aplicativos das áreas de processos de negócios e de simulação.

A inexistência de um ambiente completo para a implementação da Abordagem Integrada para Simulação e Gestão de Processos de acordo com a formulação de Travassos (2007) foi contornada pela utilização das ferramentas autônomas SIMPROCESS e BIZAGI, cada uma cobrindo um dos aspectos de interesse: a análise do modelo do ponto de vista operacional, feita pela simulação; e a análise de um ponto de vista gerencial, obtida pela ferramenta de processo de negócios.

O Simprocess mostrou-se uma ferramenta versátil, pois oferece vários recursos. Entre os recursos disponíveis, utilizamos:

- Customização de ícones, que permitiu criar um modelo mais familiar ao time de trabalho, tornando mais fácil a leitura;
- Criação de scripts, que permitiu a customização da ferramenta para atender as peculiaridades do modelo estudado nesse trabalho;

- Plotagem de gráficos em tempo real, que facilitou o acompanhamento do andamento das simulações;
- Ferramenta ExpertFit, que permitiu a obtenção das distribuições estatísticas que melhor refletiam a realidade do processo estudado.

A simulação do modelo gerou resultados coerentes com a realidade e ajudou a entender melhor o processo estudado, a identificar deficiências e oportunidades de melhorias nesse processo.

Como resultado do estudo preliminar realizado, foram identificadas ainda algumas melhorias do modelo que serão implementadas nas etapas seguintes. As melhorias apresentadas a seguir implicam em alterações no diagrama DCA e também em um aumento considerável na complexidade do modelo:

- Diferenciação das entidades Laboratório em Engenheiros e Técnicos;
- Diferenciação das entidades Setor Comercial em Auxiliar administrativo, Gerente comercial, Responsável faturamento;
- Diferenciação das solicitações por tipos de serviços prestados (em torno de 50 tipos);
- Identificar exceções e adicionar processos para tratá-las;
- Incluir os processos que envolvem os programas espaciais: montagem, integração e testes de sistemas espaciais.

Por fim, um aspecto negativo observado pela utilização das diferentes técnicas - BPMN/DCA e BizAgi/SIMPROCESS - é que este fato tornou custosa a manutenção da consistência e da compatibilidade dos modelos de processo criados, bem como entre suas diversas formas de implementação. Este aspecto será abordado em maior profundidade na continuação deste trabalho, mas uma solução mais abrangente para o mesmo extrapola o escopo da proposta aqui apresentada e será tratada na categoria de pesquisa futura, pois ela requer a criação de um procedimento uniforme, baseado na criação e utilização de uma metodologia e de suas ferramentas de apoio, para desenvolvimento de estudos de Ciência e Tecnologia de Processos em geral. Esta metodologia deve ter caráter bem mais formal do que a abordagem prática aqui apresentada e precisa fazer uso de padrões, de mecanismos de verificação, de interfaces de comunicação e de aplicativos, que auxiliem a criação de modelos e a transcrição entre eles, visando assegurar a consistência e a compatibilidade das representações dos modelos, bem como a completa interoperabilidade das ferramentas utilizadas. Alternativamente pode-se pensar no desenvolvimento de novas ferramentas, componentes de um ambiente original, completo e integrado, capaz de dar suporte para a realização de estudos de Ciência e Tecnologia de Processos em geral.

9 Agradecimentos

Agradecemos a equipe de desenvolvimento de sistemas de informação do LIT pelos documentos que explicam o processo comercial do LIT.

Agradecemos também aos alunos Ana Claudia de Paula Silva, Expedito Pinto de Paula Junior e Leonardo Leite Oliva por terem participado da elaboração do trabalho de final do curso de Gestão e Simulação de Processos, ministrado no INPE em 2010, trabalho este que serviu como base para este artigo.

10 Referências

Society for Design and Process Science (SDPS). Disponível em: <[http:// www.sdpsnet.org](http://www.sdpsnet.org)>. Acesso em 17 de março. de 2011.

Onggo B.S.S, 'Towards a unified conceptual model representation: a case study in health care', Journal of Simulation, vol 3(1), pp 40-49, 2009.

Travassos, P. R. N.; Kienbaum, G.S ; Guimarães, L.N.F.; Magalhães, A.F. Uma abordagem integrada para modelagem, simulação e gestão automática de processos. Revista Científica da FAI, Santa Rita do Sapucaí - MG v.7, n.1, p. 23-34, 2007.

LIT. Home Page do Laboratório de Integração e Testes do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). Disponível em: <[http:// www.lit.inpe.br](http://www.lit.inpe.br)>. Acesso em 17 de março. de 2011.

LIT. Relatório de Atividades do Laboratório de Integração e Teste de 2009 do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, item 2.2 – Sínteses das atividades realizadas, pag 16, 2009.

LIT. Descrição do processo de prestação de serviço comercial do LIT implementado no Sistema de Informação eLIT. Documentação interna, 2005.

BizAgi, Site com a descrição da ferramenta BPMS BizAge. Disponível em: <<http://wiki.bizagi.com/en/index.php?title=Introduction>>. Acessado em 17 de março 2011.

SIMPROCESS, Site com a descrição da ferramenta SIMPROCESS. Disponível em: <<http://simprocess.com/products/products.html>>. Acessado em 17 de março 2011.

Apêndice A – Descrição do Processo de Prestação de Comercial do LIT (LIT, 2005)

1. Fase de Proposta Comercial

O cliente – através de telefone, e-mail ou fax – solicita o serviço ao Setor Comercial, que preenche um formulário de solicitação de serviço, onde se encontram relacionados todos os serviços prestados pelo LIT.

Ao inserir uma solicitação no sistema é gerado um número, chamado número do processo, que será usado como referência nas outras etapas.

Cada solicitação de serviço deve ser respondida pela Área Técnica que deve informar ao sistema a data de início, a quantidade de horas necessárias, e o prazo para a execução do serviço.



Figura 1- Fase de Proposta Comercial (etapa 1).

Para auxiliar na resposta da solicitação, o sistema exibe o cronograma dos serviços já agendados pela área e, com base em dados pré-determinados por cada área, sugere valores para horas necessárias e prazo para a execução do serviço. A resposta da área passa pela análise crítica, via sistema, e então fica disponível para a elaboração da proposta comercial, realizada pelo Setor Comercial.

A Área Técnica é notificada sobre solicitações geradas pelo Setor Comercial para que possa respondê-las e o Setor Comercial é notificado sobre as respostas às solicitações geradas pela Área Técnica.

O sistema alerta tanto o Setor Comercial como a Área Técnica quando alguma solicitação não é respondida dentro de um prazo determinado.

Com base na resposta da solicitação o Setor Comercial elabora a proposta comercial que é enviada para aprovação da chefia.

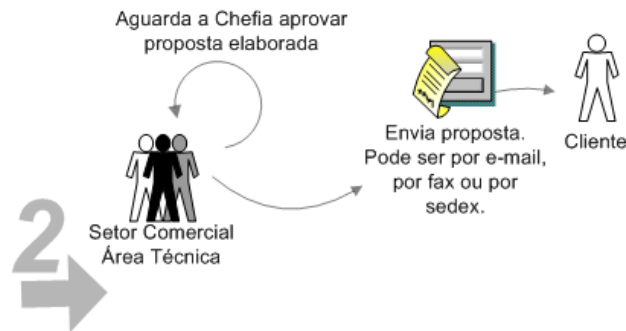


Figura 2 - Fase de proposta Comercial (etapa 2)

Com a aprovação da chefia, o Setor Comercial envia a proposta ao cliente (por correio/fax/e-mail) e acessa o sistema para registrar essa informação.

Próximo ao vencimento da validade da proposta, o Setor Comercial é notificado pelo sistema para que possa contatar o cliente questionando-o sobre uma resposta da proposta enviada. Após resposta do cliente, o Setor Comercial informa ao sistema a aceitação ou rejeição por parte do cliente.

Quando ocorre a resposta a uma proposta, a Área Técnica é notificada pelo sistema. Quando não há confirmação do cliente até o fim do prazo de validade da proposta, o Setor Comercial e a Área Técnica são notificados pelo sistema.



Figura 3 - Fase de Proposta Comercial (etapa 3).

2. Fase de execução

Para serviços que envolvam equipamentos, o Setor de Estocagem recebe o equipamento enviado pelo cliente na sala de estocagem ou, no caso de cliente interno LIT, no laboratório, onde é dada entrada no sistema e o equipamento é cadastrado. Durante a entrada de um equipamento é localizado no sistema, através do tipo do equipamento e/ou do nome do cliente, a sua propostas comercial.

No caso de equipamento enviado sem solicitação formal de serviço pelo cliente ou antes do envio ou aceitação da proposta comercial, o Setor de Estocagem notifica o Setor Comercial para que este possa tomar as providências necessárias.

Ao receber um equipamento, o sistema notifica a Área Técnica e o Setor Comercial.

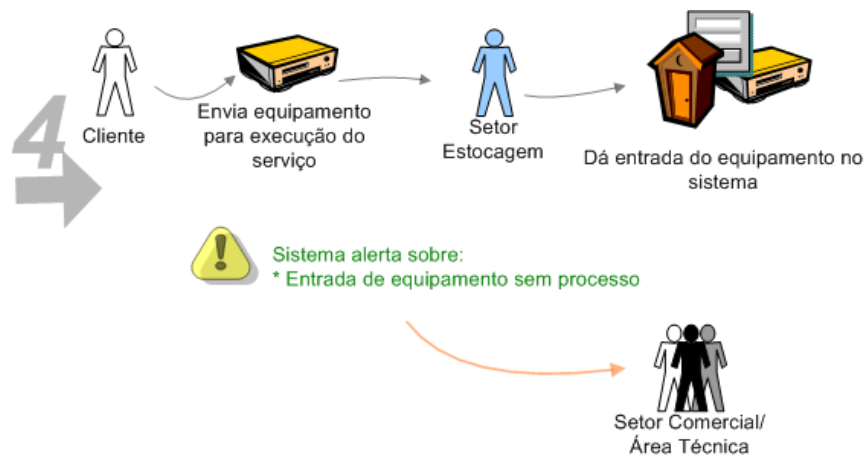


Figura 4 - Fase de Execução (etapa 1)

Com o equipamento em sua posse, a área abre uma Ordem de Serviço e durante a execução do serviço alimenta essa ordem. Serviços que não envolvem equipamento também devem ter uma Ordem de Serviço.

Após a execução do serviço, a área notifica o sistema que o serviço está pronto, através do seu fechamento. Quando aplicável, o equipamento é enviado para a sala estocagem onde será retirado pelo cliente externo. Os clientes internos LIT retiram o equipamento no laboratório.

Os documentos em papel (certificados, relatórios, etc) gerados são enviados para o Setor Comercial, onde são cadastrados e enviados para o cliente. Uma cópia é enviada para o Setor de Documentação que complementa os dados cadastrais do documento (local de armazenamento, por exemplo).

Os documentos eletrônicos gerados são inseridos no sistema pela área e o Setor Comercial é notificado pelo sistema para que possa cadastrá-los e enviá-los para o cliente. Após o cadastro pelo Setor Comercial, o Setor de Documentação é notificado.

Quando o serviço não é finalizado até o prazo estipulado na ordem de serviço, o sistema alerta a área técnica.

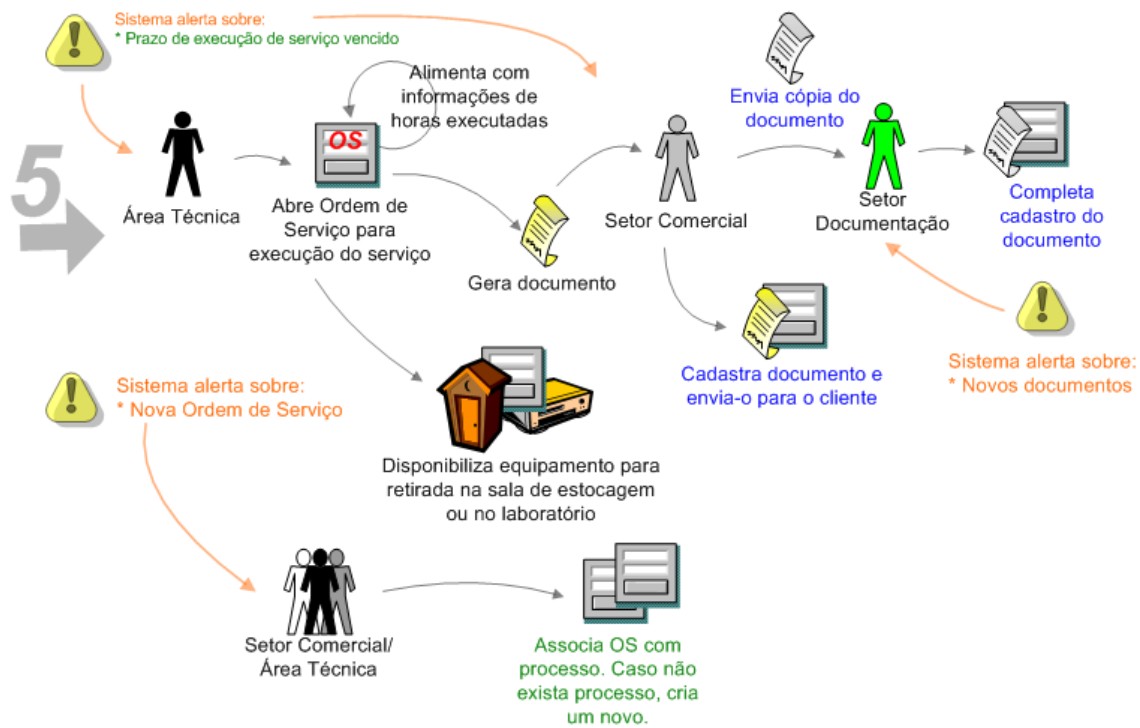


Figura 5 - Fase de Execução (etapa 2).

Quando o equipamento chega no Setor de Estocagem, este providencia, via sistema, a declaração de remessa (parcial ou total). O Setor de Estocagem aguarda o cliente retirar o equipamento, que pode se encontrar na sala de estocagem (cliente externo) ou no laboratório (cliente interno). Uma vez o equipamento retirado, a sua saída é registrada no sistema.



Figura 6 - Fase de Execução (etapa 3)

3. Fase de Faturamento

O Setor Comercial, através do sistema, gera os dados necessários para a elaboração da Nota Fiscal e do recibo e os envia para a Fundação responsável pela geração da Nota Fiscal e pelo recebimento do pagamento do cliente. A Fundação envia a Nota Fiscal e o recibo para o Setor Comercial que cadastra os dados e os envia para o cliente.

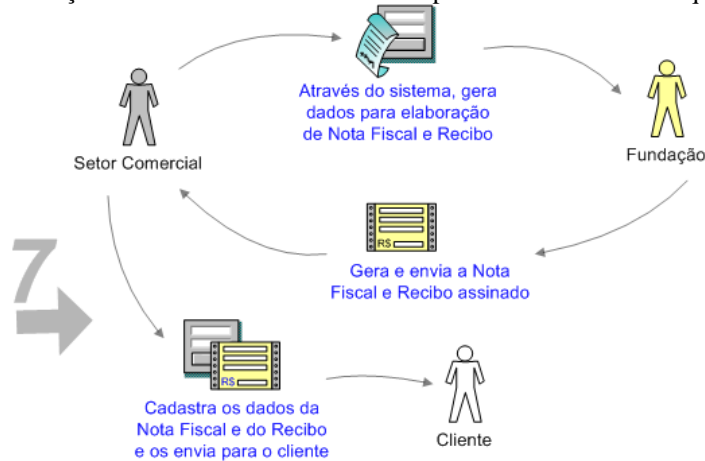


Figura 7 - Fase de Faturamento (etapa 1)

O Setor Comercial aguarda o cliente efetuar o pagamento e, após o pagamento efetuado, atualiza o sistema com essa informação.



Figura 8 - Fase de Faturamento (etapa 2).

Apêndice B – Aplicação da Ciência e Tecnologia de Processos aos Serviços do LIT

1. Aplicação de Modelagem Conceitual

1.1. Modelagem BPMN

Baseado na descrição da prestação de serviços comerciais do LIT, fornecida pela equipe de desenvolvimento de sistemas de informação do LIT, e com o auxílio da ferramenta BizAgi Process Modeler, obtive-se o modelo de processo conforme Figura 2.

Nesse modelo foram criados 2 *Pools* para representar os participantes do processo: Cliente e LIT. Os setores do LIT foram representados pelas seguintes *Lanes* dentro do *Pool* LIT: Setor Comercial, Setor de Documentação, Chefia, Laboratório e Estocagem.

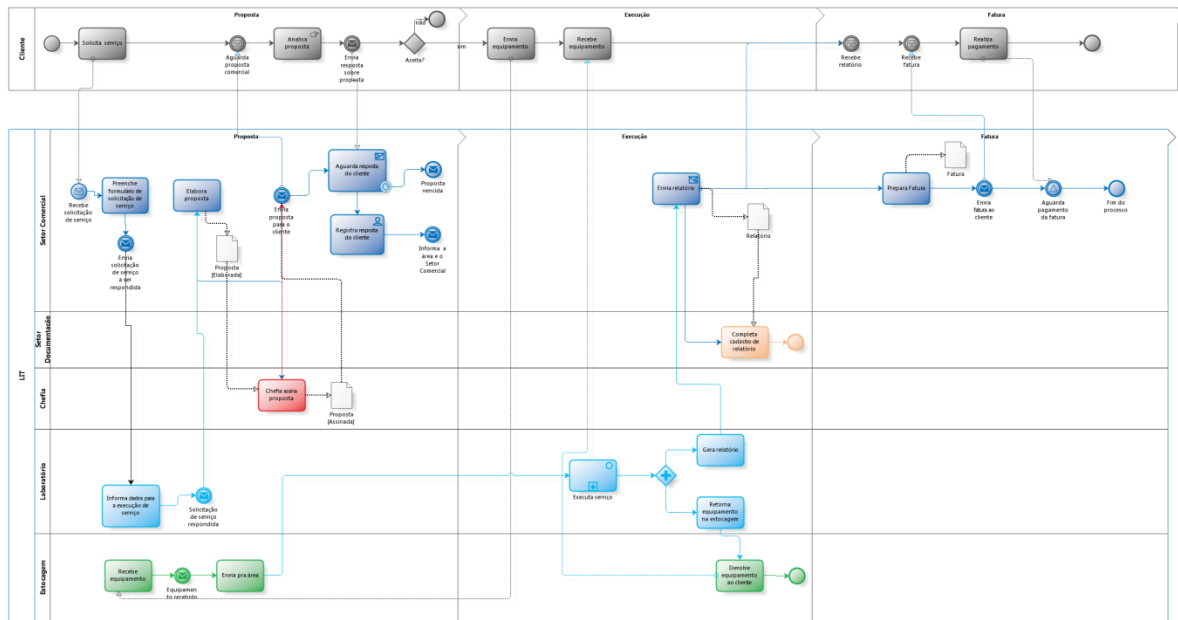


Figura 2 – Modelo do processo de prestação de serviços usando notação BPMN.

1.2. Diagrama de Ciclo de Atividades

Na transição do modelo BPMN para o DCA, as *Lanes* se transformaram nas Entidades que constituem os Recursos do processo: Setor Comercial, Laboratório, Setor de Documentação, Chefia, Estocagem.

Analisando o modelo BPMN foram identificadas as demais entidades, as que transitam pelo processo: Solicitação de Serviço, Proposta, Equipamento, Relatório, Fatura.

Para elaborar o DCA foram utilizadas diferentes cores para definir o fluxo de cada entidade no sistema, de forma a identificar cada uma delas, ou seja, de quais atividades participam.

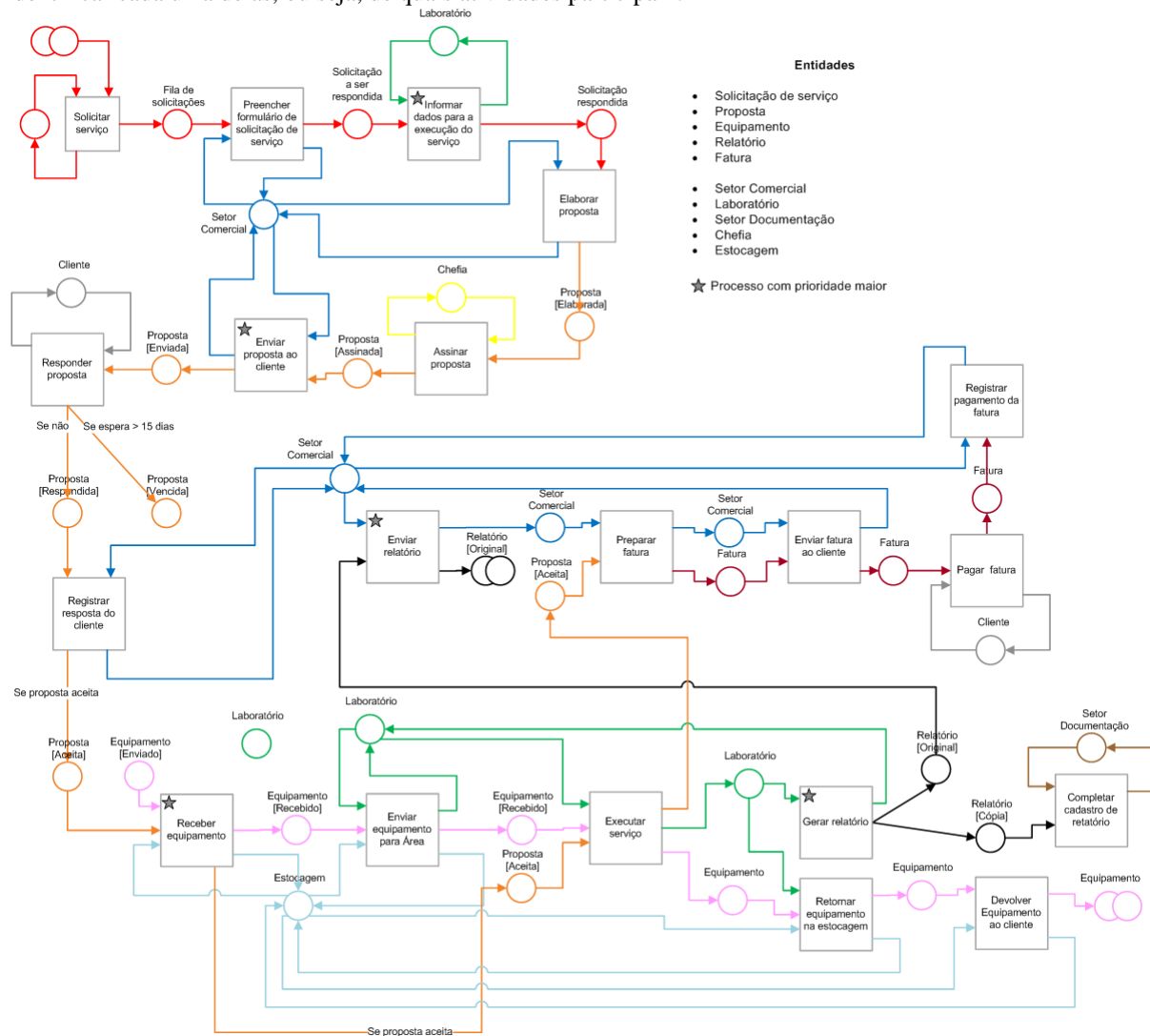


Figura 1 - DCA do Processo de Prestação de Serviços do LIT.

2. Implementação do Modelo

2.1. Modelo de Simulação no Simprocess

1. Modelagem dentro do Simprocess

A modelagem na ferramenta Simprocess iniciou-se baseando-se no modelo DCA elaborado. Como o Simprocess é uma ferramenta que permite a modelagem hierárquica e o modelo no DCA demonstrou ser relativamente extenso, procurou-se aplicar a hierarquia no modelo DCA a fim de facilitar a sua modelagem no Simprocess.

2. Definição das distribuições

Para garantir uma maior proximidade com a realidade, grande parte das atividades modeladas tiveram as suas durações definidas através da ferramenta ExpertFit do Simprocess com dados extraídos do sistema de informação do LIT, o sistema eLIT. Ao todo, foram obtidas 10 distribuições, uma para cada atividade, com a ajuda destas ferramentas.

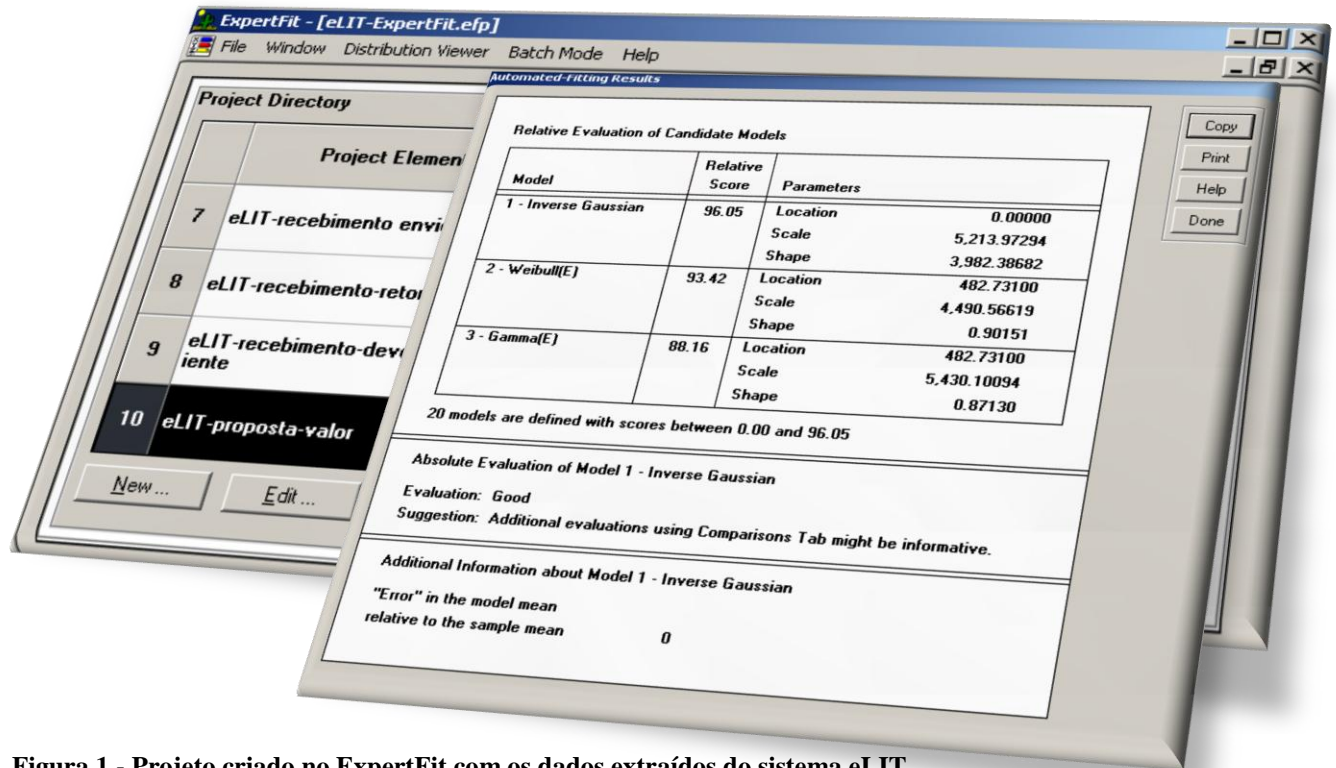


Figura 1 - Projeto criado no ExpertFit com os dados extraídos do sistema eLIT

Outras atividades, como *Enviar Fatura cliente*, *Devolver equipamento ao cliente*, tiveram os seus tempos modelados através de uma distribuição Normal, com médias e desvios definidos com o auxílio da equipe do LIT.

3. Simplificação do modelo de simulação

Com o objetivo de simplificar a simulação, todos os dados levantados foram baseados em solicitações de somente duas áreas do LIT. Para estas áreas, assumiu-se que não haveria diferenciação de tipo de serviço executado (ambas realizando o mesmo tipo de serviço).

Na prática, os recursos Laboratório possuem perfis como Engenheiro e Técnico, com atividades diferenciadas, o mesmo acontece com os recursos do Setor Comercial, mas isso não foi considerado.

Modelou-se o processo *Executar serviço* como uma atividade única, simplificando tarefas como montagem/desmontagem dos instrumentos de testes, configuração de equipamentos, deslocamento de equipamentos através de ponte-rolante. Também não foram introduzidos recursos como os equipamentos vibradores, sensores, câmaras de termo-vácuo e instrumentos de aquisição de dados.

4. Entidades e Recursos

No Simprocess foram criadas as entidades *Solicitação*, *Proposta*, *Equipamento*, *Relatório* e *Fatura*, e os recursos *Setor Comercial* com 8 unidades, *Laboratório* com 21 unidades, *Chefia* com 1 unidade, *Estocagem* com 4 unidades e *Setor de Documentação* com 2 unidades. Estas quantidades de recursos refletem as quantidades reais de pessoal alocadas para os setores e laboratórios no LIT.

5. Organização de processos em hierarquia

Como comentado anteriormente, a fim de facilitar a simulação, organizou-se o modelo em quatro processos macros, conforme Figura 2.

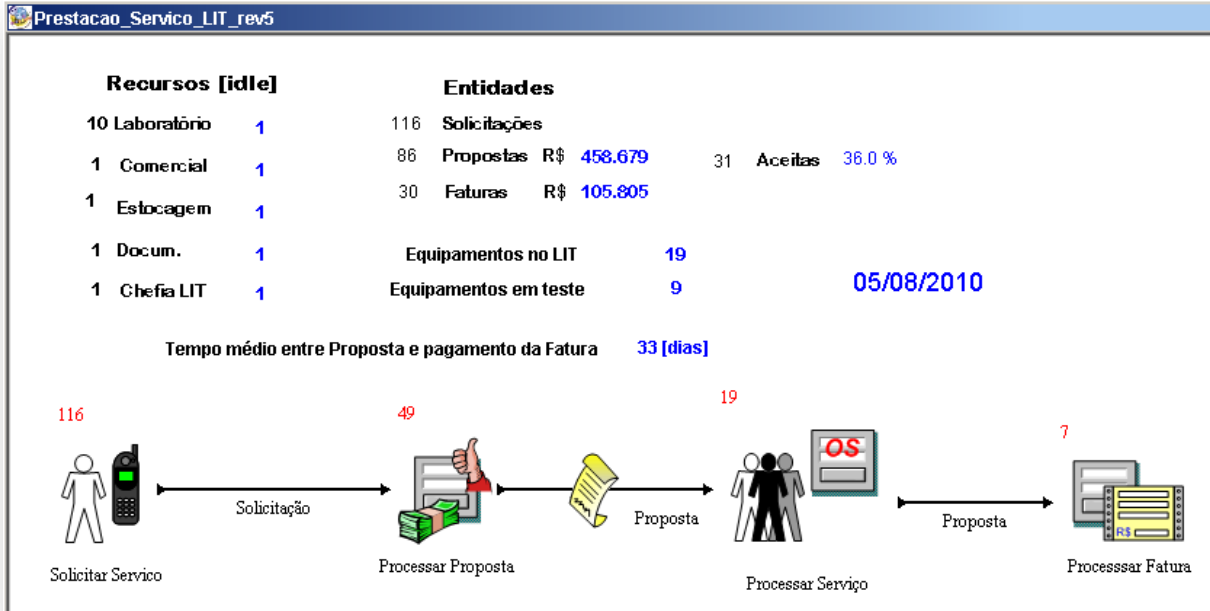


Figura 2 - Tela principal da execução da simulação no SIMPROCESS

Solicitar Serviço

O processo *Solicitar Serviço* é um gerador de solicitações de serviços, cuja distribuição foi determinada através da ferramenta ExpertFit do próprio.

Processar Proposta

O processo *Elaborar Proposta* agrupa dois processos, o *Elaborar Proposta* e o *Processar Resposta Cliente*

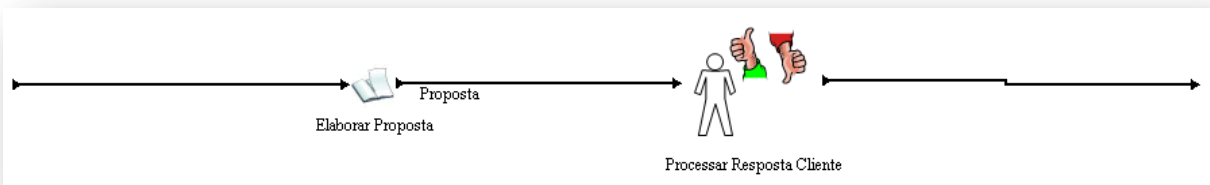


Figura 3 - Processo Processar Proposta

Elaborar Proposta

O processo *Elaborar Proposta* agrupa as atividades relacionadas com a elaboração, aprovação e envio da proposta ao cliente.

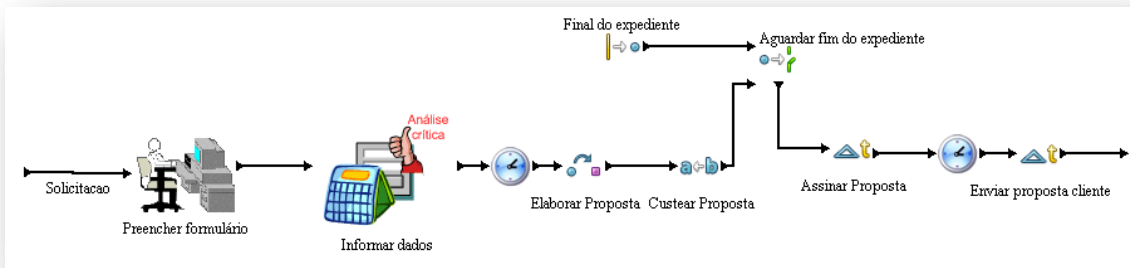


Figura 4 - Processo Elaborar Proposta

Processar Resposta Cliente

O processo *Processar Resposta Cliente* trata da atividade de registro das respostas das propostas enviadas aos clientes. Dentro deste processo foram colocados os desvios condicionais (*Branch*), com base estatística, das propostas que são respondidas, recusadas e aceitas. Baseados nos dados do sistema eLIT, verificou-se que 62% das propostas enviadas recebiam uma resposta e, destas respostas recebidas, 69% eram aceitas.

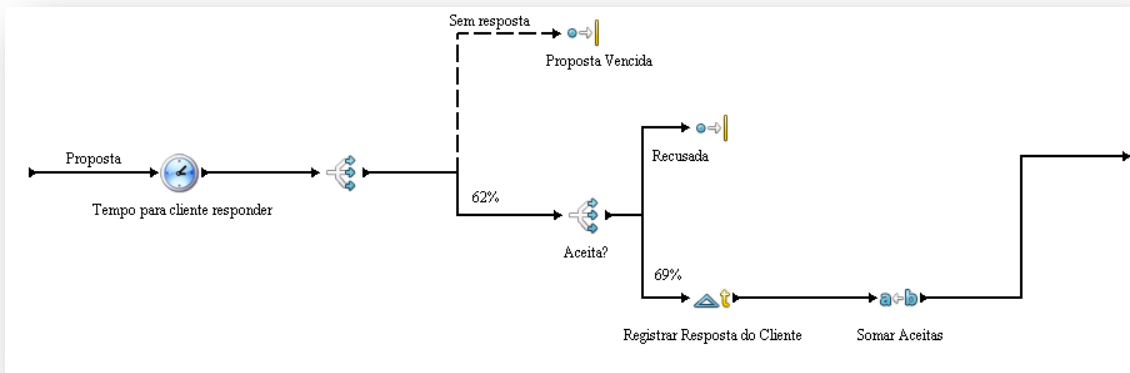


Figura 5 - Processo Processar Resposta Cliente

Processar Serviço

O processo *Processar Serviço* agrupa as atividades de recebimento e devolução de equipamentos, da execução de serviço e da geração e envio de relatório de serviço.

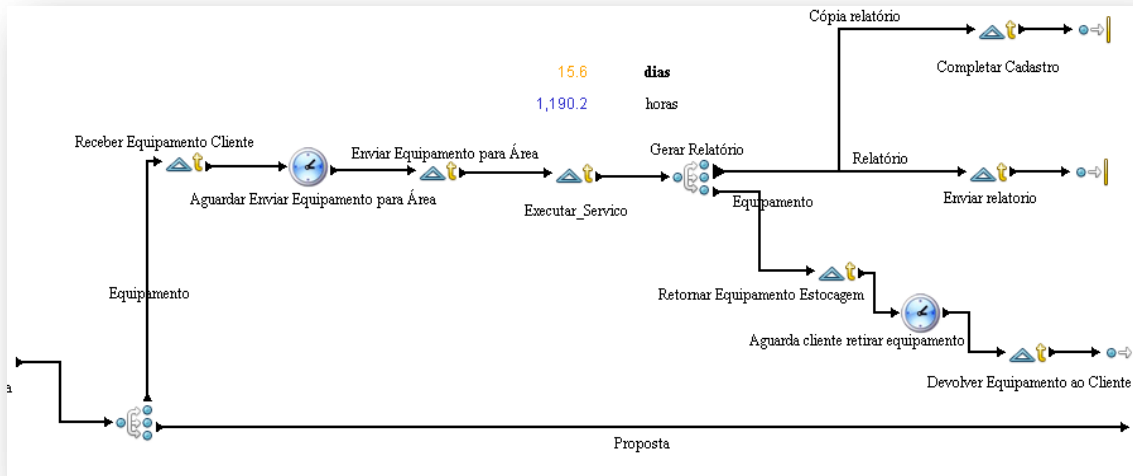


Figura 6 - Processo Processar Serviço

Faturar

O processo *Faturar* trata das atividades de elaboração, envio e registro de pagamento de faturas emitidas para cada serviço realizado.

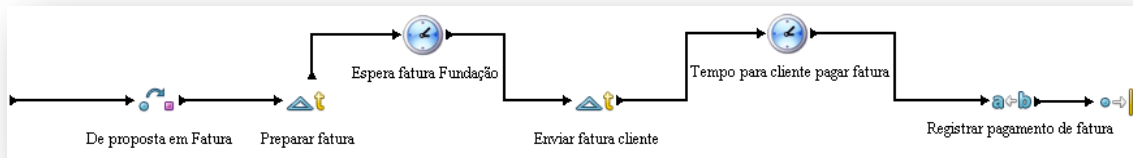
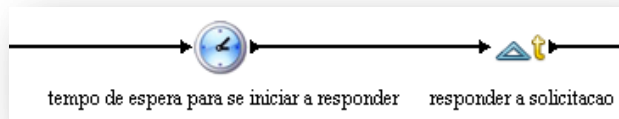


Figura 7 - Processo Faturar

6. Adaptações

Algumas atividades como *Responder Solicitação*, *Elaborar Propostas*, *Enviar proposta cliente*, possuem um tempo de espera antes da efetiva execução da tarefa. No Simprocess, este comportamento foi modelado com um *Delay (unidade de tempo em dias)* sem o uso de nenhum recurso, seguido pela atividade efetiva (unidade de tempo em minutos) com o(s) seu(s) recurso(s) apropriado(s).



7. Dificuldades

Durante a modelagem dentro do Simprocess encontrou-se algumas dificuldades que não foram totalmente contornadas:

Recursos reservados relacionados com as atividades

Pelo diagrama DCA, as atividades de *Executar serviço* e *Gerar relatório* deveriam ser executadas pelo mesmo recurso Laboratório, mas elas foram modeladas permitindo-se que o recurso que executou a atividade não seja o

mesmo que executou a outra. Verificou-se que o Simprocess oferece as atividades *GetResource* e *FreeResource*, mas não conseguiu-se associá-las às atividades.

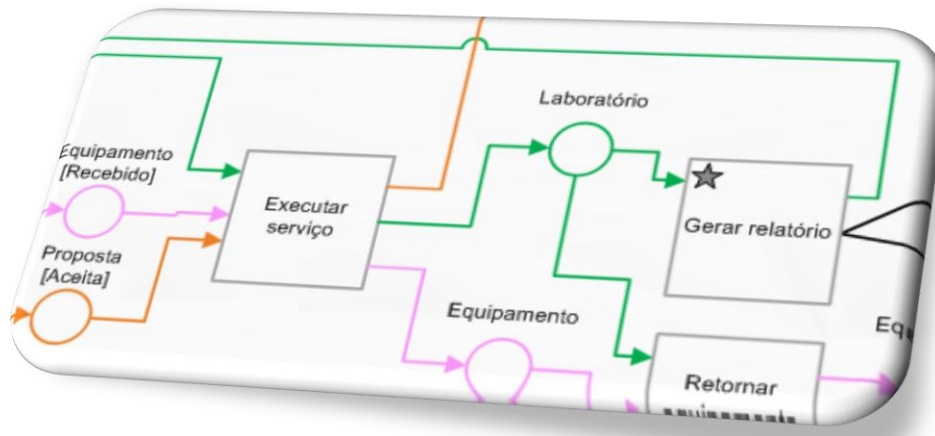


Figura 8 - Parte do diagrama DCA onde se encontrou dificuldade na simulação

Definição das prioridades

Outra dificuldade encontrada estava na definição das prioridades das atividades. Verificou-se que o Simprocess nos permite definir prioridade de Entidades e não de atividades. Sendo assim, todas as atividades foram modeladas possuindo a mesma prioridade.

8. Execução da Simulação

Procurou-se assumir os valores *default* dos parâmetros de execução. O tempo de simulação ocorre de 01/01/2010 a 01/01/2011.

Na tela com o processo macro, colocaram-se vários *Dynamic Labels* a fim de se acompanhar a execução da simulação. Foram monitorados tanto os recursos quanto as entidades. Estes valores podem ver visualizados conforme Figura 9.

Primeira execução

Inicialmente executou-se a simulação com as quantidades de recursos iguais às quantidades reais que se tem no LIT.

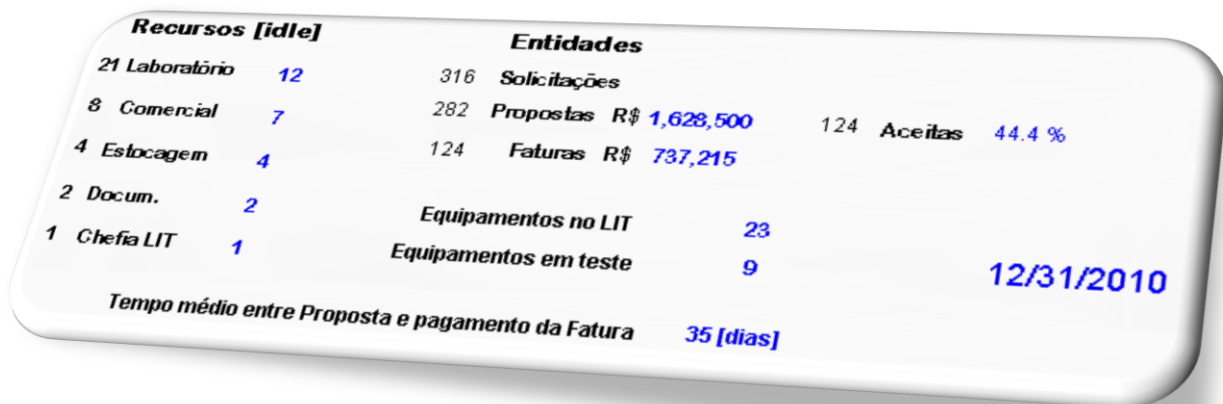


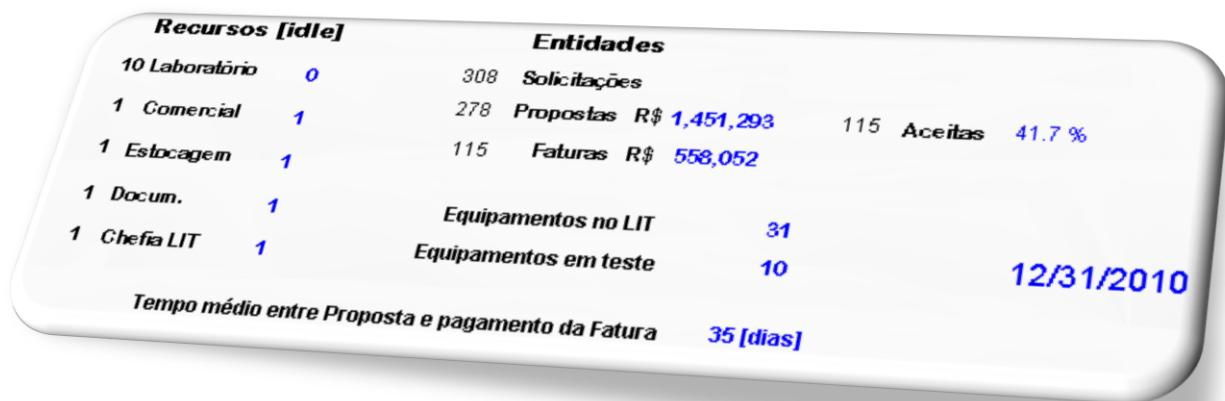
Figura 9 - Resultados da primeira simulação

Através do relatório padrão do Simprocess, observou-se que, salvo o Laboratório, todos os outros recursos apresentavam grande ociosidade, conforme pode ser verificada na Tabela 1.

Resource Names	Idle	Busy	Planned	Unplanned	Reserved
Chefia	99.839%	0.161%	0.000%	0.000%	0.000%
Estocagem	99.241%	0.759%	0.000%	0.000%	0.000%
Laboratório	74.289%	25.711%	0.000%	0.000%	0.000%
Setor Comercial	99.296%	0.704%	0.000%	0.000%	0.000%
Setor Documentação	99.363%	0.637%	0.000%	0.000%	0.000%

Tabela 1 - Estatística dos recursos na primeira simulação**Segunda execução**

Então para a segunda execução da simulação, reduziram-se as quantidades dos recursos conforme Figura 9. Através da Tabela 2 pode-se verificar que os recursos, salvo Laboratório, continuam ociosos grande parte do tempo. Assim pode-se concluir que para estes recursos, a quantidade um, faz-se suficiente para a execução das atividades modeladas.

**Figura 10 - Resultados da execução da segunda simulação**

Resource Names	Idle	Busy	Planned	Unplanned	Reserved
chefia	99.847%	0.153%	0.000%	0.000%	0.000%
Estocagem	97.333%	2.667%	0.000%	0.000%	0.000%
Laboratório	41.171%	58.829%	0.000%	0.000%	0.000%
Setor Comercial	94.531%	5.469%	0.000%	0.000%	0.000%
Setor Documentação	98.866%	1.134%	0.000%	0.000%	0.000%

Tabela 2 - Estatística dos recursos na segunda simulação

Terceira execução

Nesta terceira execução definiram-se todos os recursos com quantidade igual a um e analisou-se a ociosidade dos recursos e a quantidade de faturas. Pode-se observar a redução considerável do faturamento, resultado coerente com a realidade, pois se reduziu a capacidade de execução de testes.

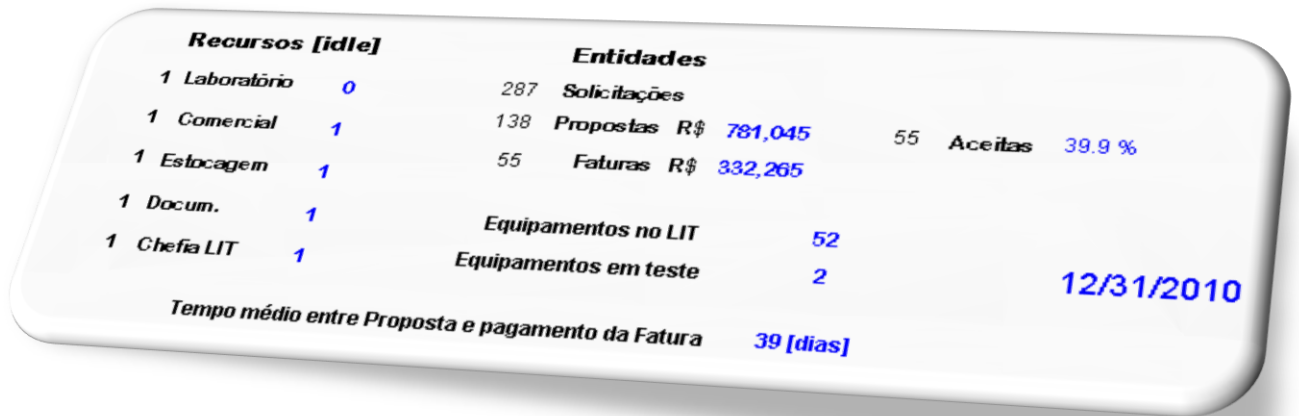


Figura 11 - Resultados da execução da terceira simulação

Resource Names	Idle	Busy	Planned	Unplanned	Reserved
Chefia	99.921%	0.079%	0.000%	0.000%	0.000%
Estocagem	99.237%	0.763%	0.000%	0.000%	0.000%
Laboratório	11.945%	88.055%	0.000%	0.000%	0.000%
Setor Comercial	97.429%	2.571%	0.000%	0.000%	0.000%
Setor Documentação	99.953%	0.047%	0.000%	0.000%	0.000%

Tabela 3 - Estatística dos recursos na terceira simulação

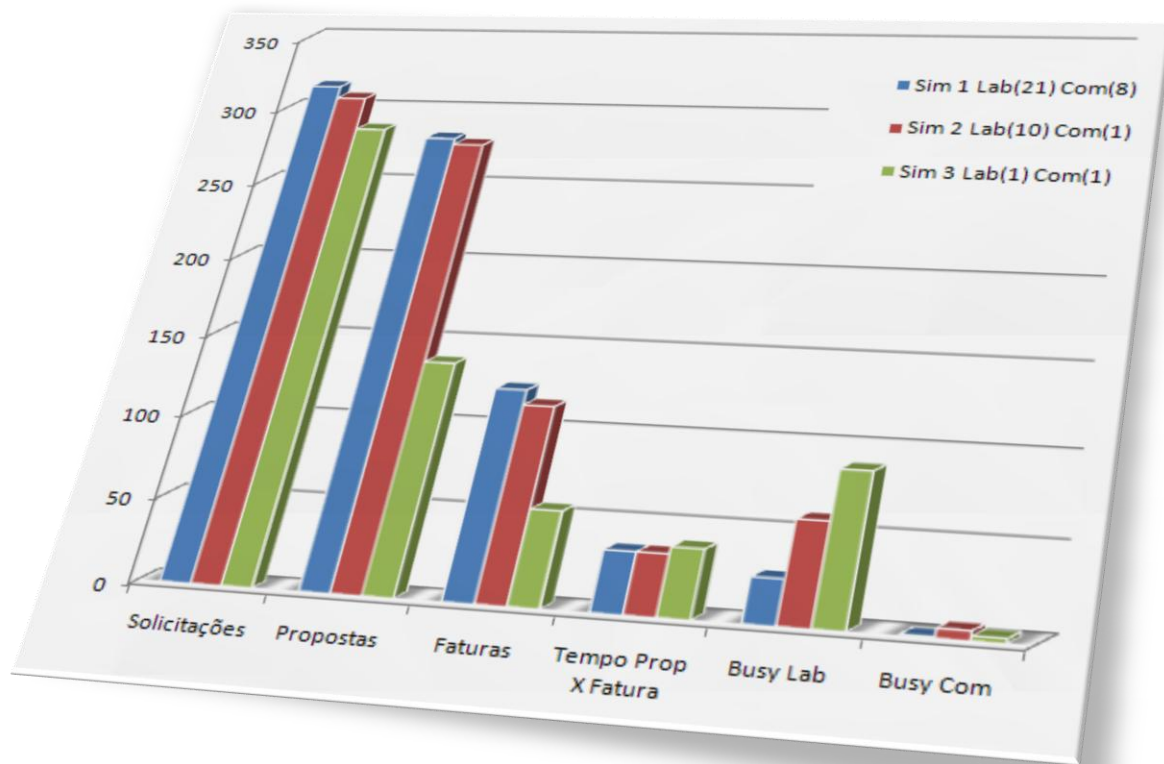


Figura 12 - Gráfico comparativo das simulações

2.2. Modelo de Processos no BizAgip

Utilizou-se o BPM Suite BizAgip para se criar uma aplicação executável. A fim de facilitar a implementação na ferramenta, a modelagem inicial foi. O modelo alterado é apresentado a seguir.

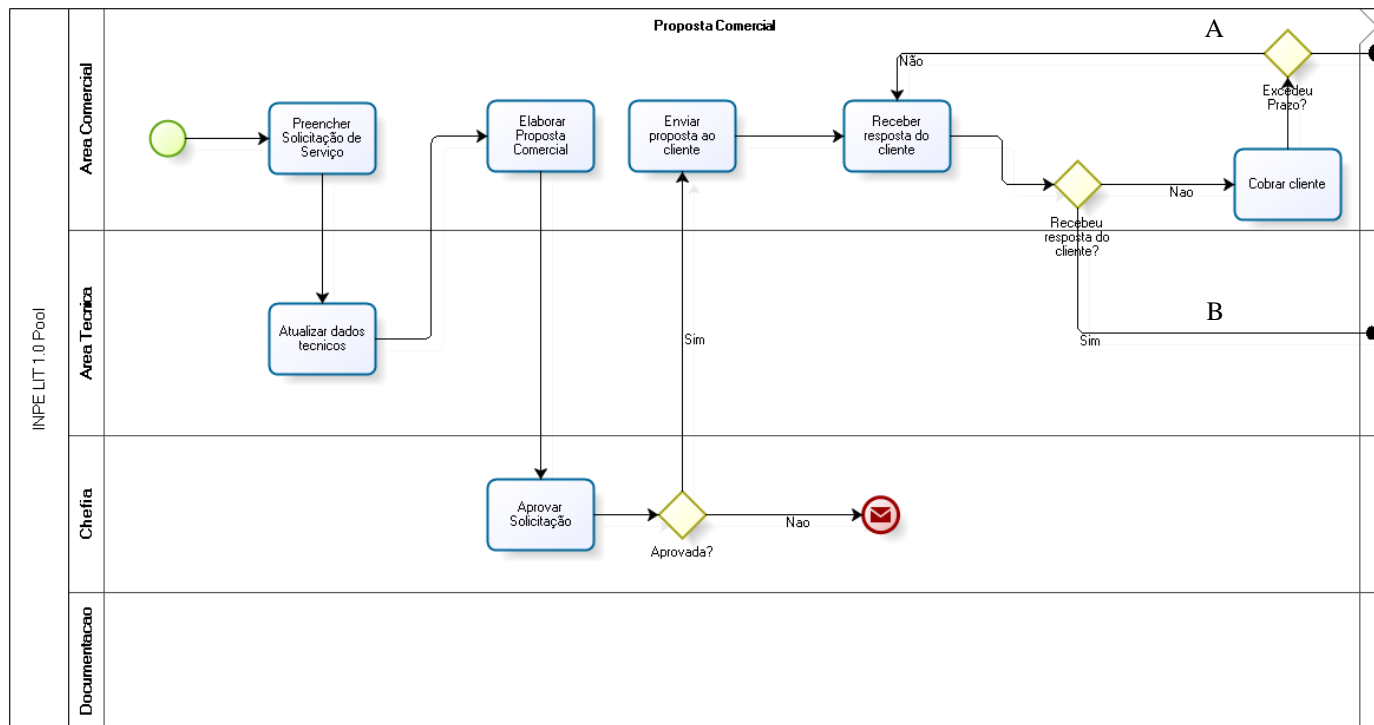


Figura 1 –BPD alterado do processo (Proposta Comercial)

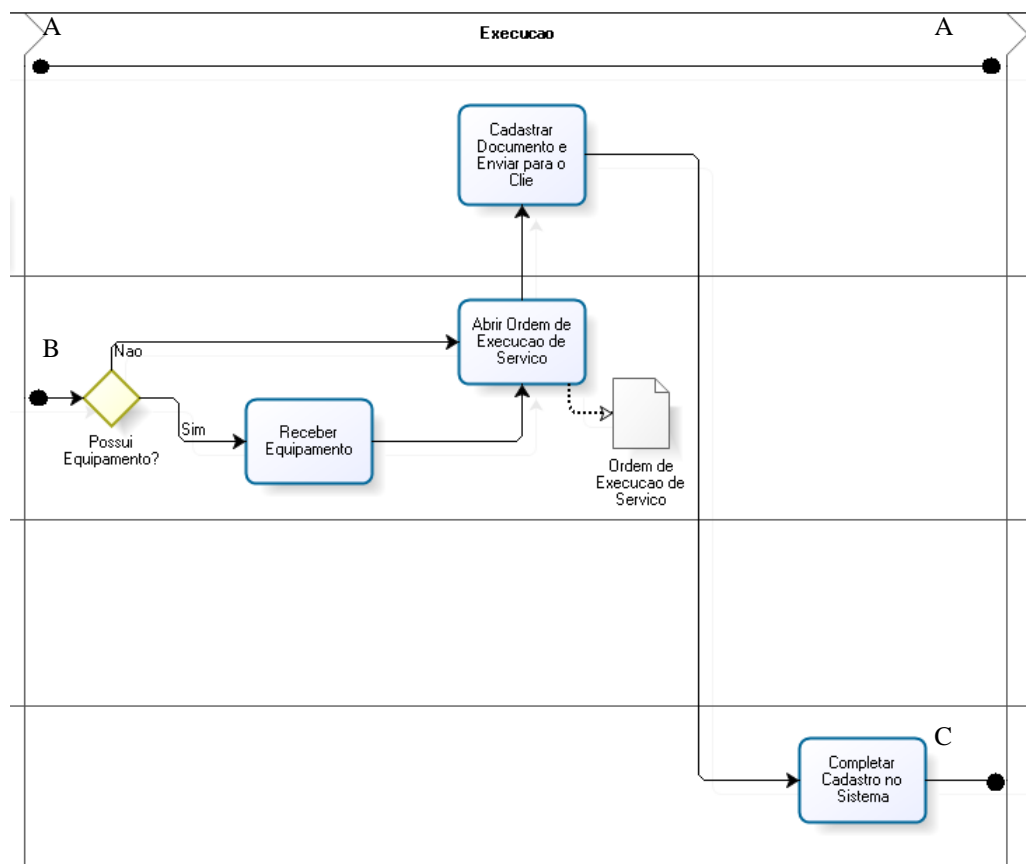


Figura 2 - BPD alterado do processo (Execução)

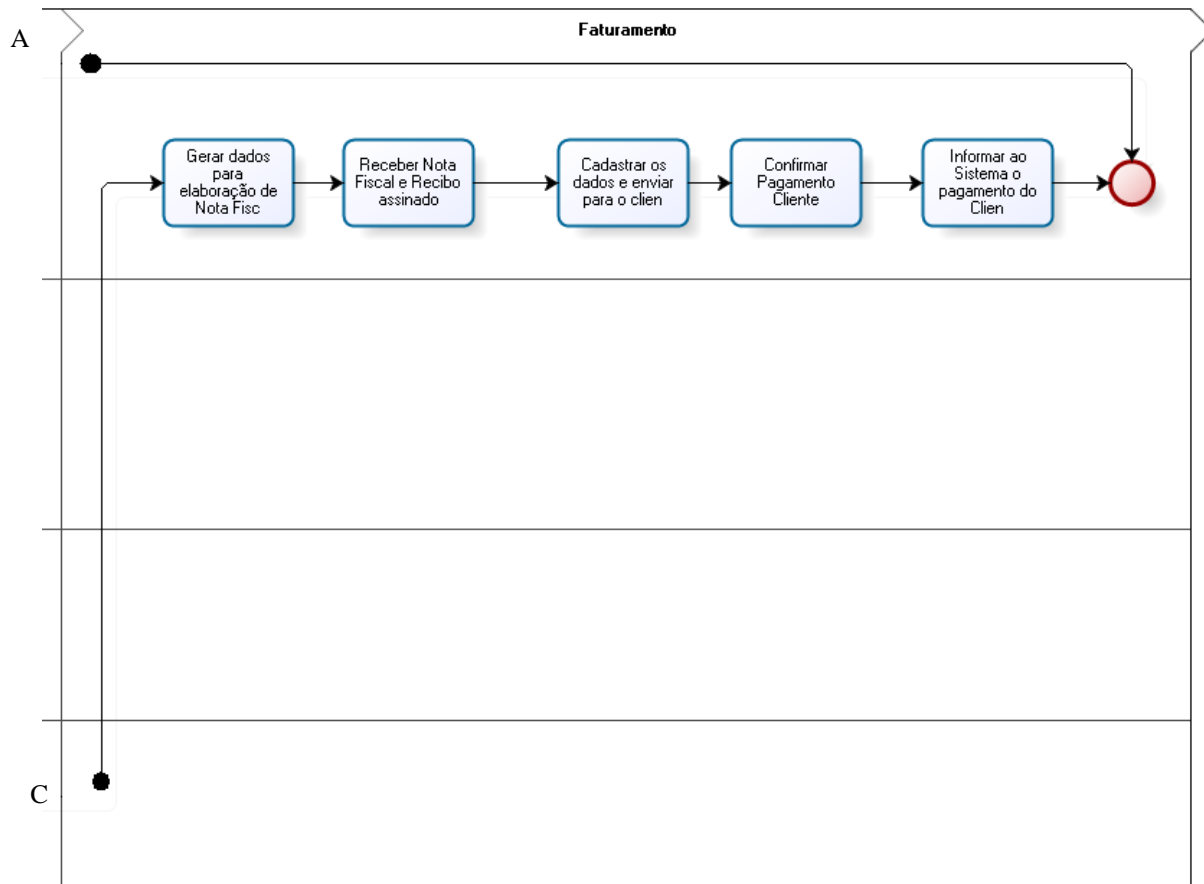


Figura 3 - BPD alterado do processo (Faturamento)

Em função do modelo do processo, conforme os diagramas apresentados, é necessária a criação de um modelo de dados. O conjunto de dados criado, apenas com o objetivo de deixar o processo funcional na ferramenta e validar o conceito, é apresentado na Figura 4.

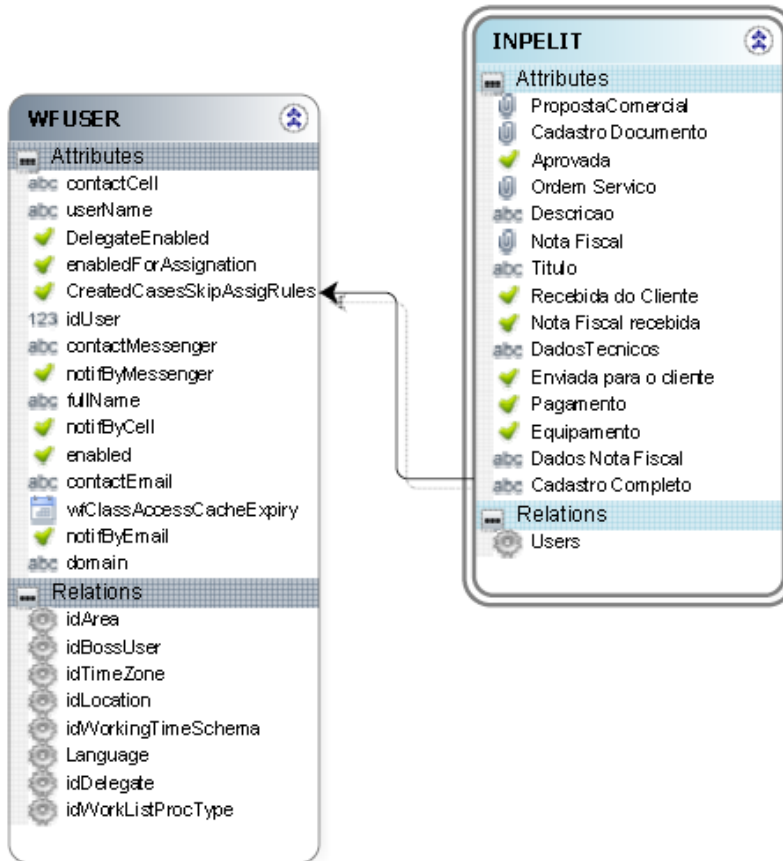


Figura 4 - Modelo de dados do processo

No modelo de dados é composto por duas tabelas, uma contendo os dados necessários ao processo, denominada INPELIT, e outra contendo uma série de dados do sistema para o gerenciamento de usuários. Essa última é requerida pelo próprio ambiente do BizAgi para que o processo possa ser executado.

As figuras a seguir ilustram algumas telas do aplicativo gerado no BizAgi:

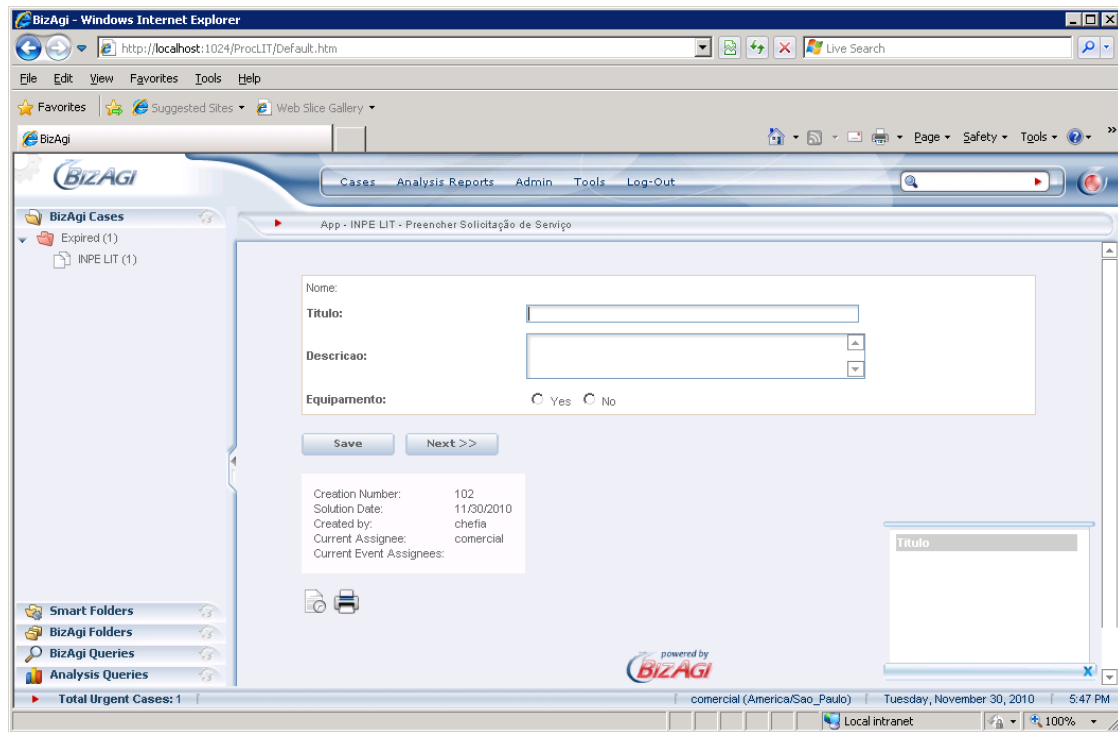


Figura 5 – Tela de Solicitação de Serviço

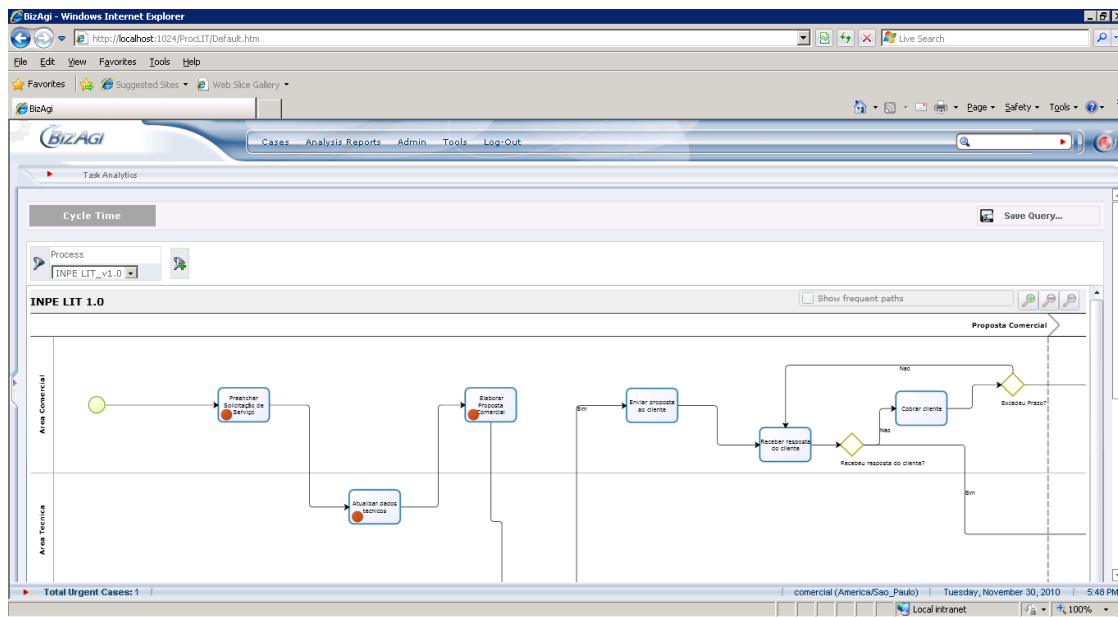


Figura 6 – Tela de Análise de Tarefas

No ambiente de execução do BizAgi é possível verificar através de relatórios as cargas e as devidas análises em relação a cada atividade do processo em tempo de execução.

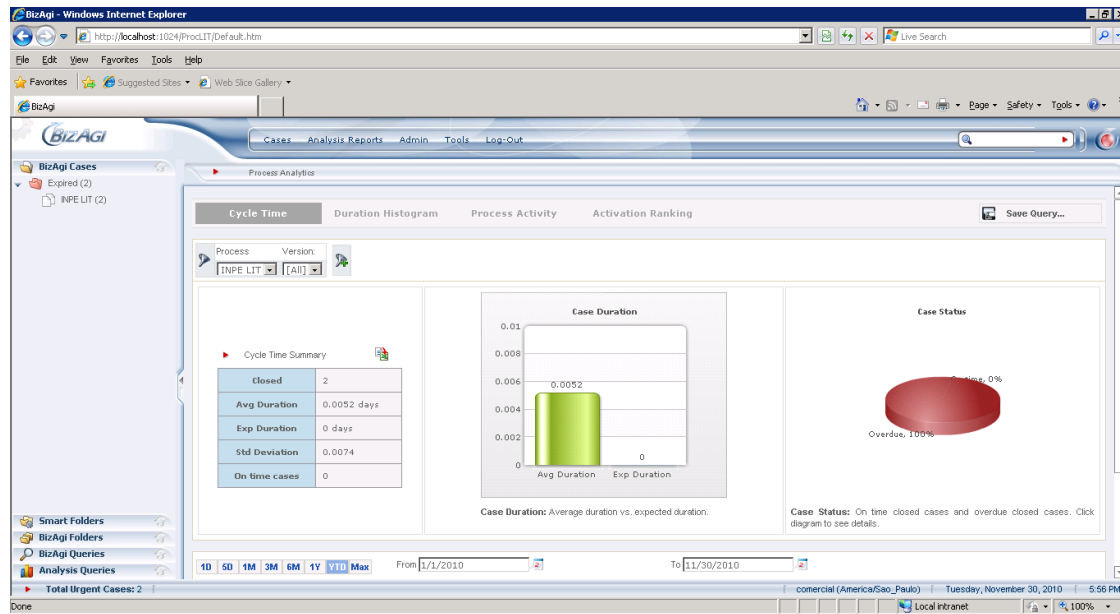


Figura 7 – Tela de Análise do Processo no BizAgi

Diversos relatórios de acompanhamento do processo podem ser visualizados diretamente no ambiente de execução do BizAgi.