



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

JOÃO PAULO SILVEIRA

MODELO DE COLABORAÇÃO E INTEROPERABILIDADE
EM GERENCIAMENTO DE
EMPREENDIMENTOS – EXTRANET DE PROJETO

Florianópolis

2006

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

JOÃO PAULO SILVEIRA

MODELO DE COLABORAÇÃO E INTEROPERABILIDADE
EM GERENCIAMENTO DE EMPREENDIMENTOS – EXTRANET
DE PROJETO

Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial exigido pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - PPGEC, para a obtenção do Título de Mestre em Engenharia Civil.

Orientação: Prof. Malik Cheriaf

Florianópolis

2006

**MODELO DE COLABORAÇÃO E INTEROPERABILIDADE EM
GERENCIAMENTO DE EMPREENDIMENTOS – EXTRANET DE
PROJETO**

JOÃO PAULO SILVEIRA

Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial exigido pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - PPGEC, para a obtenção do Título de Mestre em Engenharia Civil.

Florianópolis, 17 de março de 2006

Prof. Glicério Trichês- Coordenadora do PPGEC

COMISSÃO EXAMINADORA:

Dr. – Ing. Malik Cheriaf – Orientador e Moderador – PPGEC/UFSC

Dr. Claudio Alcides Jacoski – Examinador Externo – UNOCHAPECO

Dr. Luis Alberto Gómez – Examinador Interno – UFSC

Dr. Antonio Edésio Jungles – Examinador Interno – UFSC

Dr. Norberto Hochheim – Examinador Interno – UFSC

Dedico essa dissertação:

À minha esposa Kely pelo amor e compreensão durante todo o curso;

Aos meus pais Ana Maria e Cármino por terem me ensinado o valor dos estudos;

Ao meus irmãos Vaneide e Vanildo pelo apoio e carinho durante o curso;

Agradecimentos

Muitas pessoas contribuíram para o desenvolvimento da dissertação, entre elas agradeço as contribuições efetuadas pelos membros da comissão examinadora, professores Claudio Alcides Jacoski, Antonio Edésio Jungles, Norberto Hochheim e Luis Alberto Gómez.

Ao meu orientador Professor Malik Cheriaf pela liberdade oferecida durante os estudos de mestrado.

Ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da UFSC por oferecer um curso gratuito e de qualidade.

Aos colegas do Infohab Renato Lupiano, Thaís Carrier Mendonça e à Professora Ana Maria Delazari Tristão pelos momentos vividos e pela ajuda mútua.

Aos demais colegas do Núcleo de Pesquisa em Construção da UFSC pelas oportunidades de aprendizagem coletiva e amizade.

Às demais pessoas que, de alguma forma, contribuíram para a realização da tese, incluindo vários outros colegas e amigos não citados mas que também manifestaram apoio e incentivos sinceros.

Ao CNPq pelo apoio financeiro.

“Não há melhor negócio que a vida. A gente a obtém a troco de nada, aumenta seu valor a cada experiência e desfruta-a por toda a existência”

(Provérbio Judaico).

SILVEIRA, João Paulo. **Modelo de Colaboração e Interoperabilidade em Gerenciamento de Empreendimento – Extranet de Projeto**. 133 f. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

RESUMO

Esta pesquisa propõe a criação de um modelo de colaboração e interoperabilidade em Extranet de projeto, onde toda informação da empresa é gerida em ambiente web, sem necessidade de outros meios para troca de informação entre os profissionais da empresa. O modelo de colaboração e interoperabilidade apresenta o web browser como ferramenta de entrada, visualização e troca das informações, eliminando barreiras geográficas, limites de hardware e diferentes plataformas. A pesquisa mostra o contexto atual da TI na construção civil, e aborda a gestão do conhecimento como importante fator para o gerenciamento de projeto e diferencial estratégico. Também é apresentada a interoperabilidade, juntamente com os padrões de troca de informação e metodologias de colaboração. As características e barreiras das Extranet de Projeto são detalhadas nesta pesquisa, assim como a metodologia de construção dessas Extranets de Projeto, apontando juntamente as suas etapas, os requisitos do usuário e do sistema. O modelo de colaboração aborda cada profissional com uma interface própria somente com dados de seu interesse ou de acordo com seu posicionamento dentro da cadeia administrativa da empresa, usando o padrão de modelagem UML para exposição do modelo. Como conclusão do trabalho foi verificada que a modelagem UML é uma ferramenta indispensável para interpretar e detalhar as peculiaridades do sistema na fase de reconhecimento dos requisitos necessários para a implantação.

Palavras-chave: Extranet de Projeto, Tecnologia da Informação, Gerenciamento da Construção, Colaboração, Modelagem UML.

SILVEIRA, João Paulo. **Model of Collaboration and Interoperability in Project Management –Project Extranet**. 133 f. 2006. Dissertation (Master's Degree in Civil Engineering) – **Pos-graduations** programs in Civil Engineering, Federal University of Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

ABSTRACT

This research proposes the creation of a collaboration and interoperability model in Project Extranet, where all company's information is managed in environment web, without the need of other means for interchange of information among the professionals of the company. The model of collaboration and interoperability presents the web browser as input tool, visualization and interchange of the information, eliminating geographical barriers, hardware limits and different platforms. The research shows the current context of the I.T. in civil construction. And it approaches the administration of the knowledge as important factor for the Project management and differential strategic. Also the interoperability is presented, together with the patterns of change of information and methodologies of collaboration. The characteristics and barriers of Project Extranet are detailed in this research, as well as the methodology of construction of those project Extranets, pointing their stages together, the user's requirements and of the system. The model of collaboration approaches each professional with an own interface with data of his/her interest or in agreement with his/her positioning inside of the administrative chain of the company, using the modeling pattern UML for exhibition of the model. As conclusion of the work was verified that the modeling UML is an indispensable tool to interpret and detail the peculiarities of the system in phase of recognition of necessary requirements for the implantation.

Keyword: Project Extranet, Information Technology, Construction Management, Collaboration, UML.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1: Modelo funcional de um sistema de informação..... | 23 |
| Figura 2: Atividades de resposta crítica..... | 25 |
| Figura 3: Formas de gerenciamento do conhecimento..... | 27 |
| Figura 4: Vetor do conhecimento organizacional..... | 30 |
| Figura 5: Processo de desenvolvimento do projeto com a ação dos quatro participantes do empreendimento..... | 34 |
| Figura 6: Estruturação para a equipe multidisciplinar envolvida no desenvolvimento do projeto..... | 35 |
| Figura 7: Ações de implementação da construtibilidade..... | 36 |
| Figura 8: Processo do planejamento de um empreendimento..... | 39 |
| Figura 9: Funções do sige no ciclo de vida do empreendimento..... | 45 |
| Figura 10: Estrutura clássica de gestão..... | 46 |
| Figura 11: Um exemplo de comunicação orientada aos dados dos elementos gerados por uma coordenação dinâmica..... | 63 |
| Figura 12: Estrutura dos dados para programação, visando à utilização do padrão xml..... | 65 |
| Figura 13: Modelo físico básico de uma extranet de projeto..... | 69 |
| Figura 14: Tela principal da extranet de projeto buzzsaw..... | 72 |
| Figura 15: Esquema funcional da extranet de projeto..... | 87 |
| Figura 16: Esquema funcional da extranet de projeto..... | 88 |
| Figura 17: Divisão do modelo em módulos gerenciais..... | 91 |
| Figura 18: Diagrama de caso de uso do projeto de software. Modificado de larman (2000)..... | 97 |
| Figura 19: Diagrama de seqüência do projeto de software. Modificado de larman (2000)..... | 98 |
| Figura 20: Diagrama de classe do projeto de software. Modificado de larman (2000)..... | 98 |

| | |
|--|-----|
| Figura 21: Reconhecendo requisitos do módulo 1..... | 105 |
| Figura 22: Reconhecendo requisitos do módulo 2..... | 108 |
| Figura 23: Reconhecendo requisitos do módulo 3..... | 110 |
| Figura 24: Reconhecendo requisitos do módulo 4..... | 112 |
| Figura 25: Diagrama de caso de uso do módulo 1..... | 114 |
| Figura 26: Diagrama de caso de uso do módulo 1..... | 115 |
| Figura 27: Diagrama de caso de uso do módulo 2..... | 117 |
| Figura 28: Diagrama de caso de uso do módulo 3..... | 119 |
| Figura 29: Diagrama de caso de uso do módulo 3..... | 120 |
| Figura 30: Diagrama de caso de uso do módulo 4..... | 123 |
| Figura 31: Diagrama de caso de uso do módulo 4..... | 124 |
| Figura 32: Diagrama de seqüência do módulo 1 - gerenciamento dos projetos do empreendimento..... | 127 |
| Figura 33: Continuação do diagrama de seqüência do módulo 1 - gerenciamento dos projetos do empreendimento..... | 128 |
| Figura 34: Diagrama de seqüência do módulo 2 - gerenciamento do planejamento e orçamento do empreendimento..... | 130 |
| Figura 35: Diagrama de seqüência do módulo 3 - gerenciamento da execução do empreendimento..... | 132 |
| Figura 36: Continuação do diagrama de seqüência do módulo 3 - gerenciamento da execução do empreendimento..... | 133 |
| Figura 37: Diagrama de seqüência do módulo 4 - gerenciamento financeiro do empreendimento..... | 135 |
| Figura 38: Diagrama de classes do módulo 1 - gerenciamento dos projetos do empreendimento..... | 137 |
| Figura 39: Diagrama de classes do módulo 2 - gerenciamento do planejamento e orçamento do empreendimento..... | 138 |

| | |
|--|-----|
| Figura 40: Diagrama de classes do módulo 3 - gerenciamento da execução do empreendimento..... | 139 |
| Figura 41: Diagrama de classes do módulo 4 - gerenciamento financeiro do empreendimento..... | 140 |
| Figura 42: Diagrama de classe do modelo de colaboração e interoperabilidade em gerenciamento de empreendimento. | 141 |
| Figura 43: Diagrama físico da tecnologia de informação adotada..... | 153 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| TABELA 1: Conceitos de tecnologia da informação. | 24 |
| TABELA 2: Condições capacitadoras / Efeitos indutores. | 28 |
| TABELA 3: Classificação das tecnologias de comunicação em projetos. | 52 |
| TABELA 4: Venda de produtos via comércio eletrônico. | 53 |
| TABELA 5: Fornecedores B2B. | 53 |
| TABELA 6: Oportunidades futuras. | 54 |
| TABELA 7: Banco de dados integrados, uso e lições aprendidas. | 56 |
| TABELA 8: Código de barra, uso e lições aprendidas. | 56 |
| TABELA 9: <i>Electronic Data Interchange</i> (EDI), uso e lições aprendidas. | 56 |
| TABELA 10: 3D CAD, uso e lições aprendidas. | 57 |
| TABELA 11: Exemplo de Extranets tipo PCN. | 71 |
| TABELA 12: Exemplo de Extranets tipo PIP. | 72 |
| TABELA 13: Exemplo de Extranets tipo PPE. | 73 |
| TABELA 14: Exemplo de Extranets de serviços completos. | 73 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|----|
| QUADRO 1: Principais recursos dos sistemas de informação. | 49 |
| QUADRO 2: Classificação de agentes da construção civil conforme o nível informativo. | 51 |
| QUADRO 3: Um exemplo de contrato usando aecXML, “ <i>contrato.xml</i> ”. | 62 |

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AEC- A indústria de Arquitetura, Engenharia e Construção.

aecXML – padrão XML usado para representar informações na indústria AEC.

bcXML – building construction taxonomy and dictionary.

EDI - Electronic Data Interchange.

IAI - International Alliance for Interoperability.

IFC – International Foundation Classes.

IFCXML – IFC em formato XML.

STEP- Standard for the Exchange of Product Model Data.

TI – Tecnologia da Informação.

XML – eXtensible Marcation Language.

UML – Unified Modeling Language.

BPR – Reengenharia dos processos de negócios.

SI – Sistema de Informação.

SIGE – Sistema de Informação para Gerenciamento de Empreendimento.

ASPs – Application service provider.

PCN – Project Collaboration Network.

PIP – Project Information Portal.

PMI – Project Management Institute.

PPE – Project Procurement Exchange.

RFIs – Pedidos por informações.

RFQs – Pedidos por cotações.

SUMÁRIO

| | | |
|----------------------------|---|------------------|
| <u>CAPÍTULO - 1</u> | <u>INTRODUÇÃO.....</u> | <u>16</u> |
| 1.1 | JUSTIFICATIVA..... | 19 |
| 1.2 | OBJETIVO GERAL | 20 |
| 1.3 | OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 20 |
| 1.4 | HIPÓTESES DE TRABALHO..... | 20 |
| 1.5 | DELIMITAÇÕES DO TRABALHO..... | 21 |
| 1.6 | ESTRUTURA DO TRABALHO..... | 22 |
| <u>CAPÍTULO - 2</u> | <u>SISTEMA E TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO</u> | <u>23</u> |
| 2.1 | SISTEMAS DE INFORMAÇÃO | 24 |
| 2.2 | GESTÃO DE CONHECIMENTO..... | 26 |
| 2.3 | GERENCIAMENTO DE EMPREENDIMENTO..... | 30 |
| 2.4 | SIGE – SISTEMA DE INFORMAÇÃO PARA GERENCIAMENTO DE EMPREENDIMENTO..... | 42 |
| 2.5 | TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO | 46 |
| 2.5.1 | TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL | 51 |
| 2.5.2 | INTEROPERABILIDADE | 58 |
| 2.5.2.1 | PADRÕES DE TROCA DE INFORMAÇÕES | 59 |
| 2.5.3 | SISTEMAS DE COLABORAÇÃO..... | 63 |
| 2.6 | EXTRANET DE PROJETOS..... | 69 |
| 2.6.1 | CARACTERÍSTICAS DAS EXTRANETS DE PROJETO..... | 74 |
| 2.6.2 | CONTROLE DE PROJETOS..... | 74 |
| 2.6.3 | COMUNICAÇÃO..... | 76 |
| 2.6.4 | BARREIRAS DAS EXTRANETS DE PROJETO..... | 78 |
| 2.6.4.1 | BARREIRAS OPERACIONAIS..... | 79 |

| | | |
|----------------------------|---|-------------------|
| 2.6.4.2 | BARREIRAS ORGANIZACIONAIS “PESSOAIS” | 81 |
| 2.6.5 | REQUISITOS PARA A CRIAÇÃO DAS EXTRANETS | 82 |
| 2.6.6 | ETAPAS | 83 |
| 2.6.7 | REQUISITOS DO USUÁRIO | 85 |
| 2.6.8 | REQUISITOS DO SISTEMA | 86 |
| <u>CAPÍTULO - 3</u> | <u>METODOLOGIA DE PESQUISA</u> | <u>87</u> |
| 3.1 | MODELAGEM NO PADRÃO UML | 95 |
| <u>CAPÍTULO - 4</u> | <u>DESENVOLVIMENTO DO MODELO</u> | <u>101</u> |
| 4.1 | CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES | 101 |
| 4.2 | INÍCIO DA MODELAGEM | 103 |
| 4.3 | DIAGRAMA – CASO DE USO | 113 |
| 4.4 | DIAGRAMA DE SEQÜÊNCIA | 125 |
| 4.5 | DIAGRAMA DE CLASSE | 136 |
| <u>CAPÍTULO - 5</u> | <u>CONCLUSÕES</u> | <u>152</u> |
| 5.1 | RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS | 153 |

CAPÍTULO - 1 INTRODUÇÃO

Compreende-se hoje que a Tecnologia da Informação (TI) é essencial para gerenciar uma empresa com sucesso. Porém, somente trará resultado se as pessoas a utilizarem adequadamente. Por outro lado, o cenário atual requer um grau muito elevado de colaboração entre empresas e pessoas (clientes, fornecedores e funcionários) para poder obter êxito. A formação de equipes internas e a integração com fornecedores e parceiros em geral passaram a ser um fator crítico de sucesso. A colaboração trouxe a necessidade de integração. Integração significa fazer junto, e essencialmente compartilhar atividades e experiências.

Tornou-se necessário saber criar e gerenciar o relacionamento entre os profissionais envolvidos nos projetos, de forma a gerar valor para a companhia. Nesse contexto, inovações tecnológicas foram criadas para auxiliar as companhias a enfrentarem esses novos desafios. Os sistemas captam dados e os transformam em informações, permitindo explorar oportunidades de negócios. Nesse sentido, também é preciso conhecer todas as interações envolvidas na colaboração entre os profissionais da empresa e transformar os dados dessas interações em informações, e então disseminá-las pela organização, através de um sistema de gestão do conhecimento.

Gestão do conhecimento é entendida como o processo de promover e administrar a geração, o compartilhamento, o armazenamento, a utilização e a mensuração de conhecimentos, para proporcionar, desse modo, experiências e especializações nas organizações (GROTTO, 2001).

Vargas (2001) aponta o diálogo como fator fundamental para a disseminação de conhecimentos, criando uma necessidade às empresas de incrementar, cada vez mais, os processos de comunicação nos ambientes internos e externos. E em simples conversas podem ocorrer transferências de valiosos conhecimentos.

Nesse contexto, a indústria da construção civil é avaliada como altamente fragmentada e agressiva. A fragmentação natural da indústria da construção é um significativo impedimento para o sucesso na implantação de tecnologias de informação (HIREMATH e SKIBNIEWSKI, 2004). Assim, o diálogo entre os profissionais envolvidos nos projetos fica prejudicado por barreiras geográficas e culturais, o que impede a transferência de conhecimentos.

No entanto, o interesse em computadores integrados à construção traz a necessidade de desenvolver eficientes sistemas de informação, para a colaboração entre os profissionais e para o gerenciamento do conhecimento.

Dessa maneira, um sistema de informação é formado pelo arranjo de pessoas, dados, processo, interfaces, redes de trabalho e tecnologia que interagem para suportar e aumentar dia-a-dia as operações no empreendimento (processamento de dados), bem como aumentar o suporte de soluções de problemas e também as decisões necessárias aos gerentes de projeto (serviço de informação) (HIREMATH e SHIBNIEWSKI, 2004). Esses sistemas de informação formulam o processo para a acumulação de dados (empreendimentos discutidos e documentados), análise de dados, transformando-os em informação. A informação é convertida em conhecimento, então é utilizada a TI como meio disseminador, através de sistemas de colaboração.

Para a utilização da tecnologia de informação pela indústria da construção civil, o grau de importância e a complexidade do empreendimento são fatores importantes para determinar o nível de uso destas tecnologias nos empreendimentos. E considerando que o custo para executar essas tecnologias deve cair, é provável que haja um aumento no uso em empreendimentos de pequeno porte (THOMAS *et al.* 2004).

East, Kirby e Peres (2004) concordam que existem produtos para a colaboração de projetos no mercado, mas que o uso desses em grandes empreendimentos onde há muitos usuários no sistema, o alto custo do aluguel torna a utilização desses sistemas de colaboração inviável. A aplicação de sistemas de colaboração via *web* em grandes empreendimentos é validada, quando não considerado o custo do aluguel, pelas seguintes razões:

- A aplicação centralmente hospedada facilita a manutenção de software e elimina exigências da distribuição do software e do controle de versão;
- O acesso pelo navegador de internet reduz significativamente a necessidade de treinamento da aplicação para o usuário final;
- As despesas iniciais e de manutenção de tecnologia de informação para os usuários são bastante reduzidas com o acesso do sistema pelo *browser*;
- Desde que quase 100% de usuários da empresa possuam E-mail, esse pode ser usado como um meio universal de conexão.

A ferramenta de colaboração vem sendo chamada de “Extranet de Projeto”, que é um sistema de colaboração e de gerência de empreendimento conduzido a partir de uma rede confidencial com criptografia de dados, a qual usa protocolos da Internet para transmitir informação. O sistema é somente acessível pela equipe de projeto, mas os membros da equipe podem estar situados em organizações diferentes. Fornece basicamente um ambiente confiável, centralizado e geralmente acessível, para transmitir informações do empreendimento, com dados armazenados em um servidor.

Contudo, O’Brien (2000) notou repetidamente que as Extranets de Projeto não são desenvolvidas com suficiente atenção para as atividades de trabalho dos indivíduos que usam esse sistema. A incorporação da Extranet de Projeto em rotinas diárias dos usuários também não recebe atenção no desenvolvimento. Estas Extranets de Projeto têm sido desenvolvidas para combinar um caminho centralizado e unificado de compartilhamento de informação com tecnologia que se presta para a criação de uma central de armazenamento de dados. Assim, a Extranet de Projeto ainda não se caracteriza como uma ferramenta que possa agilizar o trabalho dos indivíduos que a usam.

Embora a Extranet de Projeto tenha grande potencial para revolucionar a maneira como uma equipe de projeto da construção conduz o negócio, percebe-se que, no contexto atual, a Extranet de Projeto não cumpre seu papel como disseminadora de conhecimento. A Extranet de Projeto deve então aumentar a comunicação e agilizar o trabalho de cada profissional envolvido no projeto, além de proporcionar o intercâmbio de conhecimento entre os usuários. Também deve ser usada como uma forte ferramenta de marketing, aprimorando os serviços de informações aos clientes e estreitando os laços de interação cliente-empresa.

Este trabalho apresenta a metodologia e o desenvolvimento do modelo de colaboração e interoperabilidade em Extranet de Projeto, através do padrão de modelagem UML (*unified modeling language*), o que permitirá a implementação futura em softwares livres ou privados. O modelo foi elaborado levando em conta quatro módulos, que são: Módulo 1 – gerenciamento dos projetos; Módulo 2 – gerenciamento do planejamento; Módulo 3 – gerenciamento da execução; Módulo 4 – gerenciamento financeiro. O modelo faz com que o sistema seja acessível a qualquer tipo de empreendimento e organização, com suporte a vários usuários, sem envolver grandes custos de implementação. O modelo visa um tratamento diferenciado para cada tipo de

usuário, prevendo os requisitos dos usuários de acordo com a função que será desempenhada.

1.1 JUSTIFICATIVA

Verifica-se que a indústria da construção civil já faz uso da Internet para expor seus produtos e serviços, e a vê como um diferencial competitivo para Marketing de seus produtos (JACOSKI e LAMBERTS, 2002).

A tecnologia para a gestão do conhecimento é empregada fortemente em outros setores industriais. No entanto, a indústria da construção civil brasileira, principalmente nas empresas de pequeno e médio porte, não fazem uso de tais tecnologias, assim perdem informações de empreendimentos já executados, e muitas vezes correm o risco de repetir erros por não haver registros dos conhecimentos adquiridos durante os empreendimentos passados.

A Internet hoje é acessível de qualquer lugar e a qualquer momento, aumentando a capacidade de troca de informação entre os profissionais da construção civil. As Extranets de Projeto proporcionam o armazenamento e troca de informações por meio do ambiente *web*. Contudo, os custos para a utilização dessas tecnologias ainda são altos, impossibilitando que seja expandido o uso para todos os profissionais envolvidos no projeto, dificultando a transferência de conhecimento (EAST, KIRBY e PERES, 2004).

Faz-se necessário um modelo de colaboração e interoperabilidade em Extranet de Projeto que compreenda os requisitos dos usuários durante a evolução do empreendimento, armazenando as informações correntes em cada fase do mesmo, o que facilitará a aquisição e a edição de informações pelos usuários do sistema. Com a aplicação do modelo, a Extranet de Projeto passará a ser uma forte ferramenta de disseminação do conhecimento e de gerenciamento estratégico do negócio, pois os gerentes terão em um único sistema os dados sobre produção, custos e clientes de cada empreendimento.

1.2 OBJETIVO GERAL

“Criar e propor um modelo de colaboração e interoperabilidade para a gestão de empreendimentos *on-line* – Extranet de Projeto – na indústria da construção civil, usando a modelagem UML”

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos são os seguintes:

- Identificar os requisitos necessários para a criação do modelo de gestão de empreendimentos na Extranet de Projeto;
- Propor um modelo de gerência: de projetos; do orçamento e planejamento; da construção; e financeira – na Extranet de Projeto – usando a linguagem de modelagem UML;
- Explorar a bibliografia nacional e internacional sobre o assunto de tecnologia da informação, especificamente o uso da internet como ferramenta para a gestão de informação e gestão de empreendimentos.

1.4 HIPÓTESES DE TRABALHO

Como hipótese geral tem-se que “há a necessidade de um modelo de colaboração e interoperabilidade para a gestão de empreendimentos – Extranet de Projeto – para facilitar a implementação e entendimento das ferramentas necessárias para o gerenciamento do empreendimento de acordo com os requisitos da indústria da construção civil”.

Como hipótese subjacente tem-se que o “uso do modelo disponibilizará a tecnologia da informação às empresas com um baixo custo de implementação”.

As hipóteses específicas do trabalho são as seguintes:

- O modelo de colaboração e interoperabilidade em Extranet de Projeto pode ser elaborado a partir do fluxo de informação da indústria da construção civil;
- O modelo poderá abordar todos os agentes participantes no empreendimento, independentemente do nível de envolvimento;

- O modelo terá a capacidade de armazenar todas as informações geradas durante a vida útil de um empreendimento, garantindo a gestão do conhecimento organizacional;
- O modelo, após implementação, servirá como um diferencial de marketing, agregando valor aos serviços prestados aos clientes;
- O modelo permitirá, com a Extranet de Projeto, o acompanhamento das atividades em tempo real.

1.5 DELIMITAÇÕES DO TRABALHO

Em função de fatores tecnológicos e de tempo para a realização do trabalho, este se limitará em alguns aspectos, como segue:

- A interoperabilidade é garantida somente entre as informações editadas através do modelo;
- O modelo não será implementado em condições reais de utilização;
- O público-alvo do modelo serão as empresas de pequeno e médio porte, com foco na construção de edifícios de até 10 andares, exercendo a inclusão de tecnologia da informação nessas empresas.
- O modelo será desenvolvido para gerenciamento do empreendimento nas etapas de concepção de projetos, planejamento, construção e controle financeiro, porém não abordando todas as funções que poderão ser executadas nessas especialidades, pois o modelo poderá ser expandido para a incorporação de novas funções segundo as necessidades individuais de cada caso.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

Esta dissertação está estruturada em 5 capítulos.

O capítulo 1 apresenta a contextualização e a problematização da pesquisa.

O capítulo 2 enfatiza a conjuntura de um sistema de informação, aprofundando a análise ao gerenciamento de projeto de um empreendimento, a aplicação do sistema de informação para gerenciamento de projeto e a gestão do conhecimento como importante diferencial estratégico. Assim como o panorama da tecnologia da informação de uma forma geral e do contexto da indústria da construção civil. Também mostra a interoperabilidade, juntamente com os padrões de troca de informação e metodologias de colaboração, apresenta a Extranet de Projeto, suas características e barreiras, mostra metodologias de construção de Extranet de Projeto, suas etapas, os requisitos do usuário e do sistema.

O capítulo 3 exhibe a metodologia para o desenvolvimento do modelo de colaboração e interoperabilidade em Extranet de Projeto.

O capítulo 4 destaca o desenvolvimento do modelo de colaboração e interoperabilidade em Extranet de Projeto.

O capítulo 5 aborda as conclusões e recomendações para trabalhos futuros.

CAPÍTULO - 2 SISTEMA E TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO

Um sistema de informação (SI) coleta, processa, armazena, analisa e dissemina informações com um determinado objetivo. O sistema de informação inclui entrada (dados, instruções) e saída (relatórios, cálculos). Ele processa as entradas e produz saídas, que são enviadas para o usuário ou para outros sistemas. Pode conter também um mecanismo de realimentação através do controle das operações (Figura 1).

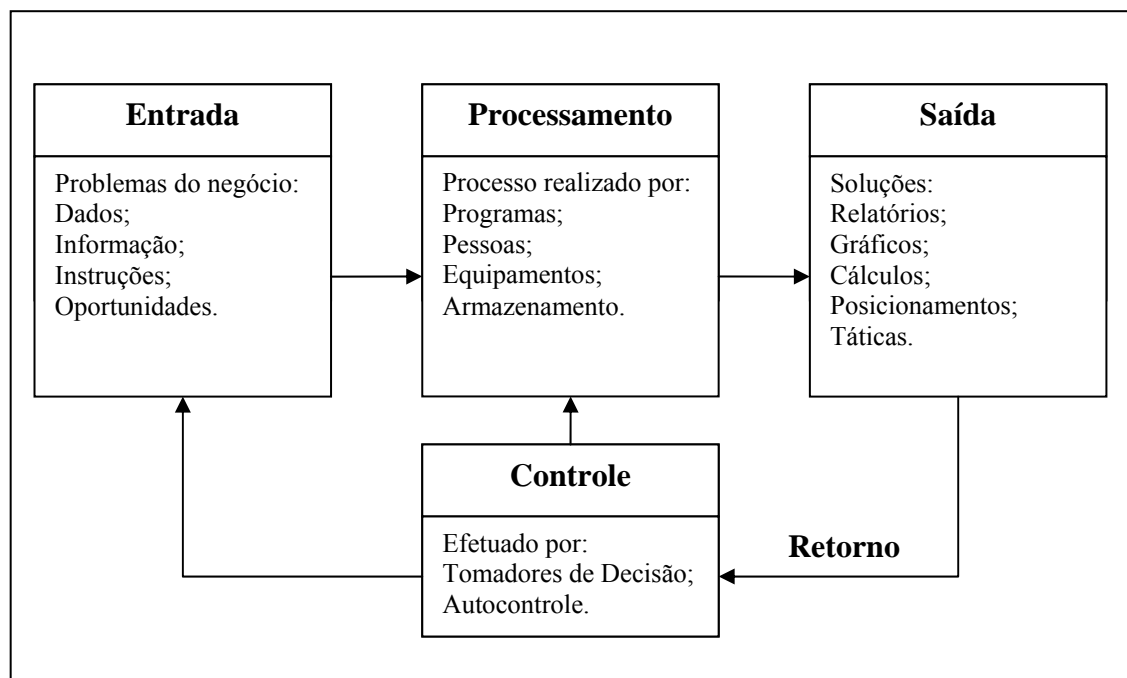


Figura 1: Modelo funcional de um Sistema de Informação.

Fonte: Turban, McLean e Wetherbe (2004).

Tradicionalmente, dá-se o nome de Tecnologia da Informação (TI) às tecnologias mais utilizadas para capturar, armazenar, processar e distribuir informações eletronicamente.

No entanto, o conceito de tecnologia da informação é amplamente discutido na literatura, em função da sua relevância no ambiente das organizações. Na Tabela 1, apresenta-se a síntese elaborada por Silva Neto (2004) de algumas definições do termo.

TABELA 1: Conceitos de tecnologia da informação.

| AUTORES | DEFINIÇÕES |
|--|---|
| Cruz (1998) | Conjunto de dispositivos individuais, como hardware, software, telecomunicações ou qualquer outra tecnologia que faça parte ou gere tratamento da informação, ou a contenha. |
| Davenport, Short e Ernest Young (1998) | Capacidades oferecidas por computadores, aplicativos (softwares) e telecomunicações. |
| Child (1987) | Tecnologia e aplicações que combinam o processamento e armazenamento de dados com a capacidade de transmissão a distância. |
| Dicter e O'Connor (1989) | Novo paradigma tecno-econômico que envolve o gerenciamento e controle de sistemas de produção e serviços, baseado em um conjunto de inovações em computadores eletrônicos, engenharia de software, sistemas de controle, circuitos integrados e telecomunicações, os quais têm reduzido drasticamente o custo de armazenar, processar, comunicar e disseminar informação. |

Fonte: (Silva Neto, 2004).

2.1 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

Turban, McLean e Wetherbe (2004) preconizam que respostas às necessidades do mercado das décadas passadas podem ser ineficazes face aos novos problemas ocasionados pela pressão do mercado atual. Por isso, muitas das antigas soluções precisam ser modificadas, complementadas ou eliminadas. As empresas também podem tomar medidas pró-ativas, com o intuito de criar uma mudança no mercado. Essas atividades incluem explorar as oportunidades criadas pelas pressões externas. As principais atividades de resposta crítica estão resumidas na Figura 2 e as principais respostas das empresas foram divididas aqui em cinco categorias: sistemas estratégicos para obter vantagem competitiva, esforços continuados de aperfeiçoamento, reengenharia dos processos de negócios (BPR), parcerias empresariais e comércio eletrônico. (Muitas dessas respostas podem estar inter-relacionadas, por isso as categorias às vezes se sobrepõem).

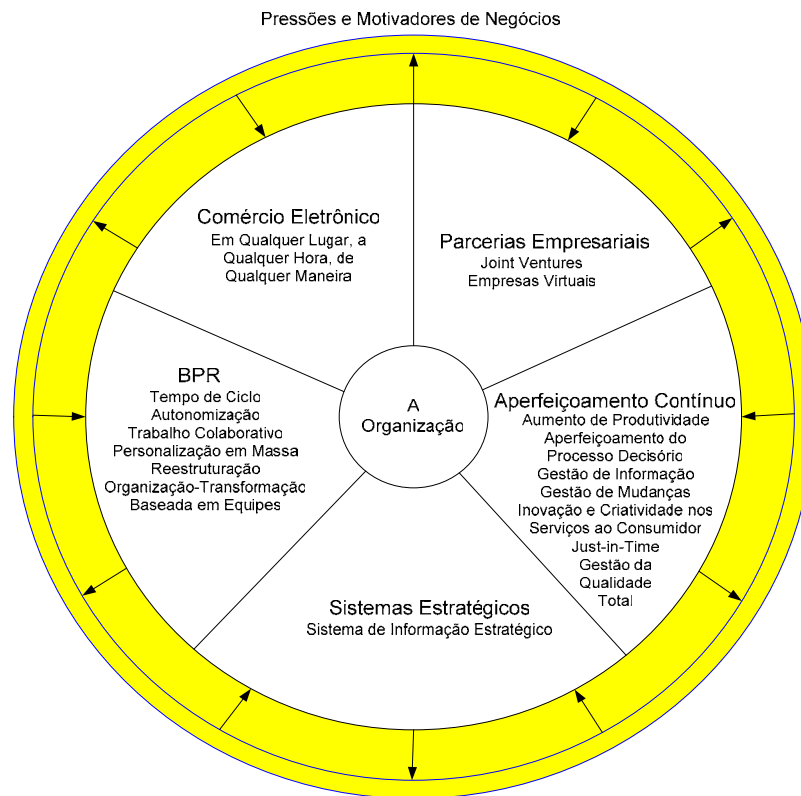


Figura 2: Atividades de resposta crítica.

Fonte: Turban, McLean e Wetherbe (2004).

Embora algumas atividades críticas de resposta possam ser executadas manualmente, segundo Turban, McLean e Wetherbe (2004), a grande maioria requer o apoio de sistemas de informação.

Como qualquer outro sistema, o sistema de informação opera dentro de um ambiente (TURBAN, MCLEAN e WETHERBE, 2004). Ele não é necessariamente computadorizado, mesmo que a maioria deles o seja. Um sistema de informação executado em computador utiliza tecnologia de computação para executar algumas ou todas as tarefas desejadas. Pode se compor de apenas um computador pessoal e software, ou incluir milhares de computadores de diversos tamanhos com centenas de impressoras, scanners e outros equipamentos, bem como redes de comunicação e bancos de dados. Na maioria dos casos, um sistema de informação inclui também pessoas. Os elementos básicos dos sistemas de informação são relacionados a seguir. Observe que nem todo sistema possui todos esses elementos:

- Hardware é um conjunto de equipamentos, tais como processadores, monitores, teclados e impressoras. Juntos, eles aceitam dados e informações, processam-nos e permitem sua visualização;
- Software é um conjunto de programas que permite que o hardware processe os dados;
- Banco de dados é uma coleção de arquivos, tabelas inter-relacionados que armazenam informações e suas respectivas associações;
- Rede é um sistema de ligação que permite o compartilhamento de recursos entre diversos computadores;
- Procedimentos são um conjunto de instruções sobre como combinar os elementos ora mencionados de forma a processar a informação e gerar a saída desejada;
- Pessoas são aqueles indivíduos que trabalham com o sistema ou utilizam suas saídas ou resultados.

Além disso, todos os sistemas de informação têm um objetivo e um contexto social. O objetivo comum é fornecer solução para um problema. O contexto social do sistema consiste dos valores e das crenças que determinam o que é admissível e possível dentro da cultura das pessoas e grupos envolvidos (TURBAN, MCLEAN e WETHERBE, 2004),

2.2 GESTÃO DE CONHECIMENTO

Com base na literatura, Grotto (2001) verificou que as definições encontradas para gerenciamento do conhecimento não contemplam todas as possibilidades, e elaborou um conceito no qual a gestão do conhecimento é entendida como o processo de promover e administrar a geração, o compartilhamento, o armazenamento, a utilização e a mensuração de conhecimentos (Figura 3).



Figura 3: Formas de gerenciamento do conhecimento.

Fonte: Grotto (2001)

Dessa forma, trabalhar com a gestão do conhecimento é trabalhar rumo à criação de novos conceitos, novos modelos mentais, novos serviços e novos produtos. Tudo isso para atender à velocidade esperada e exigida pelo mercado. Observa-se que, ao implementar um programa ou uma condição capacitadora, tais como planejamento estratégico, *learning organization*, inteligência competitiva e sistema de informação corporativo, esses podem estar alavancando outros programas ou outras condições capacitadoras automaticamente, o que pode ser chamado de efeito indutor (Tabela 2) (VARGAS, 2001).

TABELA 2: Condições capacitadoras / Efeitos indutores.

| Condições Capacitadoras | Efeito Indutores |
|--|---|
| Planejamento Estratégico | <p>Se a empresa começa a trabalhar com planejamento estratégico, automaticamente passa a perceber que precisa:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Estabelecer seus indicadores de desempenho; - Implantar um sistema corporativo de Informação; - Trabalhar com inteligência competitiva. |
| <i>Learning Organization</i> | <p>Se a empresa adota mecanismos para trabalhar como uma organização que aprende, automaticamente vai notar que as pessoas executarão suas tarefas com raciocínio sistêmico, domínio pessoal, modelos mentais desenvolvidos, objetivos comuns e aprendizado em grupo. Tais procedimentos provocarão, como efeito indutor, um clima organizacional favorável à gestão do conhecimento.</p> |
| Inteligência Competitiva | <p>Se a empresa adota mecanismos para trabalhar com inteligência competitiva, automaticamente perceberá que far-se-á necessário criar e manter um centro de informação, constando do seu acervo publicações e documentos que contenham a memória da empresa. Far-se-á necessário também trabalhar com acesso às redes Internet e Intranet.</p> |
| Sistema de Informação Corporativo | <p>Se a empresa adota um sistema de informação corporativo, automaticamente perceberá que se faz necessário adquirir softwares e hardwares compatíveis com o armazenamento e disseminação da informação.</p> |

Fonte: (VARGAS, 2001).

A perda de informação de um empreendimento, especialmente quando é terminada a construção, pode causar a perda do conhecimento de como as tarefas foram especificadas durante toda a execução. Se for dada maior ênfase à integração do projeto com a construção de um empreendimento, então erros podem ser eliminados, particularmente os relacionados ao projeto. Com isso os gerentes deixarão de gastar tempo na solução de problemas e terão mais tempo para desenvolver habilidades pessoais e gerar conhecimento organizacional (LOVE e JOSEPHSON, 2004).

Embora esta visão não mostre as potencialidades da empresa, cabe revelar as habilidades originais e imutáveis que podem melhorar o potencial de sobrevivência e de

crescimento da empresa. O gerenciamento estratégico sugere que as potencialidades distintivas de uma empresa residem no capital do conhecimento. Assim, ver a empresa como um corpo do conhecimento força gerentes a dirigirem-se a uma atuação diferente em relação às questões-das-questões que tentam determinar a base de conhecimento da empresa. Dada esta orientação, o objetivo da equipe é determinar se a empresa tem o conhecimento requerido a ser um jogador no mercado futuro do setor (AKHTER, 2003).

Akhter (2003) mostra que o vetor do conhecimento vem para traçar a disseminação do conhecimento de uma empresa. As três dimensões desse vetor são: objeto, tipo e classe (Figura 4). Juntos, constituem o capital do conhecimento da empresa. A primeira dimensão trata do objeto do conhecimento focaliza sobre o que se tem conhecimento, como produtos, processos, clientes, fornecedores, concorrentes, mercados, e assim por diante. A segunda dimensão trata do tipo de conhecimento dos negócios com natureza explícita e tácita, apresentado por Polanyi (1967) e elaborado por Nonaka e Takeuchi (1995), o conhecimento explícito é documentado e expresso por palavras, nos gráficos e nos números, que podem facilmente ser compartilhadas, visto que o conhecimento tácito é individual e difícil de ser compartilhado. A terceira dimensão trata da classe do conhecimento, a construção da classificação, as contrapartes incluídas na organização:

- Conhecimento estratégico – permite à empresa criar uma vantagem diferenciada;
- Conhecimento tático – permite à empresa ganhar uma vantagem de execução;
- Conhecimento informal – cria o compartilhamento na ligação e identidade entre pessoas com interesses comuns e transmite truques de comércio;
- Conhecimento ético – permite à empresa discriminar entre a conduta correta e a errada;
- Conhecimento redundante – não tem nenhum uso aparente, mas pode ser proveitoso quando aplicado a uma situação existente ou nova no mercado do produto.

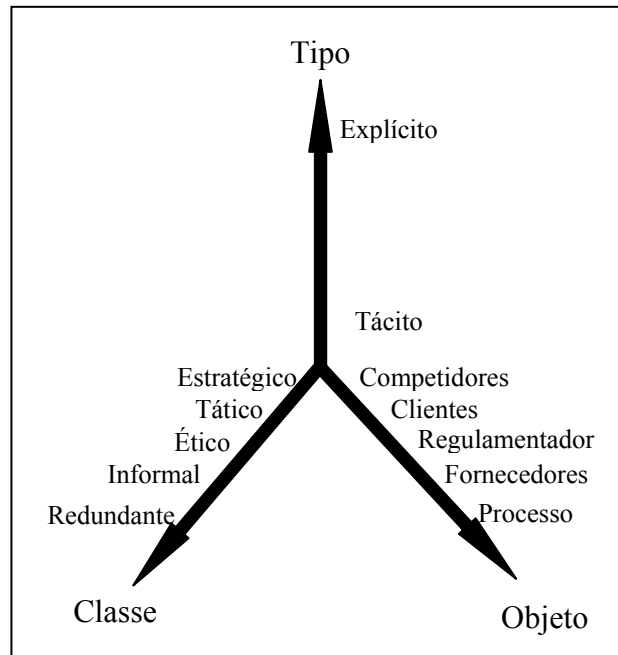


Figura 4: Vetor do conhecimento organizacional.

Fonte: Akhter (2003).

Na gestão do conhecimento, pode-se classificar as informações de acordo com sua dimensão, sendo disseminadas de maneira conveniente para cada indivíduo envolvido no contexto empresarial. As informações, sendo analisadas corretamente, podem ser incorporadas no processo de gerenciamento dos projetos, fornecendo um banco de dados de apoio aos profissionais.

2.3 GERENCIAMENTO DE EMPREENDIMENTO

Duncan (1996), no PMBOK publicado pela PMI (Project Management Institute), descreve: um projeto é um empreendimento temporário com o objetivo de criar um produto ou serviço único. E o gerenciamento de empreendimento é a aplicação de conhecimentos, habilidades, e técnicas para projetar atividades que visem atingir ou exceder as necessidades e expectativas das partes envolvidas, com relação ao projeto. O ato de atingir ou exceder as necessidades e expectativas das partes envolvidas, invariavelmente envolve o equilíbrio entre demandas concorrentes:

- Escopo, prazo, custo e qualidade;
- Diferentes necessidades e expectativas das partes envolvidas;
- Necessidades concretas e expectativas.

O PMI descreve as áreas de conhecimento do gerenciamento de empreendimentos organizando-as em número de 9:

1 – Gerenciamento da integração do empreendimento – corresponde aos processos necessários para assegurar que os diversos elementos do empreendimento sejam adequadamente coordenados. Ele é composto pelo desenvolvimento do plano do empreendimento, execução do plano do empreendimento e controle geral de mudanças.

2 – Gerenciamento do Escopo do empreendimento – corresponde aos processos necessários para assegurar que o empreendimento contemple todo o trabalho requerido, e nada mais que o trabalho requerido, para completar o empreendimento com sucesso. Ele é composto pela iniciação, planejamento do escopo, detalhamento do escopo, verificação do escopo e controle de mudanças do escopo.

3 – Gerenciamento do tempo do empreendimento – corresponde aos processos necessários para assegurar que o empreendimento termine dentro do prazo previsto. Ele é composto pela definição das atividades, seqüenciamento das atividades, estimativa da duração das atividades, desenvolvimento do cronograma e controle do cronograma.

4 – Gerenciamento do custo do empreendimento – corresponde aos processos necessários para assegurar que o empreendimento seja completado dentro do orçamento previsto. Ele é composto pelo planejamento dos recursos, estimativa dos custos, orçamento dos custos e controle dos custos.

5 – Gerenciamento da qualidade do empreendimento – corresponde aos processos necessários para assegurar que as necessidades que originaram o desenvolvimento do empreendimento serão satisfeitas. Ele é composto pelo planejamento da qualidade, garantia da qualidade e controle da qualidade.

6 – Gerenciamento dos recursos humanos do empreendimento – corresponde aos processos necessários para proporcionar a melhor utilização das pessoas envolvidas no empreendimento. Ele é composto pelo planejamento organizacional, montagem da equipe e desenvolvimento da equipe.

7 – Gerenciamento da comunicação do empreendimento – corresponde aos processos necessários para assegurar que a geração, captura, distribuição, armazenamento e pronta apresentação das informações do empreendimento sejam feitas

de forma adequada e no tempo certo. Ele é composto pelo planejamento das comunicações, distribuição das informações, relato de desempenho e encerramento administrativo.

8 – Gerenciamento do risco do empreendimento – corresponde aos processos que dizem respeito à identificação, análise e resposta a riscos do empreendimento. Ele é composto pela identificação dos riscos, quantificação dos riscos, desenvolvimento das respostas aos riscos e controle das respostas aos riscos.

9 – Gerenciamento das compras do empreendimento – corresponde aos processos necessários para a aquisição de mercadorias e serviços fora da organização que desenvolve o empreendimento. Ele é composto pelo planejamento das aquisições, preparação das aquisições, obtenção de propostas, seleção de fornecedores, administração dos contratos e encerramento do contrato.

Na indústria da construção, o projeto é tradicionalmente considerado como um dos estágios do empreendimento. Isso devido ao fato de os participantes da equipe do projeto iniciarem relativamente tarde no contexto do empreendimento e finalizarem suas tarefas tão logo quanto o processo de construção é iniciado. Todavia, o processo de projeto deve ser considerado como um processo presente em todos os estágios do empreendimento. De fato, o processo de projeto é um dos mais importantes processos da construção de um empreendimento, pois atua desde a definição do produto a ser construído até as muitas interfaces nos vários outros processos, tais como planejamento, compra de materiais, vendas e processo de construção (FORMOSO et al, 1999).

Em relação às etapas do empreendimento, Melhado (1994) relata que o empreendimento passa por etapas conceitualmente progressivas, nas quais a liberdade de decisão entre alternativas vai sendo gradativamente substituída pelo detalhamento das soluções adotadas, como segue:

- **Idealização do produto:** a formulação do empreendimento ocorre a partir de uma primeira solução que atenda a uma série de necessidades e restrições iniciais colocadas (**Programa de Necessidades**);
- **Análise de viabilidade:** a solução inicial é avaliada, segundo critérios estabelecidos previamente, contemplando aspectos de custo, tecnologia, adequação ao usuário e às restrições legais correspondentes; o processo é interativo até que seja encontrada a solução definitiva, a qual será traduzida em

um **Estudo Preliminar** que servirá de ponto de partida para o desenvolvimento do projeto;

- **Formalização:** a solução adotada toma forma, resultando, ao final dessa etapa no nível de **anteprojeto**;
- **Detalhamento:** são elaborados, conjunta e interativamente, o detalhamento final do produto (que resulta no **Projeto Executivo**) e a análise das necessidades vinculadas aos processos de execução, esta última dando origem ao Projeto para Produção;
- **Planejamento e execução:** a partir do Projeto para Produção, faz-se o planejamento das etapas de execução da obra, a qual passa a ser conduzida dentro dos procedimentos da empresa e com a assistência da equipe de projeto durante todo o período;
- **Entrega:** o produto é passado às mãos do usuário, que terá a assistência técnica da construtora na fase inicial de uso, operação e manutenção, na qual serão coletadas informações para a retroalimentação necessária à melhoria contínua do processo.

Para ilustrar a inserção do projeto ao longo de suas fases e o papel dos quatro participantes do empreendimento (conforme Figura 5), apresenta-se um fluxograma geral das atividades envolvidas desde a idealização do empreendimento até a sua entrega ao usuário, o qual pode ou não coincidir com o próprio empreendedor (MELHADO, 1994).

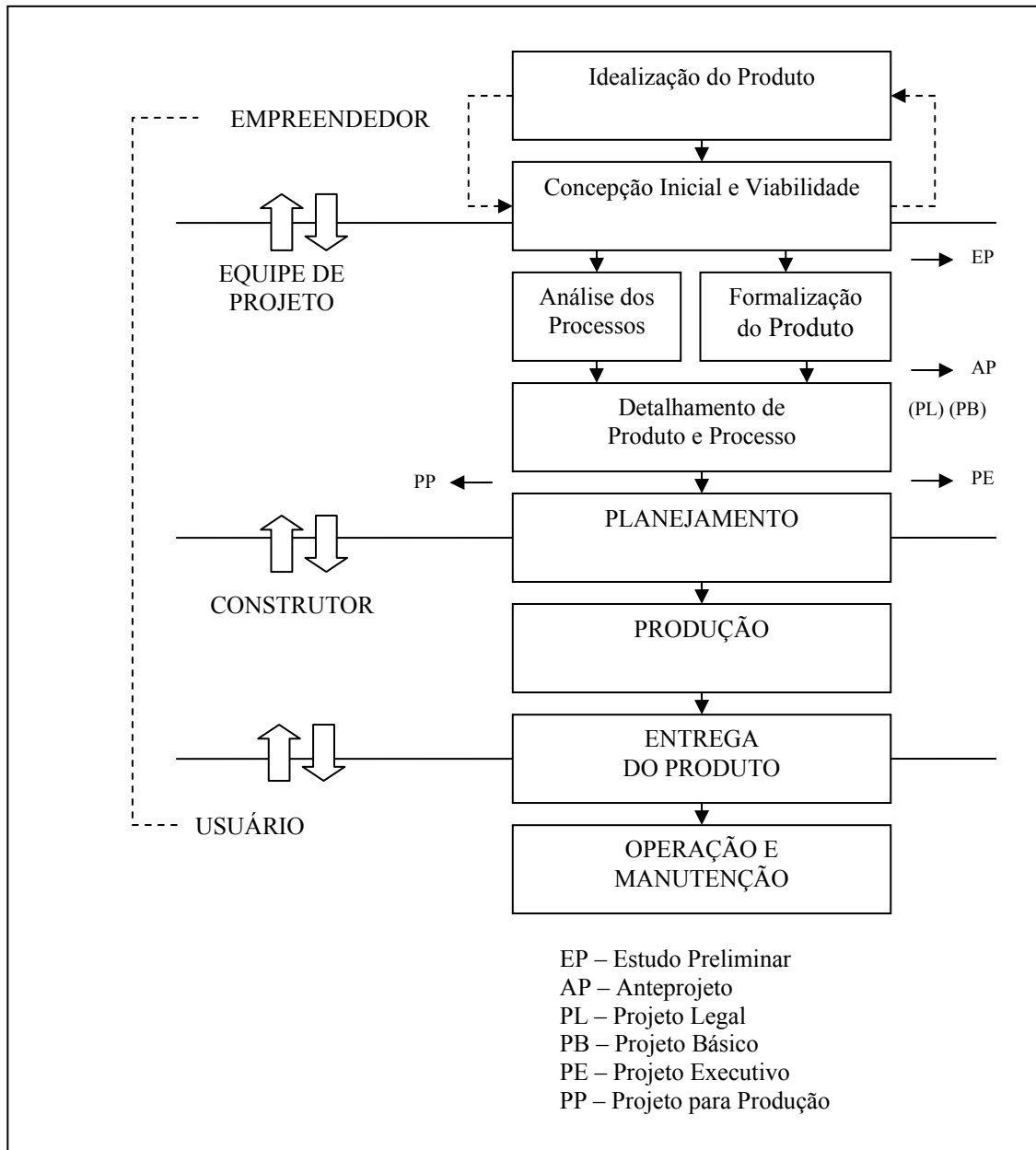


Figura 5: Processo de desenvolvimento do projeto com a ação dos quatro participantes do empreendimento.

Fonte: Melhado (1994).

A equipe de projeto, de caráter multidisciplinar, deve seguir a orientação do coordenador do projeto. A composição e inter-relacionamento das disciplinas dentro da equipe e sua ligação com o empreendedor estão expressos na Figura 6 (MELHADO, 1994).

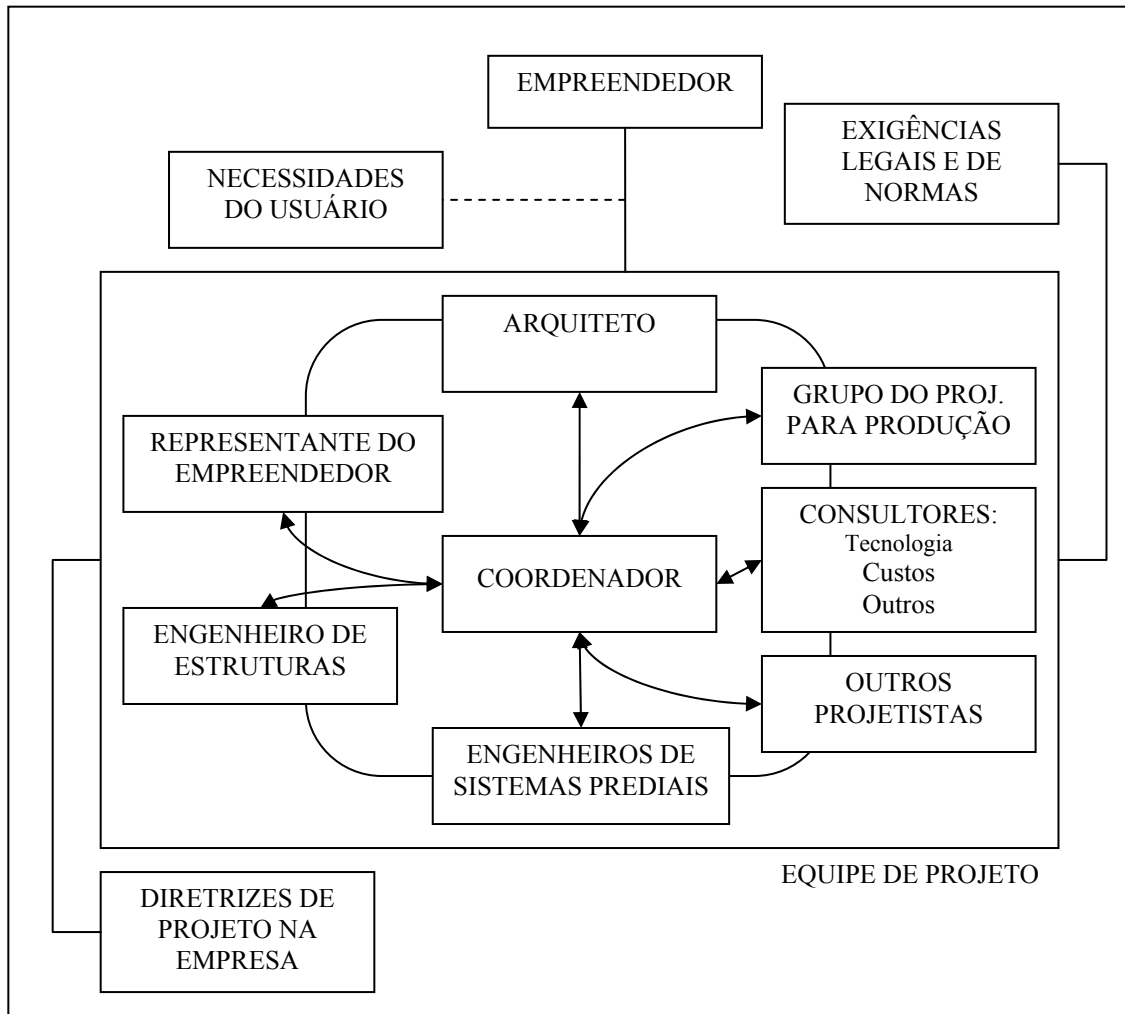


Figura 6: Estruturação para a equipe multidisciplinar envolvida no desenvolvimento do projeto.

Fonte: Melhado (1994).

É fundamental a integração e a compatibilização entre as etapas de um empreendimento (como mostra a Figura 7), de modo que a experiência realizada na etapa de execução – na qual deverá ocorrer a otimização das técnicas construtivas, um gerenciamento efetivo da produção e a constante melhoria das atividades subcontratadas – contribua para que se alcance, por meio do projeto, os objetivos de orientação à etapa de execução e de eficácia na comunicação de informações.

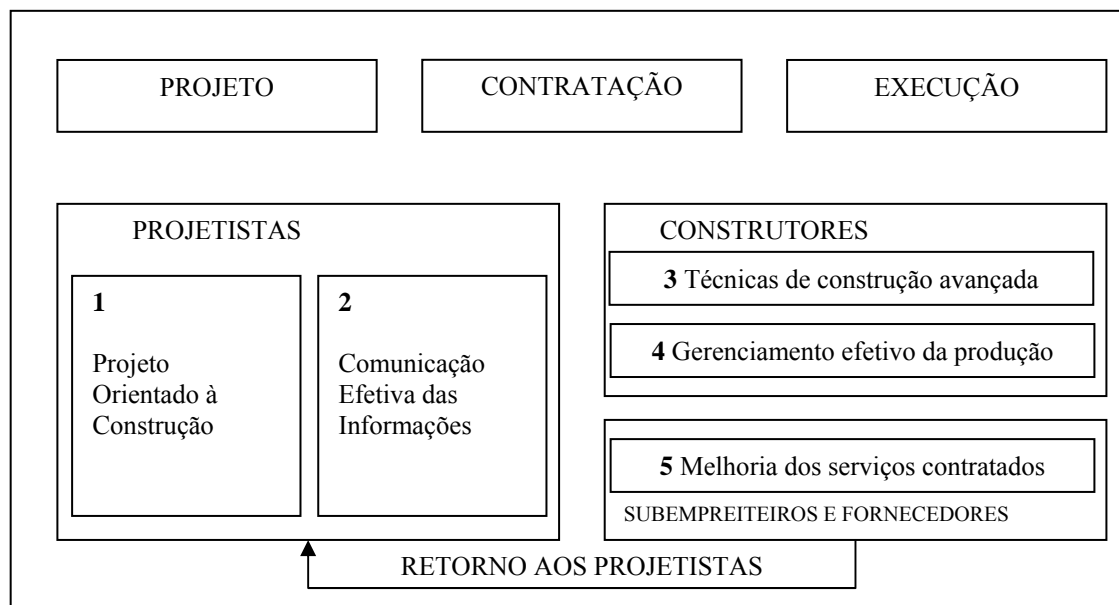


Figura 7: Ações de implementação da construtibilidade.

Fonte: Melhado (1994).

Um dos motivos que faz o processo de projeto importante é a facilidade de detectar erros antes do início da construção de um empreendimento, principalmente quando há um retorno das informações geridas em empreendimentos passados. Love e Josephson (2004) verificaram, nos Estados Unidos da América, que 37% de todos os erros, apresentados durante um empreendimento, podem ser detectados facilmente, e 35% podem ser possivelmente detectados. No estudo realizado por Love e Josephson (2004), estima-se que somente 60-90% dos erros foram detectados. E todos os participantes entrevistados, envolvidos na execução do empreendimento, indicaram que muitos dos erros de projeto poderiam ser detectados por inspeção da documentação do projeto. Isto revela que 90% dos erros de projeto poderiam ser identificados antes do início do processo de construção. Do mesmo modo, 80% dos erros relacionados ao gerenciamento da produção poderiam ser detectados facilmente antes do início das atividades, visto que muitos deles são devido a um pobre planejamento e a uma pobre preparação do trabalho.

Love e Josephson (2004) apresentaram quatro categorias de indicativos para redução e fácil detecção de erros humanos, com forte atuação sobre desenhistas gerentes de produção e trabalhadores, a saber:

- Desenvolvimento das características individuais. O indivíduo tem papel crucial na detecção de erros humanos em situações específicas. Em 38% de todas as

situações, características individuais, tais como conhecimento, experiência, entendimento e motivação, são julgadas essenciais na detecção dos erros:

- Conhecimento, experiência e entendimento. Conhecimento é adquirido por estudo ou comunicação com outras pessoas. Experiência é alcançada quando se faz determinada tarefa por longo período de tempo. Entendimento é relacionado com a capacidade de interligação entre assuntos, juntando conhecimento e experiência;
- Motivação é uma característica complexa, inclui expectativas e compromissos dos indivíduos, assim deve-se tornar o trabalho mais interessante, com reflexões e questionamentos.
- Melhorar as atividades. É sugerido que cooperação, planejamento, preparação do trabalho e inspeções podem precaver 40% de todos os erros:
 - Cooperação entre todos os participantes envolvidos nos desenhos e documentos do projeto;
 - Planejamento e preparação do trabalho são atividades-chaves do gerenciamento da produção, mas também têm seu papel de destaque no apoio aos desenhistas;
 - Inspeção por todos os participantes conforme normas, leis, desenhos, especificações, funções e tempo. Uma boa sugestão é que os indivíduos, em muitos casos, inspecionem os resultados de seu próprio trabalho.
- Estabelecer rotinas. Erros podem ser facilmente detectados, se instruções e rotinas do trabalho forem estabelecidas previamente, ou se projetos, particularmente planos ou desenhos extras, forem previamente feitos:
 - Rotinas para revisão de contratos, rotinas para inspeção e rotinas para controle de documentos;
 - Projetos com mais detalhes, por exemplo, criar desenhos extras para explicar mais claramente as soluções.
- Fornecer recursos. Muitos erros podem ser detectados, se os indivíduos possuírem suficientes recursos e informações:
 - A percebida necessidade de mais recursos é mais comum por desenhistas, mas também por gerentes de produção e clientes. Por exemplo, tempo para

inspeção, tempo para adquirir conhecimento sobre as necessidades do cliente, a habilidade de seguir com o progresso do desenho e a habilidade para planejar a produção;

- Informações pertencentes a todos os autores. Inclui informações e instruções referentes aos resultados finais de uma atividade específica ou do projeto por inteiro.

Assim, Melhado (1994) já antecipava que, para mudar o enfoque atual no mercado de incorporação e construção, deve-se alterar as relações do processo de projeto com as demais atividades que compõem o ciclo da qualidade, o que significa:

- Estreitar as relações entre as atividades de projeto e de planejamento do empreendimento, para adequada iniciação do processo do empreendimento, utilizando de forma estratégica o projeto, considerando as necessidades do usuário e resultando na formulação de políticas de marketing coerentes com a qualidade do produto;
- Relacionar as decisões de projeto a informações advindas do uso, operação e manutenção de produtos já entregues aos usuários, por meio de um processo de coleta e análise de informação, que pode provocar a retroalimentação e auxiliar a sistematização dos procedimentos de decisão em projeto;
- Integrar projeto e execução;
- Tratar o projetista como um participante efetivo do ciclo da qualidade, estabelecendo procedimentos que norteiem de modo objetivo as relações cliente-fornecedor na contratação, acompanhamento e controle dos projetos - consideradas suas peculiaridades;
- Compatibilizar as atividades de projeto e suprimentos - envolvendo as relações da empresa com fabricantes e distribuidores de materiais e componentes - para permitir o desenvolvimento de inovações tecnológicas, por meio da realização de trabalhos conjuntos, que podem então ser traduzidas em especificações e detalhamento adotados no projeto.

Essas considerações podem facilmente ser implantadas em um ambiente colaborativo, significando a estruturação dos procedimentos de um empreendimento de modo a torná-los uma estratégia para trazer melhores resultados para a atuação da empresa em seu mercado. Contudo, deve-se levar em consideração o fluxo de informação durante todo o empreendimento.

O sucesso e a continuidade das ações voltadas à construtibilidade dependem do estabelecimento de um adequado fluxo de informações e decisões na condução das etapas do empreendimento, ou de sucessivos empreendimentos de uma empresa (MELHADO, 1994).

Tserg e Lin (2003) apontam o ciclo de informação no desenvolvimento do planejamento de um empreendimento (Figura 8).

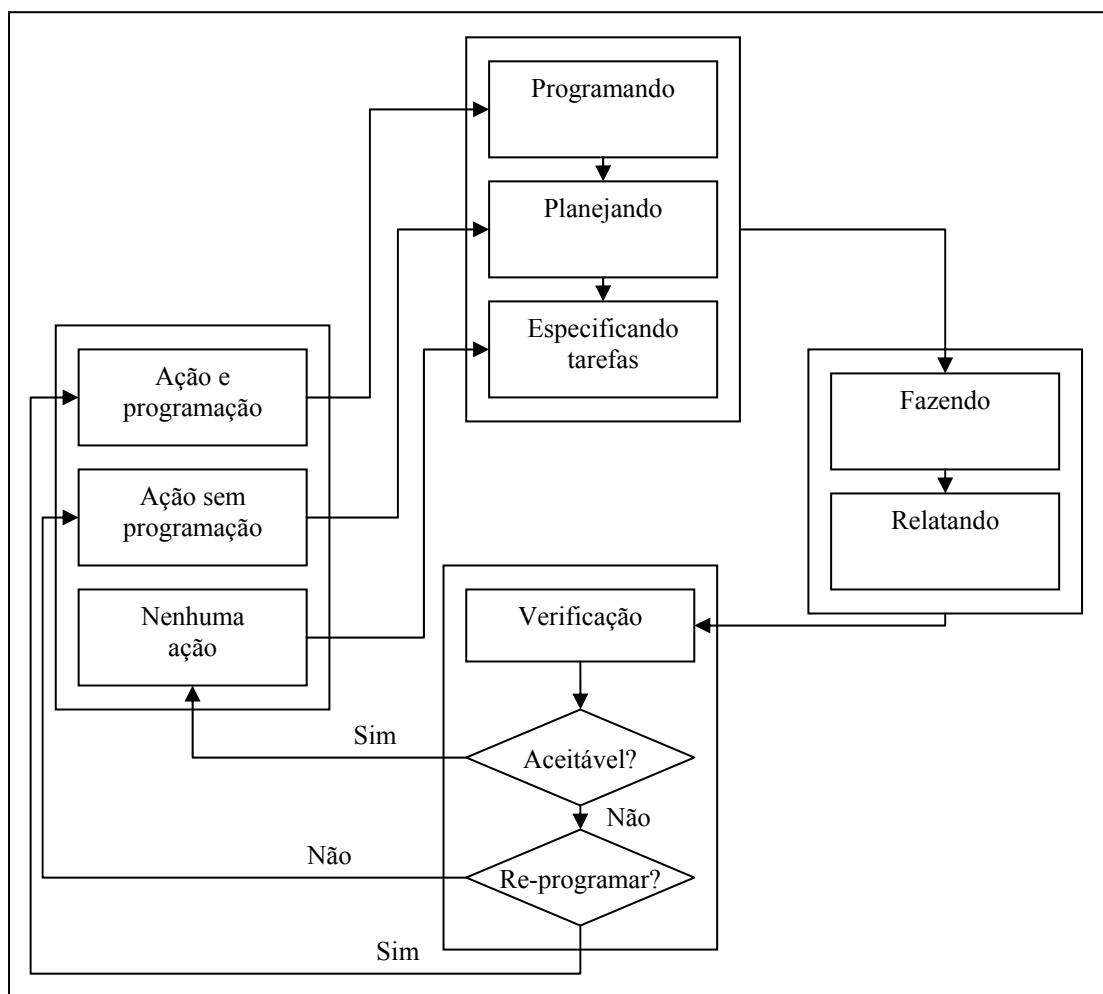


Figura 8: Processo do planejamento de um empreendimento.

Fonte: Tserg e Lin (2003).

Tendo posse da informação gerada durante um empreendimento, facilmente pode-se indicar os procedimentos adequados para o desenvolvimento de uma ferramenta que possibilite a verificação, acompanhamento e desenvolvimento das tarefas pela equipe de um empreendimento. Contudo, deve-se levar em conta algumas questões para o

desenvolvimento de um sistema de colaboração e gestão de projetos de um empreendimento.

East, Kirby e Peres (2004) apresentam as seguintes considerações chaves para o desenvolvimento de sistema de revisão de projetos:

I. Características necessárias para melhorar a execução da revisão de projeto:

- O sistema deve ser prontamente disponível, com suporte integral e bem documentado;
- O sistema deve suportar a submissão eletrônica dos comentários aos gerentes de projeto;
- Os revisores devem poder ler comentários e discussões de outros revisores;
- Os comentários devem ser classificados por disciplinas;
- Os desenhistas devem poder responder a comentários diretamente aos revisores e resolver questões antes da conferência de revisão;
- Os supervisores devem ter a habilidade de selecionar/grifar os comentários do revisor antes de serem submetidos aos desenhistas.

II. Características necessárias para melhorar a gerência do processo da revisão:

- O sistema deve suportar o relatório em tempo real do status de revisão;
- O sistema deve promover a habilidade de comunicar-se entre os participantes.

III. Características necessárias para a sustentação da captação e reutilização dos conhecimentos incorporados:

- Os comentários prévios da revisão devem facilmente ser recuperados e reutilizados;
- O sistema deve permitir a captação, a validação e o reuso de lições aprendidas e aprovadas quando da sua aplicação.

Entretanto, ao analisar a utilização da TI para o gerenciamento de empreendimento, verifica-se que a interoperabilidade é um problema que deve ser solucionado, para o sucesso do projeto, como pode ser observado nos seguintes resultados da pesquisa de Chinowsky e Rojas (2003) realizada nos Estados Unidos da América, sobre equipes virtuais comumente praticadas pela indústria da construção:

- 13% das companhias utilizam equipes virtuais em todos os empreendimentos, e 39% as usam em alguns empreendimentos;
- A utilização de equipes virtuais tem maior ênfase nas fases de pré-projetos (31%) e projetos (36%), nas fases de início da construção (11%) e toda construção (22%);
- Como projeção de uso de equipes virtuais, as companhias indicaram que as equipes virtuais serão nova rotina de negócios (58%) ou que terá um considerável aumento (35%);
- Mais de 45% das companhias não estudam o comportamento das equipes virtuais durante a evolução dos empreendimentos;
- 68% das organizações identificaram a segurança como uma etapa imprescindível para o bom funcionamento de equipes virtuais;
- 22% das organizações não usam equipes virtuais por causa dos problemas no *firewall*;
- A pesquisa encontrou que 36% das organizações identificaram a interoperabilidade como maior problema, enquanto que 57% se preocupam-se com a interoperabilidade.

2.4 SIGE – SISTEMA DE INFORMAÇÃO PARA GERENCIAMENTO DE EMPREENDIMENTO

Um sistema de informação para gerenciamento de empreendimento (SIGE) requer coleta, organização, armazenamento, processamento e disseminação da informação. E o SIGE tem capacidade para auxiliar os gerentes no planejamento, orçamento e alocação de recursos. Um SIGE também pode analisar a variância, a performance e as expectativas futuras para os diversos níveis organizacionais do empreendimento. Um bom sistema de informação facilita o controle de mudanças na configuração do sistema e no planejamento do empreendimento (NICHOLAS, 2004).

O gerenciamento de empreendimentos realizado com auxílio de computadores atua sobre os seguintes aspectos:

- Cria e atualiza os arquivos de empreendimento que contêm informações necessárias para o planejamento e controle;
- Habilita a transferência de outros dados de informação para o banco de dados do empreendimento;
- Integra informações sobre trabalho, custo, preparação e programação para produzir o planejamento, controle e resumo dos resultados do projeto funcional e em nível da gerência.

O maior benefício no uso de computadores é a velocidade, em que o dado pode ser coletado e integrado ao SIGE, praticamente sem manipulação. E, finalmente, o uso de um sistema de informação para gerenciamento de empreendimento fundamentado em computadores melhora a manipulação, integração e relacionamento de dados complexos.

Nicholas (2004) descreve as características oferecidas por vários softwares de gerenciamento de empreendimento, quais sejam:

- Programação e cadeia de planejamento: os sistemas fazem a programação de um empreendimento usando uma cadeia de processos conhecidos, compilando facilmente os tempos programados, os tempos de folga e o caminho crítico. Para isso usam procedimentos PERT, CPM ou outros;

- Gerenciamento de recursos: executa a previsão do transporte de recursos, das prioridades e alocações. O mais interessante é que pode ser integrado à programação usando limites de tempo, limites de recursos, ou ambos;
- Orçamento: É possível associar as informações de custo de acordo com a atividade;
- Controle de custo e análise de performance: compara a performance atual (custo atual e trabalho completado) com o planejado e orçado;
- Relatórios, gráficos e comunicação: importante característica, pois afeta a velocidade com que o sistema transmite a comunicação dos resultados atingidos;
- Interface, flexibilidade e facilidade para uso: capacidade de interface com outros softwares e de desenvolvimento de novos aplicativos de acordo com as necessidades do usuário. E, finalmente, o quão simples é aprender e operar o sistema, através de facilidades disponibilizadas pelo desenvolvedor, tais como guias de uso, informações na forma de exemplos práticos e lista de mensagens de erros comentada.

O propósito de um SIGE, segundo Nicholas (2004), é o suporte às decisões tomadas durante o gerenciamento de empreendimentos, e para promover as informações necessárias para conduzir o empreendimento, assim tem-se as seguintes funções:

- Planejamento e programação;
- Orçamento;
- Autorização de trabalho e controle;
- Controle de mudanças;
- Comunicação entre todas essas funções.

É importante notar que normalmente muitos softwares para SIGE são habilitados somente ao suporte da primeira função (Planejamento e programação) e com limitações na abordagem do restante. Isto porque os softwares possuem várias características requeridas para o controle das funções e planejamento, incluindo:

- Salvar a versão antiga para comparar com o status atual e custos atuais;
- Aceita o início atual e a data final e revisa a duração das tarefas;
- Aceita o custo atual acumulado para comparar com o orçado;
- Acompanha o recurso atual usado.

O gerenciamento de empreendimento através de uma base web, conforme Nicholas (2004), tem como benefício o fato dos membros da equipe do empreendimento poderem estar localizados em diferentes lugares, além de outros benefícios, como segue:

- Avaliação imediata da informação;
- Eficiência e acessibilidade para comunicação com os trabalhadores em tempo real;
- Fácil utilização e aprendizagem.

No entanto, deve-se conhecer o ciclo de vida de um empreendimento, para então verificar em que aspectos um sistema de informação para gerenciamento de empreendimento pode ajudar. Nicholas (2004) apresenta 4 etapas: concepção, definição, execução e finalização. A Figura 9 mostra as tarefas gerenciais e as funções nas quais o SIGE atua durante o ciclo de vida do projeto.

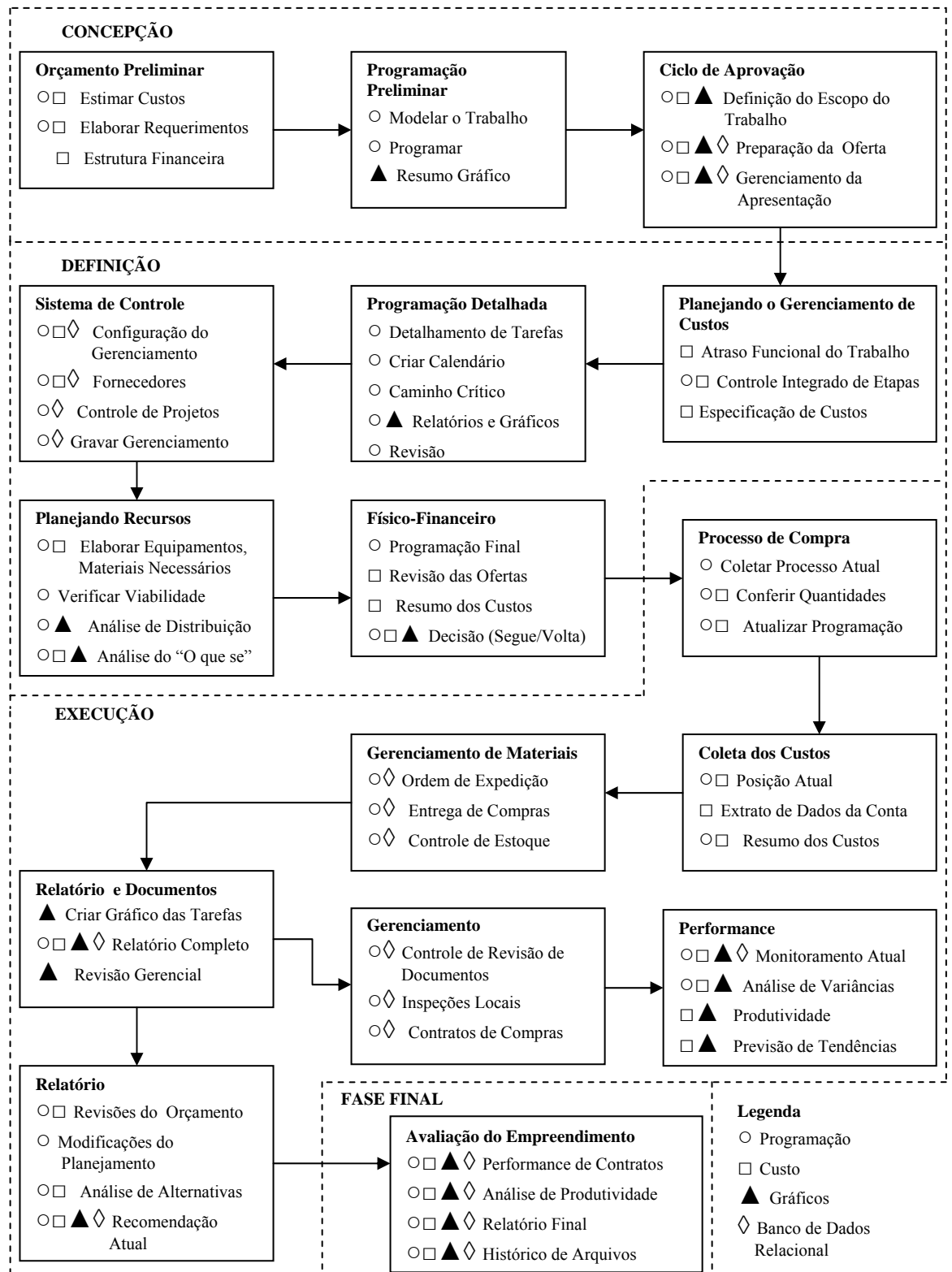


Figura 9: Funções do SIGE no ciclo de vida do empreendimento.

Fonte: Nicholas (2004).

2.5 TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

Silva Neto (2004, p. 47) salienta que “um dos principais critérios para o investimento em TI é a avaliação sobre os benefícios que tal tecnologia e as informações por ela geradas trarão ao processo de agregação de valor e, conseqüentemente, ao nível de competitividade da organização. Considerando seu impacto sobre a competitividade da organização, a TI deixa de ser apenas um, dentre os recursos empresariais, e passa a assumir um caráter estratégico”.

Turban, McLean e Wetherbe (2004), para mostrar o impacto das pressões da economia sobre as empresas, usam uma estrutura clássica de gestão, conforme Figura 10, em que empresas são compostas de cinco elementos principais, sendo um deles a TI. Elas estão cercadas por um ambiente externo, constituído de forças sociais, econômicas e políticas. Os cinco elementos das empresas permanecerão estáveis, ou seja, em equilíbrio, enquanto não houver nenhuma alteração significativa no ambiente externo ou em qualquer desses elementos. Porém, ocorrendo uma mudança significativa, o sistema toma-se instável e é preciso ajustar alguns ou todos os elementos internos. Como se pode ver na Figura 10, os elementos internos estão inter-relacionados. Por exemplo, uma mudança significativa na estratégia de uma empresa pode criar a necessidade de mudança na estrutura da corporação.

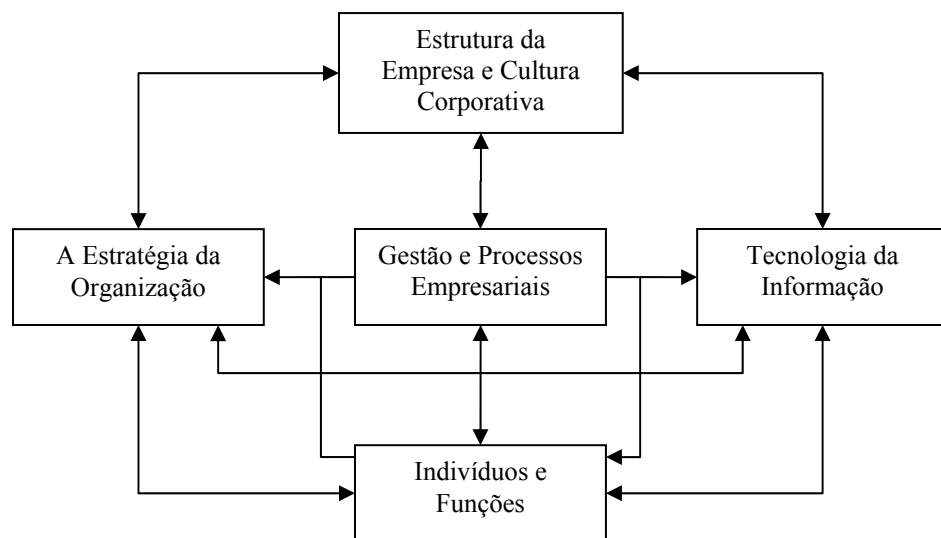


Figura 10: Estrutura clássica de gestão.

Fonte: Turban, McLean e Wetherbe (2004).

Empresas instáveis podem ser incapazes de sobressair ou até mesmo de sobreviverem. Por isso, as empresas não podem se permitir ignorar os elementos desestabilizadores, pelo contrário, precisam reagir a eles com atividades de resposta crítica. Essas atividades lidam não apenas com estratégias de longo prazo, mas também com as atividades empresariais diárias básicas. Além das mudanças dentro de uma empresa, existem também mudanças dentro de setores industriais. Uma típica mudança em nível industrial na economia digital é a eliminação de empresas intermediárias (TURBAN, MCLEAN e WETHERBE, 2004).

Segundo Nascimento e Santos (2003), atualmente as empresas que utilizarem ferramentas colaborativas, como as Extranets de Projetos, sem considerá-las em sua estratégia de negócio, estarão condicionadas ao fracasso, uma vez que estas ferramentas obrigam a alteração do modelo organizacional e o fluxo de informação do projeto, além de um forte comprometimento com a tecnologia por todos os parceiros de um empreendimento.

Uma das estratégias de negócio, de grande ascensão, é o comércio eletrônico no qual é destacado o (1)Business-to-Business – B2B (empresa-empresa): distribuidores, representantes, revendas, fornecedores, associados, clientes corporativos e outros. – e o (2)Business-to-Consumer – B2C (empresa-consumidor): envolve interações entre uma corporação e um indivíduo ou grupo de indivíduos. As empresas que compõem esse segmento são aquelas que comercializam produtos em pequena quantidade (varejo) e também as com foco informativo, com as empresas utilizando a Internet como ambiente de negócios e cooperação (SANTOS *et al*, 2002).

A adoção da TI habilita a organização a tirar vantagens de oportunidades estratégicas, melhorando operações, promovendo inovação e erigindo barreiras à concorrência. A TI mostra-se útil nos principais desafios que as organizações enfrentam, quais sejam, a melhoria do conhecimento sobre o mercado, o aumento da capacidade de identificação e resposta às ameaças e oportunidades, o aperfeiçoamento dos canais de comunicação e a melhoria na seleção de estratégias. Concomitantemente, a TI gera atividades que agregam valor aos clientes, assim como melhora a qualidade do produto, ao tempo em que podem oferecer novas funções ou serviços, reduzindo prazos finais, enxugando custos (SILVA NETO,2004).

A seguir, alguns dados estatísticos, analisados por Turban, McLean e Wetherbe (2004), relativos a essa revolução econômica nos Estados Unidos em função da evolução da tecnologia da informação:

- As indústrias de Tecnologia da Informação cresceram a um índice superior ao dobro daquele apresentado pelo conjunto dos demais setores da economia. Em 2000, elas alcançaram perto de 9% do **PIB (EUA)**, quase o dobro dos 4,9% registrados em 1985;
- O setor de **TI** sozinho foi responsável por mais de 25% do crescimento econômico real total (não incluídos quaisquer efeitos indiretos), a cada ano entre 1996 e 2000;
- Sem a tecnologia da informação, a inflação total teria alcançado 3,1 % em 1997, mais de um ponto percentual acima da taxa real de 2,0% registrada naquele ano.

Torres (1995), ao analisar sistemas a pronta entrega (*just-in-time*), suportados por TI, descreve quatro exemplos:

- A Hewlett-Packard Corporation, divisão de computadores pessoais de escritórios (POP), de Sunnyvale - Califórnia, obteve 50% de redução no número de fornecedores, 33% de redução do trabalho direto, 26% de redução do trabalho indireto e 25% de aumento de receitas.
- A Hewlett-Packard, divisão de impressoras matriciais, de Boise - Idaho, obteve redução de *lead-time* para atendimento a pedidos de 5 dias para 1 dia, redução de inventários de matéria-prima de 1 mês para 10 dias, o aumento de unidades produzidas por pessoa/dia dobrou.
- A Omark, Saw Chain, de Portland - Oregon, obteve redução de *lead-time* para atendimento a pedidos de 30 dias para 1 a 3 dias, redução de defeitos em 50%, redução de uso de espaços em 40%.
- A General Electric, divisão de lavadoras de louça, de Louisville - Kentucky, obteve redução do *lead-time* para atendimento de pedidos de 6 dias para 18 horas, redução de inventário de matérias-primas e materiais em processo em 50%, redução de chamadas por assistência técnica em 53%.

A TI, de acordo com Turban, McLean e Wetherbe (2004), tornou-se o principal facilitador das atividades empresariais no mundo atual, sendo, igualmente, o agente catalisador de mudanças fundamentais na estrutura, organização e administração das

empresas, atuando conforme os recursos apresentados no Quadro 1. Tais recursos dão sustentação aos cinco objetivos empresariais seguintes:

- aumentar a produtividade (em 51 % das corporações);
- reduzir custos (39%);
- agilizar a tomada de decisões (36%);
- melhorar a relação com os consumidores (33%); e
- desenvolver novas aplicações estratégicas (33 %).

QUADRO 1: Principais recursos dos sistemas de informação.

Executar grande volume de operações numéricas em alta velocidade.

Oferecer comunicação rápida e precisa a baixo custo na empresa e entre companhias.

Armazenar enormes volumes de informação em pouco espaço e com fácil acesso.

Permitir acesso rápido e barato a grandes volumes de informação no mundo todo.

Aumentar a eficácia e eficiência das pessoas que trabalham em equipes em um mesmo local ou em pontos diferentes.

Apresentar de maneira vívida informações atuais e capazes de aguçar o intelecto das pessoas.

Automatizar tanto os processos administrativos semi-automatizados como os manuais.

Agilizar o trabalho de digitação e edição.

Fonte: Turban, McLean e Wetherbe (2004).

Ao analisar o ganho de competitividade ocorrido nas empresas que implantaram TI, Torres (1995) observou que a TI trouxe um aumento de competitividade e de mercado para as companhias, ou mesmo introduziu barreiras à entrada de concorrentes. Tem-se as principais estratégias que ocorreram na maior parte dos casos analisados:

- Mudanças radicais em processos operacionais com grandes ganhos de tempo e custos;
- Melhoria de imagem das empresas;
- Informações rápidas aos clientes;
- Agilidade nas transações com o cliente;
- Maior satisfação do cliente;
- Rapidez de resposta a novas demandas do mercado;
- Criação de laços fortes com fornecedores;
- Criação de laços fortes com agentes comerciais ou clientes;
- Criação de barreiras à entrada ou expansão de concorrentes;

- Relacionamento mais estreito com o cliente;
- Agilidade e precisão no registro das mercadorias adquiridas pelo cliente;
- Tornar mais agradável o tempo de espera do cliente;
- Meio de estímulo à compra, ajudando a promover as vendas;
- Facilitação do processo de compra pelo cliente;
- Conhecimento da concorrência;
- Facilidades e comodidade ao cliente;
- Maior poder de análise para situações de risco ou para identificação de oportunidades estratégicas;
- Diferenciação do produto ou serviço, por meio de informações agregadas;
- Personalização no atendimento ao cliente;
- Mudanças na estrutura e nos custos de um produto, com aumento de competitividade por preço;
- “Memorização” do perfil do cliente, criando um ambiente de atendimento personalizado;
- Redução dos tempos de resposta em processos de atendimento ao cliente;
- Uso de sistemas em situações impossíveis ou de grande dificuldade pelo ser humano;
- Balanceamento de disponibilidades de recursos com demanda, contribuindo para melhor atendimento à demanda;
- Rastreamento de disponibilidade de recursos com demanda, contribuindo para melhorar seu atendimento;
- Rastreamento do produto desde sua fabricação até o término de sua vida útil, permitindo um relacionamento mais estreito com os clientes (bens duráveis);
- Novos recursos e características em produtos mediante o uso de tecnologia de informação;
- Aumento de confiabilidade em diagnósticos e prescrições de solução de problemas;
- Aumento da capacidade de atendimento;
- Flexibilização no atendimento ao cliente;
- Aproveitamento de capacidades sinérgicas entre empresas;
- Integração e aumento do potencial de vendas dos agentes de vendas.

Desse modo, fica verificada a eficácia na implantação de tecnologias de informação, como uma forte estratégia de negócio, em outros setores industriais. É constatado um grande potencial de crescimento na implantação de TI pela indústria da construção civil, visando especificamente uma maior competitividade no mercado, destacando-se em relação às empresas que não fazem uso da TI.

2.5.1 TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A nova tendência da construção civil é a utilização de sistemas de informação (SI), dotados com ferramentas para: gestão da informação, gestão do conhecimento e gestão de sabedoria. Com essas novas ferramentas, os agentes poderão tomar decisões baseadas em conhecimentos adquiridos em projetos anteriores. E para obter sucesso, será necessário: tratar os dados desde a coleta até a formação do saber e classificar os agentes conforme o nível informacional em que se situam (Quadro 2). Cada nível necessita de ferramentas elaboradas para desempenhar tarefas específicas de acordo com o nível do agente (NASCIMENTO e SANTOS, 2003).

QUADRO 2: Classificação de agentes da construção civil conforme o nível informacional.

| | |
|------------------------|---|
| Agente de dados | Digitador, escriturário, auxiliar, etc. |
| Agente de informação | Desenhista, secretária, orçamentista, comprador, etc. |
| Agente de conhecimento | Engenheiro, arquiteto, tecnólogo, etc. |
| Agente de sabedoria | Coordenador, gerente, diretor, consultor, etc. |

(Fonte: Nascimento e Santos, 2003)

Na construção civil observa-se grande variedade de tecnologias da informação utilizada durante a evolução de um projeto, especialmente na comunicação e colaboração. Chinowsky e Rojas (2003) fazem a classificação das tecnologias existentes para comunicação e colaboração (Tabela 3).

TABELA 3: Classificação das tecnologias de comunicação em projetos.

| CATEGORIAS | TECNOLOGIA DE INTERAÇÃO | DESCRIÇÃO |
|-------------|--|---|
| Comunicação | Telefone/Teleconferência | Analógico tradicional, comunicação oral. |
| | Fax | Digital ou analógica comunicação em texto. |
| | E-mail | Digital, comunicação em texto. |
| Cooperação | <i>Web site</i> para projetos | Digital, repositório de dados e comunicações dos projetos. |
| | Plataforma de discussão | Centro de mensagens eletrônicas para arquivar comunicações em texto. |
| | Compartilhamento do trabalho | Troca de dados assíncrona e processo de soluções do projeto. |
| Colaboração | Videoconferência com compartilhamento de dados | Discussão síncrona com habilidade para troca de informações de projeto. |
| | Equipe virtual | Manipulação e troca de dados em tempo real. |

Fonte: (Chinowsky e Rojas, 2003).

Uma análise do perfil da construção civil, quanto à utilização de TI, é necessária para poder prever quais tecnologias já fazem parte do cotidiano das empresas e qual a nova tendência nas estratégias de negócios.

Jacoski e Lamberts (2002), em uma análise dos profissionais da indústria da construção do Estado de Santa Catarina, obtiveram a seguinte caracterização das empresas:

- Cerca de 70% das empresas possuíam menos de 50 empregados;
- Cerca de 50% possuíam mais de 20 equipamentos de TI, incluindo: comunicação, acessibilidade de dados e sistema de processamento de dados;
- Quase 30% das empresas afirmaram ter mais de 60% dos materiais utilizados em obra sem certificação;
- Em torno de 40% das empresas onde os profissionais atuam, tem índice menor que 20% de terceirização, do total de serviços de suas obras;
- Na pesquisa realizada, verificou-se que o tempo de aquisição de algum produto, desde o momento que é requisitado em obra até sua chegada ao canteiro, varia em torno de seis dias.

- Uso da Internet: comércio eletrônico (Tabela 4), B2B (Tabela 5), visão futura (Tabela 6).

TABELA 4: Venda de produtos via comércio eletrônico.

| A empresa possui alguma experiência na venda de produtos ou serviços via Internet | Percentual |
|--|-------------------|
| 1) Possui <i>homepage</i> que oferece os produtos e serviços. | 29,79% |
| 2) O cliente pode customizar seu pedido. | 0% |
| 3) Há uma comunidade de consumidores que interagem – B2B. | 0% |
| 4) Não temos, é projeto futuro de nossa empresa. | 53,19% |
| 5) Não há possibilidade da Internet na nossa atividade. | 17,02% |

Fonte: (JACOSKI e LAMBERTS, 2002).

TABELA 5: Fornecedores B2B.

| A empresa compra, ou já comprou via Internet | Percentual |
|---|-------------------|
| 1) Adquire produtos com frequência. | 6,38% |
| 2) Possui uma comunidade de fornecedores formada. | 0% |
| 3) Efetua compras em rede restrita com alguns fornecedores. | 17,02% |
| 4) Não acha segura a compra via Internet. | 25,03% |
| 5) Não se enquadra na atividade de atuação da empresa. | 51,06% |

Fonte: (JACOSKI e LAMBERTS, 2002).

TABELA 6: Oportunidades futuras.

| Em que aspecto a Internet poderá proporcionar alguma oportunidade | Percentual |
|--|-------------------|
| 1) Controle e administração de obras e projetos. | 6,38% |
| 2) Marketing. | 27,06% |
| 3) Venda e Compras. | 6,38% |
| 4) Informação. | 51,06% |
| 5) Não trará nenhum aspecto relevante. | 8,51% |

Fonte: (JACOSKI e LAMBERTS, 2002).

Mediante os resultados da pesquisa realizada por Jacoski e Lamberts (2002), pode-se notar que a indústria da construção civil catarinense já dá início à utilização de TI. Apresenta um potencial para a implantação de ambientes colaborativos, visto que vêem a Internet como ferramenta de marketing e de informação, além de já possuírem *homepages* ou pretendem criá-las em projetos futuros. Contudo, percebe-se que ainda prevalece uma certa imaturidade quanto ao uso de TI, como pode ser verificado nas altas porcentagens de respostas negativas, que demonstram a falta de compreensão do assunto.

Ao analisar profissionais que atuam no desenvolvimento de projeto estrutural, atuantes no mercado de construção de edifícios na região de São Paulo, Usuda (2003) obteve os seguintes resultados:

- 57% dos profissionais possuem conexão via telefone e 29% conexão de banda larga e sua utilização se faz para vários propósitos: e-mail, entretenimento, pesquisa de produtos e *home-banking* ;
- A maioria dos profissionais (62%) tem como principal cliente o proprietário da obra, recebe o trabalho na forma digital e cópias em papel na forma 2D;
- Com o projeto encerrado, 42% do trabalho é entregue para o cliente em cópias no papel e digitalmente, e 48% também arquivados dessa maneira;
- 66% não recebem o desenho 3D da estrutura;

No entanto, a indústria da construção civil catarinense e brasileira, de forma geral, está longe da realidade internacional, como pode ser verificado através de Thomas *et al.* (2004), em um estudo exploratório sobre o uso de tecnologia de informação (TI) em

projetos nos Estados Unidos da América. Verificaram que, numa escala de 0 a 10 (0 corresponde a não utilização de TI e 10 indica uso extensivo), projetos desenvolvidos por proprietários apresentam uma escala de 7,88, enquanto que projetos desenvolvidos por contratados apresentam 8,23 para 100% de utilização de tecnologias de informação. No estudo, foram analisados 183 projetos desenvolvidos por proprietários, e 114 projetos desenvolvidos por contratados. Nos projetos nos quais é usada intensamente a TI, são regularmente usadas as seguintes tecnologias:

- Banco de dados integrados: o mais comum uso é na integração do planejamento e projetos executivos. O uso dessa tecnologia representa uma oportunidade para a redução de custos e compressão do tempo de execução da obra. A Tabela 7 destaca o uso e as lições aprendidas.
- Código de barra: comumente usado para controle de acesso e de horas trabalhadas dos empregados, bem como para controle de materiais, principalmente estruturas de aço e tubulações. A Tabela 8 apresenta o uso e as lições aprendidas.
- Troca eletrônica de dados – *Electronic Data Interchange* (EDI): aqui os autores identificaram uma confusão na definição de EDI nos projetos estudados. Nesses projetos, EDI foi usado para o suporte nas alianças, onde o contratado transmite projetos executivos diretamente para os fornecedores, reduzindo tempo e garantindo maior exatidão na seleção dos componentes. A Tabela 9 apresenta o uso e as lições aprendidas.
- 3D CAD: desenho em três dimensões é a mais familiar tecnologia usada. Devido à redução de custo associado à tecnologia, companhias encontram facilidade de incluir pequenos elementos de desenhos em seus modelos, reduzindo assim o retrabalho, conseqüentemente tempo e dinheiro. A Tabela 10 apresenta o uso e as lições aprendidas.

TABELA 7: Banco de dados integrados, uso e lições aprendidas.

| Tipo | Descrição |
|-------------------|--|
| Uso Normal | <ul style="list-style-type: none"> • Da concepção até o final do processo de projeto por proprietários e contratados; • Controle de materiais internamente à organização; • Relatórios internos de produtividade, atual x antigo. |
| Limitação de Uso | <ul style="list-style-type: none"> • Durante a construção pelos proprietários e contratados; • Desenhos internacionais “links”. |
| Lições aprendidas | <ul style="list-style-type: none"> • Problemas de compatibilidade entre softwares; • Redução de custo e de tempo para os proprietários e contratados; • Compatibilidade potencial para proprietários e contratados, são a chave para a expansão do uso. |

Fonte: Thomas *et al.* (2004).

TABELA 8: Código de barra, uso e lições aprendidas.

| Tipo | Descrição |
|-------------------|---|
| Uso Normal | <ul style="list-style-type: none"> • Controle de empregados; • Pagamentos – código do serviço, folha de pagamento; • Controle de materiais – entrega/retirada. |
| Limitação de Uso | <ul style="list-style-type: none"> • Controle do inventário; • Ferramenta de controle; • Relatório do progresso do serviço. |
| Lições aprendidas | <ul style="list-style-type: none"> • Custo não justifica para controlar as instalações hidro-sanitárias (\$/peça); • Abuso do cartão de tempo pelos empregados. |

Fonte: Thomas *et al.* (2004).

TABELA 9: *Electronic Data Interchange* (EDI), uso e lições aprendidas.

| Tipo | Descrição |
|-------------------|---|
| Uso Normal | <ul style="list-style-type: none"> • Transferência eletrônica de pagamentos; • Ordens de compra; • Liberação de materiais. |
| Limitação de Uso | <ul style="list-style-type: none"> • Transferência de especificações de projeto; • Alianças com fornecedores; • Relatórios de inspeção para vendedores. |
| Lições aprendidas | <ul style="list-style-type: none"> • EDI é eficaz no suporte de alianças com fornecedores; • O uso proporcionou eficiência nos projetos: menor número de desenhos, mais probabilidade de começar com o produto exato, retirada de material feita pelo fornecedor, exato inventário de pagamentos; • Redução de custo de mais de 100 mil Dólares, relatado por uma empresa; • Algumas empresas estão trabalhando com uso de 100% para especificações eletrônicas; • Problemas de compatibilidade de sistemas são reportados; • Tecnologia é comumente usada quando ambas as partes têm compatibilidade e sistemas compatíveis. |

Fonte: Thomas *et al.* (2004).

TABELA 10: 3D CAD, uso e lições aprendidas.

| Tipo | Descrição |
|-------------------|--|
| Uso Normal | <ul style="list-style-type: none"> • Visualização; • Checagem de interferências; • Layout; • Retirada de materiais; • Fabricação de desenhos. |
| Limitação de Uso | <ul style="list-style-type: none"> • Códigos de cores nos desenhos checados; • Equipamentos, construtibilidade, segurança, tempo e estudos de custo; • Projetos hidro-sanitários; • Projetos estruturais; • Projetos elétricos; • Estruturas de Concreto; • Zonas de afastamento para pessoas e equipamentos; • Equipamentos – vasos sanitários, tanques, etc. |
| Lições aprendidas | <ul style="list-style-type: none"> • Grande redução de retrabalho; • Tempo de ciclo reduziu devido aos modelos disponibilizados pelos fornecedores; • Eliminou a necessidade de maquetes em plástico; • Redução de custo é através da precisão durante a retirada de material, uma empresa reportou uma redução de 30% dos custos com materiais elétricos e eliminou estoques e sobras de materiais; • A familiaridade com vários pacotes de software é essencial; • Todos os componentes devem estar no modelo para conseguir a análise virtual exata da elevação da obra; • Redução de tempo resultou do uso da elevação virtual da obra; • Facilidade da manutenção do projeto <i>as-built</i> para futuras expansões; • Suporte às necessidades para o <i>as-built</i> simplificando as modernizações; • O tempo para projeto é significativamente reduzido – uma empresa reportou uma redução de 40%; • Um Gerente de Projeto indicou que o uso padronizou todos os projetos; • Algumas revisões de projeto são ainda realizadas fortemente nas cópias, porque é freqüentemente mais fácil de visualizar. |

Fonte: Thomas *et al.* (2004).

Na indústria da construção civil, a TI representa atualmente o diferencial competitivo das empresas, conforme se observa nos dados analisados por Thomas *et al.* (2004), em que comprovam que a utilização de TI, em empreendimentos de construção civil, proporciona uma redução de 4,7% no custo da construção para os projetos desenvolvidos por proprietários, além da redução no tempo global do projeto. Nos projetos nos quais é usado intensamente TI, a redução do custo chegou a 18,8% e a redução da programação chegou a 46,4%.

Dessa forma, o papel fundamental da TI é atuar como um plano estratégico, para agregar valor aos serviços e produtos, reduzir o *lead-time* e gerenciar o conhecimento organizacional.

2.5.2 INTEROPERABILIDADE

Interoperabilidade é a capacidade de um sistema (informatizado ou não) de se comunicar de forma transparente (ou o mais próximo disso) com outro sistema (semelhante ou não). Para um sistema ser considerado interoperacionalizado, é muito importante que ele trabalhe com padrões abertos. Seja um sistema de portal, seja um sistema educacional ou ainda um sistema de e-comércio, hoje em dia se caminha cada vez mais para a criação de padrões para sistemas (SILVA, 2005).

O caminho atual das tecnologias da informação é a interoperabilidade, a *International Alliance for Interoperability* (IAI - www.iai-international.org) define Interoperabilidade como: ação de troca de informações solucionada por uma tecnologia integrada, não importando qual a fase do empreendimento, assunto ou documento participante no ciclo de vida da construção.

Envolve a integração de informações em tempo real, on-line, compreendendo dados do empreendimento, acrescentando valor e agilidade aos parceiros e colaboradores do empreendimento (clientes, empreiteiros, fornecedores e usuários) e estendendo sua ação através de aplicações técnicas, ferramentas e sistemas.

Na cadeia produtiva, tem papel estrutural por tratar das relações entre os diversos elementos da cadeia. A interoperabilidade eficaz deve ser abrangente e flexível, porém controlada, atuando sobre os agentes, processos, produtos e serviços. Sua viabilidade depende de uma linguagem tecnológica padronizada e de uma estrutura tecnológica para operá-la.

No setor de construção civil, a interoperabilidade de informações atinge diretamente processos intensos no uso de informação: processos de projeto, de gestão e logística. Mas um consenso da indústria da construção civil é que uma normalização de terminologias é essencial para uma eficiente troca de dados, com uma definição de todas as possíveis categorias de informações, usando terminologias e estruturas de dados padronizadas (TSERG e LIN 2003).

Segundo Schreyer, Hartmann e Fischer (2005), a interoperabilidade requer que as informações fragmentadas, que são distribuídas em diferentes aplicações, sejam conectadas com outras sem interrupção num modelo flexível. Esse modelo de dados não necessita conter somente dados sobre a mesma construção, pode conter metadados que descrevem cada aplicação controlando cada objeto de dado, se objetos de mesmo nome

são usados para mais de uma aplicação. Além disso, o modelo de dados deve ser mais flexível, pois o conteúdo do modelo de projeto difere de caso para caso, já que depende dos participantes e propósitos de cada caso.

A interoperabilidade entra como um das prioridades para a Ciência, Tecnologia e Inovação, no que compete às inovações relacionadas à tecnologia da informação, como segue (FORMOSO et al,2002):

- Estabelecimento de terminologia e codificação de produtos e processos da construção civil de forma a criar condições para a troca eficaz das informações entre os agentes deste setor.
- Aumento da interoperabilidade e integração no uso de software e hardware na construção civil.
- Remoção de obstáculos para o uso de ferramentas de modelagem tridimensional, tais como CAD-3D e realidade virtual.
- Desenvolvimento de métodos e ferramentas para apoiar a implantação de Extranets de Projeto e outras tecnologias semelhantes no gerenciamento de empreendimentos.
- Desenvolvimento e implementação de sistemas informatizados para monitoramento e gestão da produção e do uso de edifícios.

Os benefícios da interoperabilidade na comunidade da construção incluem o aumento de produtividade, de vantagens competitivas, na lucratividade, além de integrar processos, ordenar o fluxo de informações, abordar grandes projetos e aumentar a capacidade produtiva. Ela também melhora a incorporação, processos colaborativos que resultam em redução de tempo, custo e retrabalho de todos os participantes envolvidos no projeto durante o ciclo de vida do empreendimento.

2.5.2.1 PADRÕES DE TROCA DE INFORMAÇÕES

O IFC – Industry Foundation Classes é um padrão para arquivos descritivos do projeto segundo a norma STEP e, como tal, baseia-se em texto, forma encontrada pela IAI para converter os desenhos de um projeto em arquivos de texto, isso para usar os arquivos de texto em outras ferramentas que necessitam das informações do desenho.

O IFC faz parte do desenvolvimento de um modelo de objetos para a indústria da construção, que recebeu empenho máximo pela IAI – International Alliance for

Interoperability (<http://www.bre.co.uk/iai>), criada em 1995 por algumas entidades, empresas e pesquisadores (JACOSKI e LAMBERTS, 2002).

O objetivo da IAI é disponibilizar e promover uma especificação para distribuição de dados, compatível em todos os processos e produtos. Simplificando, a IAI buscou criar um novo modelo de distribuição de dados, que trouxesse a informação a respeito das coisas, sendo elas reais (portas, paredes, aberturas, etc) ou conceitos abstratos (espaço, organização, processos, etc), que pudessem ser representados eletronicamente. Esta especificação representa um suporte à estrutura de dados, em projetos eletrônicos através de modelo orientado a objetos (JACOSKI e LAMBERTS, 2002).

A especificação de cada tipo de objetos reais como portas, janelas, e outros, é chamada de classe. O modelo IAI representa uma coleção de classes designada pelo termo “Industry Foundation Classes”. O IFC representa uma estrutura de dados, com facilidade de distribuição através de aplicativos usados pelos profissionais na indústria da construção, oportunizando ao profissional definir sua própria caracterização do objeto. Softwares já são desenvolvidos baseados na estrutura de especificação IFC, para a criação de específicas aplicações na indústria da construção. Por exemplo, um objeto pode ser criado em uma determinada aplicação pelo arquiteto, que pode transferir este objeto para ser utilizado por outro profissional em um projeto estrutural, permitindo assim uma integração na informação desde a concepção do mesmo, até seu uso acessório (JACOSKI e LAMBERTS, 2002).

A mais recente linha de pensamento na Internet é a linguagem de programação XML (eXtensible Markup Language), que é, na realidade, um refinamento da linguagem HTML utilizada até então na programação de *web site*. O XML é uma linguagem de estrutura de dados de forma livre em um conjunto de caracteres universais, uma linguagem que possibilita a troca de dados entre navegadores e sistemas.

Em 1998, a XML tornou-se uma recomendação (um padrão aceito) do consórcio W3C (*World Wide Web Consortium*). Desde então, ela vem conquistando o setor da tecnologia da informação. De acordo com Commins (2002), o padrão XML apresenta as seguintes vantagens:

- Não-patenteada: isso quer dizer que a especificação pode ser aplicada sem ser preciso pagar qualquer taxa de licenciamento;

- Independente de plataforma: isso quer dizer que um documento XML não varia em função da plataforma que o processa;
- Compatível com HTTP: a XML pode ser executada nos mesmos locais que a HTML, embora tenha uma sintaxe mais restrita que a HTML. Isso quer dizer que ela pode ser comunicada e transmitida na Web;
- Internacional: está projetada para comunicações internacionais;
- Extensível: é uma especificação aberta e, portanto, permite que novos nomes de Tags sejam definidos conforme necessário;
- Autodefinição: a utilização de nomes de elementos descritivos faz com que as pessoas consigam ler os documentos XML sem precisarem de uma especificação associada nem de ferramentas especiais;
- Ferramentas comuns: a XML é um subconjunto da SGML (*Standard Generalized Markup Language*), assim existem várias ferramentas disponíveis no mercado que trabalham com SGML e essas ferramentas também trabalham com XML;
- Transformação: a transformação é um recurso essencial para obter compatibilidade para a integração de aplicações corporativas e comércio eletrônico.

O aecXML é uma linguagem baseada em XML desenvolvida para suportar a informação de arquitetura, engenharia e construção (AEC). A informação da indústria de construção civil a ser representada via aecXML – desenvolvido pelos Estados Unidos da América – contempla os processos, agentes, produtos, documentos e atributos. A Europa desenvolve o chamado bcXML por meio do projeto eConstruct (www.econstruct.org). Ambos aecXML e bcXML possuem padrão *web*, sendo que os mesmos reconhecem a diversidade e as particularidades locais, que existem e abrem possibilidade de conflito de informações quando usados em regiões diferentes.

Tserg e Lin (2003) apresentam o exemplo da aplicação do aecXML (Quadro 3) em um contrato com um sub-contratado, onde contém três subprojetos: (1) o Subprojeto “P01-1-2” no qual a empresa S5 presta contas à empresa S1; (2) o Subprojeto “P01-1-2-1” no qual a empresa S5 gerencia a empresa S9; (3) o Subprojeto “P01-1-2-2” no qual a empresa S5 gerencia a empresa S10.

QUADRO 3: Um exemplo de contrato usando aecXML, “*contrato.xml*”.

```
<?xmlversion="1.0" encoding="BIG5" standalone="yes"?>
<aecXML xmlns="x-schema:D:\ASCE\schema\Schedule_Schema.xml">
  <Projeto-ID="P01-1-2"programacao-ID="sch01-1-2"antecessor-Projeto="P01"InicioPlanejado="
2001-02-10" FimPlanejado="2001-04-10">
    <Name>Escavacao&Fundacao</Name>
    <Participante-ID="S1" Papel="Superior" url=ftp://140.112.10.16/cc> Continental Compania
  </participante>
</Projeto>
  <Projeto-ID="P01-1-2-1"Programacao-ID="sch01-1-2-1"antecessor-Projeto="P01"
InicioPlanejado="2001-02-10" FimPlanejado="2001-03-05">
    <Name>Escavacao </Name>
    <Participante-ID="S9" Papel="Baixo" url=ftp://140.112.10.17/se> Smart Escavador
  </participante>
</Projeto>
  <Projeto-ID="P01-1-2-2"Programacao-ID="sch01-1-2-2"antecessor-Projeto="P01"
InicioPlanejado="2001-02-28" FimPlanejado="2001-04-01">
    <Name>Fundacao </Name>
    <Participante-ID="S10" Papel="Baixo" url=ftp://140.112.10.18/gi> Geotecnia</participante>
  </Projeto>
</aecXML>
```

Fonte: Tserg e Lin (2003).

Com essa estrutura de organização de dados, o XML proporciona a interoperabilidade de dados coletados a partir de diferentes plataformas de coleta, como editores de texto, planilhas eletrônicas, assim os dados podem ser armazenados em bases de dados como SQL-Server ou MySQL.

Com categorias de elementos distribuídos, lingüisticamente e semanticamente padronizados, sugerem-se algumas soluções potenciais para o desenvolvimento de esquemas XML, compartilhando-os e reusando-os. A primeira solução potencial na interoperabilidade dos dados é a modelagem de elementos do esquema XML através de ontologias. As ontologias são conceituações explícitas e compartilhadas do domínio do conhecimento, os conceitos, seus atributos e relacionamentos são definidos na base da

compreensão comum. A Figura 11 mostra um exemplo de uma transação de pagamento, em que o índice-orientado de dados é dividido em três blocos: dados, tarefas operacionais e tarefas de comunicação. Os conceitos envolvidos em cada um desses blocos podem ser modelados para uma transação de pagamento, ficando prontos para serem usados em um esquema de XML para uma finalidade particular (QIN e TAFFET, 2004).

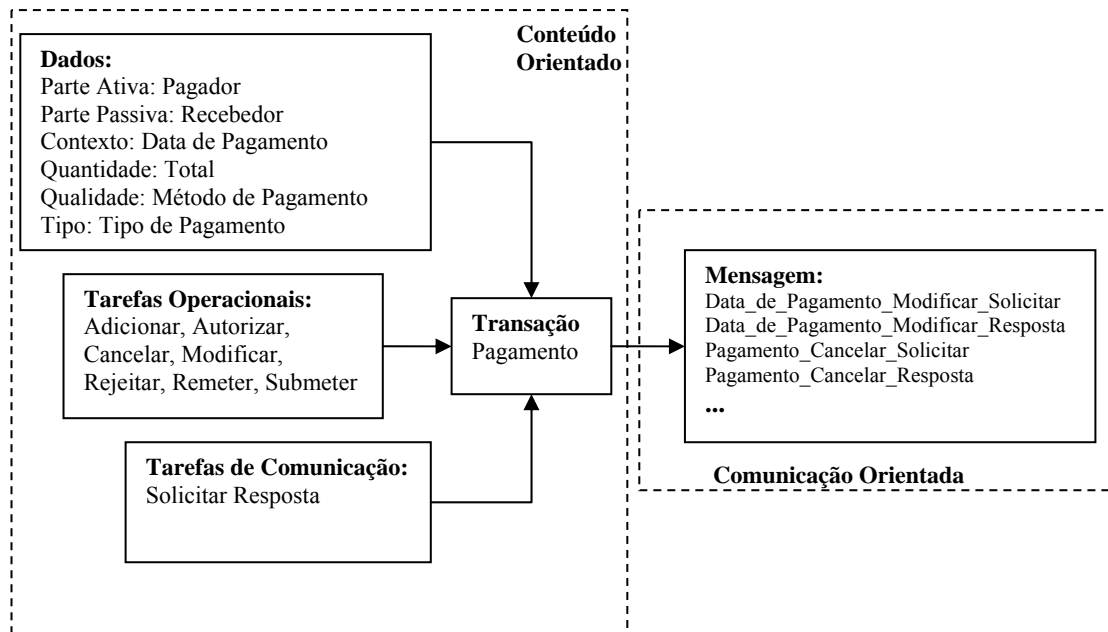


Figura 11: Um exemplo de comunicação orientada aos dados dos elementos gerados por uma coordenação dinâmica.

Fonte: (QIN e TAFFET, 2004).

As tecnologias em XML evoluem em um ritmo rápido. Assim o gargalo, na troca de informação e gestão de conhecimento, persiste no vocabulário usado para nomear os dados dos objetos (QIN e TAFFET, 2004).

2.5.3 SISTEMAS DE COLABORAÇÃO

O uso da Internet para trocar informação em um ambiente de trabalho é importante e aumentará ainda mais. Indústrias que são interdependentes e precisam do envolvimento de um número grande de participantes, informações e recursos tendem a beneficiar-se do uso de um sistema eficiente na comunicação, recuperação de informação, coordenação e trabalho de administração.

A colaboração a partir da Internet é ideal para a indústria de AEC, visto que é um meio de comunicação relativamente barato, extensamente disponível e não muito difícil

de usar. Provê a melhor solução de comunicação à natureza fragmentada da indústria de AEC.

Tserg e Lin (2003) apresentam uma estrutura dos dados em XML para a programação de um empreendimento da construção civil em que foram tomadas quatro considerações: (1) O escopo dos dados é confinado de acordo com o tipo de informação; (2) Estrutura de dados orientado a objeto; (3) Estrutura das informações de acordo com a hierarquia; (4) Dados especificados de acordo com a versão da informação. Segue uma breve descrição de cada categoria apresentada na Figura 12:

- Participantes: todo relacionamento entre participantes do projeto, sobretudo na forma do contrato, e o papel de cada agente no desenvolvimento do projeto, tais como proprietário, contratado geral, sub-contratado, vendedor, ou gerente de produção da construção. As informações dos participantes incluem o nome, o contato com a companhia e principalmente o site, no qual está disponível a pasta de arquivo sob *File Transfer Protocol* (FTP) usado para a troca de dados;
- Marcos: a duração, início e fim, folga, tempo de logística e outros tempos relacionados para cada serviço;
- Planejamento de recursos: itens do recurso, quantidade, tempo envolvido na ordenação e aplicação, requerimento financeiro para o recurso e a situação dentro do planejamento global, tais como relacionamento espacial que cada tarefa tem com outras;
- Processo: início atual, final e duração do serviço, porcentagem concluída, custo diário e relatório diário;
- Mensagem: revisões, contas, aprovações ou rejeições dos relatórios e outras notícias;
- Fornecedor de recursos: quando e como muitos recursos seriam adquiridos, e o custo ou descontos efetuados na compra dos recursos.

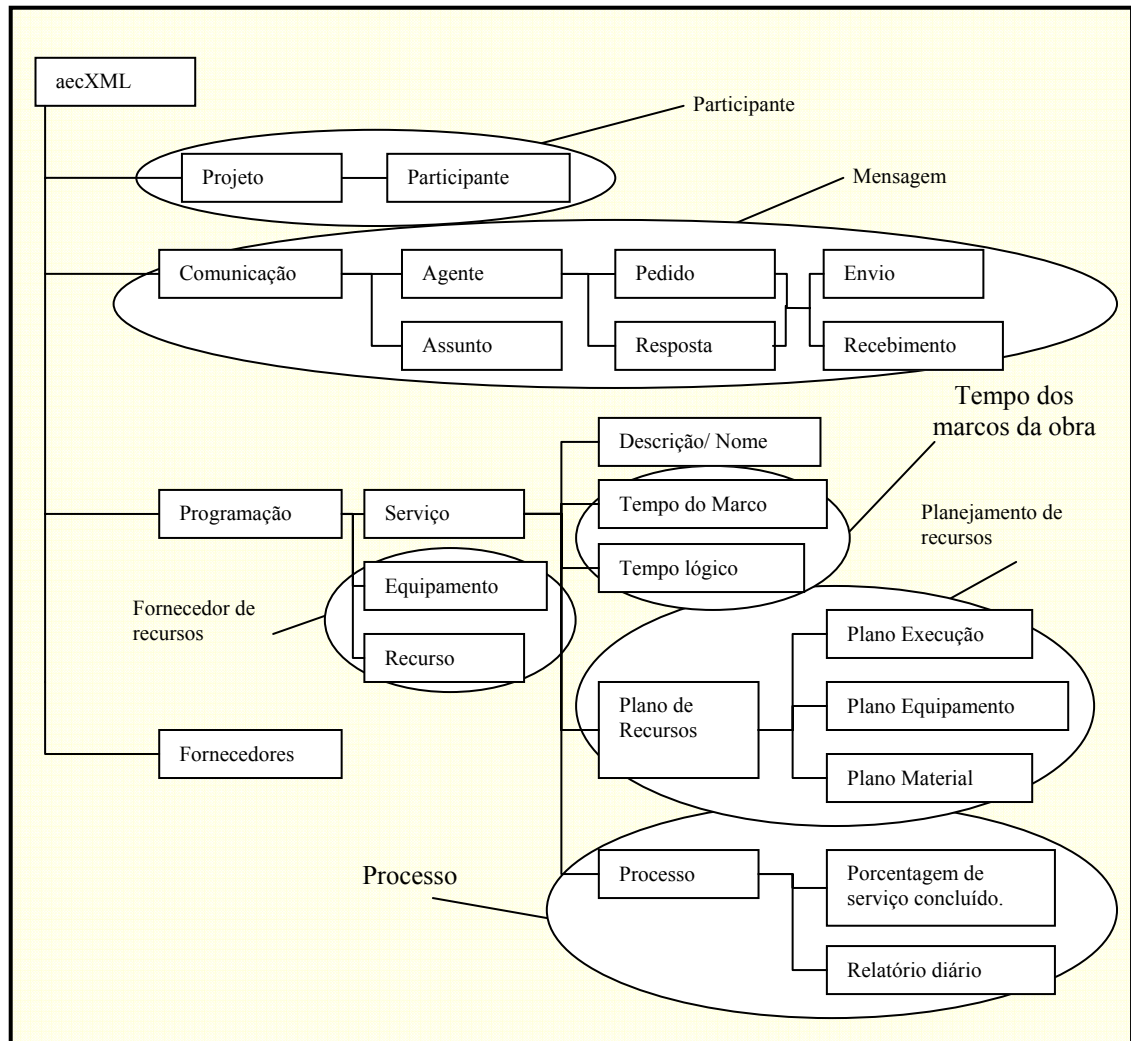


Figura 12: Estrutura dos dados para programação, visando à utilização do padrão XML.

Fonte: Tserg e Lin (2003).

Foi apresentado na Figura 12 um método de colaboração entre os subcontratados, empreiteiros e proprietários no qual a execução do empreendimento é gerenciada a partir de um sistema estruturado de acordo com o tipo de informações. Tserg e Lin (2003) prevêm a colaboração em linguagem padronizada, utilizando o padrão aecXML para a troca e armazenamento dos dados.

Segundo Vries (1996), o desenvolvimento de uma colaboração inclui os seguintes passos:

1. Selecionar os participantes que estão envolvidos no empreendimento: quando se implementa troca eletrônica de informação, as pessoas precisam de um grupo de participantes que já se comunicaram em empreendimentos anteriores;

2. Selecionar um empreendimento de referência: criar uma descrição formal do processo atual de um empreendimento de referência selecionado, para analisar todos os tipos de mensagens e a frequência delas. Depois checar se os conteúdos das mensagens variarão quando as etapas do edifício variarem ou quando a equipe de participantes varia. Se necessário, mais empreendimentos de referência devem ser analisados;
3. Definir o começo e o fim da etapa do edifício: dentro do empreendimento selecionado uma etapa do edifício é criada pelos participantes. Os dados estruturam o começo e o fim da etapa declarada;
4. Juntar todos os documentos que foram produzidos: a produção tangível de atividades é uma fonte importante de informação para análise. Requer muitas perícias na designação do processo de construção e para recuperar a contribuição dos dados de produção desses documentos;
5. Definir as atividades empresariais para cada participante. Selecionar ou definir: (a) biblioteca de aspecto; (b) tipos de objeto; (c) relações; (d) constrangimentos. Uma atividade é definida como a menor unidade de trabalho que pode ser anunciada;
6. Criar um acordo de primeira-ordem para as definições de atividade: um acordo de primeira-ordem é criado simplesmente copiando todas as atividades definidas, somando o tipo de atividade (“tarefa” ou “pedido”) e o tempo de execução. O tempo de execução dependerá da carga de trabalho calculada que um participante espera na ocasião em que a atividade, na verdade, será executada;
7. Conferir as trocas de informações do processo para perfeição e consistência: nesse momento, toda a informação está disponível para checagem do estado final da etapa do edifício a ser alcançado. Em outras palavras, se o que foi pedido pode ser executado. Estando incompleto, pode ser mudada a definição das atividades empresariais dos participantes, ou o problema pode ser resolvido introduzindo “pedido” mensagens das atividades acompanhadas da atividade pendente. Antes que a nova atividade seja iniciada, o participante envia uma mensagem para adquirir a informação atual, impedindo-lhe de usar informações obsoletas;

8. Criar um modelo para o processo de empreendimento ideal: para fazer dependências de atividades visíveis, é construída uma rede de atividades do empreendimento;
9. Criar um prazo de tempo para o empreendimento ideal: descobrir o caminho crítico;
10. Buscar novas oportunidades para recriar o processo de empreendimento em ordem: (a) excluir atividades desnecessárias; (b) descobrir atividades críticas; (c) definir tipos de projeto;
11. Criar um acordo de segunda-ordem: (a) agrupando sucessões de atividades em uma definição de novas atividades; (b) removendo a definição de atividade de tipo “tarefa”, isso será realizado subcontratando; (c) removendo a contribuição das atividade do tipo “tarefa”, isso será revisto como informação prontamente disponível; (d) acrescentando atividades do tipo “pedido” para prover atual informação;
12. Criar um diagrama de troca de mensagens para a segunda-ordem: pode ser um diagrama de troca de mensagens exibindo a sucessão, a fonte e o destino das mesmas;
13. Criar um enredo de mensagens no diagrama de troca de mensagens, somando: (a) “Confirme” mensagens; (b) “Planejando” mensagens; (c) “Resposta” mensagens. No modelo de troca de mensagens, serão executadas todas as atividades, assim que possível. Na prática, esse não será sempre o caso. Então “confirme” é introduzido nas mensagens, para confirmar o recebimento de uma mensagem para o remetente;
14. Comparar os conteúdos dos estoques com os estoques já existentes e ajuste, se possível. Execução “do que” no modelo de mensagem resultará em “dados do que” assim estruturam o estoque temporariamente e permanentemente. Tais informações podem ser armazenadas em bancos de dados relacionais, também deve ser comparado o estoque com o “estoque ideal”. Assim incorpora-se interoperabilidade, investimento e flexibilidade;

15. Determinar domínio de equivalência-frequência para cada mensagem: mensagens que usam dados são classificadas de acordo com parâmetros da estrutura, equivalência e frequência. A estrutura de dados de mensagem é comparada para o estoque existente de dados estruturados. A frequência é determinada quantas vezes uma mensagem, com as mesmas combinações de objeto/aspectos e relações, aparece dentro do empreendimento de referência.
16. Selecionar uma estruturação do método e meio de transferência para cada mensagem. Em primeiro lugar, um método de estruturação é selecionado para cada mensagem que usa os parâmetros de assunto equivalência. Selecionando um método estruturado pré-definido, contemplam-se os tipos de objetos e os tipos de padrão;
17. Decompor as atividades empresariais em atividades lógicas e não-lógicas;
18. Avaliar o investimento e o lucro de: (a) reengenharia do processo; (b) novas mídias de comunicação. As mídias de transferência selecionadas precisam ser reconsideradas periodicamente;
19. Selecionar ou criar aplicações de computador que apoiem o armazenamento e a recuperação de informação de estoques e a troca de mensagem de apoio pelo meio selecionado.

2.6 EXTRANET DE PROJETOS

A Extranet é uma rede de trabalho privada, que usa protocolos da Internet, para trocar com segurança as informações entre a equipe de projeto, ou operar com fornecedores, vendedores e clientes. Uma Extranet pode ser observada como uma Intranet da companhia que é expandida para usuários fora do espaço físico da empresa.

A Extranet requer segurança, privacidade e um local de armazenagem da informação, tem-se assim um *firewall* (o *firewall* compara o endereço IP do computador que pretende o acesso com uma lista de endereços de IP autorizados) , um identificador digital e um servidor para armazenar as informações, conforme Figura 13.

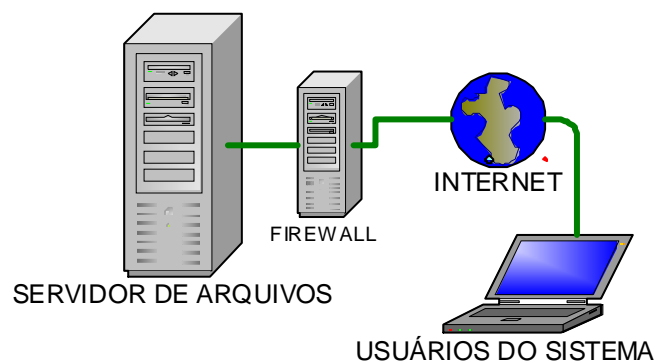


Figura 13: Modelo físico básico de uma Extranet de Projeto.

Nitithamyong e Skibniewski (2004) preconizam que há quatro categorias gerais de informação do projeto de construção, que são realizadas normalmente na Extranet:

- A informação do projeto inclui detalhes sobre o projeto, tais como participantes do projeto, diretório dos E-mails do projeto, descrição do projeto e um arquivo detalhado da progressão dos projetos.
- A informação da arquitetura abrange algumas informações geradas pela equipe de arquitetura, tais como desenhos CAD, especificações, esclarecimentos, mudanças e listas dos problemas.
- A informação da gerência é desenvolvida pelo gerente de projeto e inclui atas de reunião, dependências e demanda de desenhos, registros do status das ordens de mudança, desenhos do *as-built*, pedidos por informações (RFIs), pedidos por cotações (RFQs), registros do status do contrato, informação de segurança, registros diários e programações do projeto.
- A informação financeira é desenvolvida pela equipe de funcionários da contabilidade responsável pelo projeto e inclui o fluxo de dinheiro, as projeções,

o status da requisição, livro razão (obrigatório pela legislação comercial – do Brasil – e tem a finalidade de demonstrar a movimentação analítica das contas escrituradas no diário e constante do balanço) e relatórios de status do contrato.

Existem três opções para a implantação de uma Extranet de Projeto. A primeira é desenvolver o sistema na própria empresa, com o auxílio de consultores e programadores para criar o sistema. A segunda é utilizar softwares com aplicativos de colaboração via *web* e ter um servidor interno, como Microsoft Project 2002, Primavera, Prolog, etc. A terceira é alugar uma Extranet de Projeto completamente desenvolvida, sendo desenvolvidas e alugada pelas ASPs (*Application Service Provider*), e pagar por uma taxa de utilização, conforme o projeto, a quantidade de espaço de armazenamento, e/ou pelo número de usuários. As Extranets desenvolvidas pelas ASPs são divididas em três grandes categorias: *Project Collaboration Network* (PCN); *Project Information Portal* (PIP); e *Project Procurement Exchange* (PPE) (NITITHAMYONG e SKIBNIEWSKI, 2004):

- O objetivo da PCN é facilitar a gerência de projeto da construção. O sistema visa compartilhar documentos, comunicação, o fluxo do trabalho de projetos específicos, e serve como um repositório para documentos on-line do sistema de gerência para uma equipe de projeto. Os serviços comuns incluem *back-up* diários, manter um histórico dos documentos e rastrear o acesso aos arquivos. A PCN oferece também a visualização de documentos *on-line*, realização de anotações *on-line* e impressão. Os vários membros da equipe da construção podem fazer *upload* ou *download* dos desenhos e dos documentos da construção (Tabela 11).
- O PIP serve principalmente às necessidades de informação geral para os participantes. Estas informações incluem códigos e licenças, tendências econômicas, informação de produto, dados de custo e informação do planejamento do projeto que uma equipe de projeto pode usar durante toda a vida de um projeto de construção. A maioria de PIPs oferecem serviços gratuitamente aos membros, visto que seus lucros principais vêm dos anúncios (Tabela 12).
- PPE propõe dinamizar o ciclo da obtenção de materiais e serviços da construção. O sistema apresenta fornecedores eletrônicos e procura os serviços. Permite geralmente que os usuários visualizem os catálogos dos produtos e dos serviços

on-line, transmite o RFQs, troca de dados com a relação de custos, revisão dos pacotes de trabalho, fornece e procura *on-line* (Tabela 13).

TABELA 11: Exemplo de Extranets tipo PCN.

| PCN | Service Company | URL |
|------------------|--------------------------|--|
| ActiveProject™ | Framework Technologies | www.activeproject.com |
| Buzzsaw™ | Autodesk | www.buzzsaw.com |
| BuildOnline™ | BuildOnline.com | www.buildonline.com |
| CAM Console™ | Load Spring Solutions | www.loadspring.com |
| Citadon CW™ | Citadon | www.citadon.com |
| Constructw@re™ | Constructware.com | www.constructware.com |
| e-Builder™ | MP Interactive | www.e-builder.net |
| Edificium | Edificium.com | www.edificium.com |
| MH2.com | MH2 Technologies | www.mh2.com |
| OnlineBuildings™ | OnlineBuildings.com | www.onlinebuilding.com |
| Paragon™ | Vianovus.com | www.vianovus.com |
| ProjectEDGE™ | Edgewater Services | www.projectedge.com |
| ProjectGrid.com | ProjectGrid.com | www.projectgrid.com |
| Projectmates™ | Systemates | www.projectmates.com |
| ProjectSolve® | Company 39 | www.projectsolve.com |
| ProjectTalk™ | Meridian Project Systems | www.projecttalk.com |
| ProjectVillage™ | ProjectVillage.com | www.projectvillage.com |
| Tririga IBS™ | Tririga | www.tririga.com |
| Viecon™ | Bentley Systems | www.viecon.com |
| Web4Engineers™ | Web4 | www.web4engineers.com |
| 4Projects™ | 4Projects | www.4projects.com |

Fonte: Nitithamyong e Skibniewski (2004).

A Figura 14 mostra a tela principal da Extranet de Projeto desenvolvida pela Autodesk (www.buzzsaw.com).

Facility and Project Types

| Facility Type | New | Remodel | Total |
|------------------|----------|-----------|-----------|
| Grande Imperial | 1 | 4 | 5 |
| Imperial | 2 | 8 | 10 |
| Princess Resorts | 1 | 3 | 4 |
| Royal Suites | 2 | 7 | 9 |
| Total | 6 | 22 | 28 |

Projects

| Status | Region | Project Name | Facility Type | Project Type |
|--------|--------------|----------------|------------------|--------------|
| ● | Eastern US | New York | Grande Imperial | Remodel |
| ● | Europe | London | Grande Imperial | Remodel |
| ● | Asia | Tokyo | Grande Imperial | New |
| ● | Asia | Singapore | Grande Imperial | Remodel |
| ● | Europe | Paris | Grande Imperial | Remodel |
| ● | Eastern US | Boston | Imperial | Remodel |
| ● | Eastern US | Chicago | Imperial | New |
| ● | Southwest US | Dallas | Imperial | Remodel |
| ● | Europe | London | Imperial | Remodel |
| ● | Western US | Los Angeles | Imperial | Remodel |
| ● | Canada | Montreal | Imperial | Remodel |
| ● | Western US | Seattle | Imperial | Remodel |
| ● | Pacific | Sydney | Imperial | Remodel |
| ● | Canada | Toronto | Imperial | Remodel |
| ● | Pacific | Brisbane | Imperial | New |
| ● | Resorts | Bermuda | Princess Resorts | New |
| ● | Resorts | Cayman Islands | Princess Resorts | Remodel |
| ● | Resorts | Hilton Head | Princess Resorts | Remodel |
| ● | Resorts | Kauai | Princess Resorts | Remodel |

Figura 14: Tela principal da Extranet de Projeto buzzsaw.

Fonte: (www.buzzsaw.com)

TABELA 12: Exemplo de Extranets tipo PIP.

| PIP service | Company | URL |
|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| Akropolis.net | Akropolis | www.akropolis.net |
| 4specs | 4specs.com | www.4specs.com |
| Biw.co.uk | BIW Technologies | www.biw.co.uk |
| BuildersPlanet.com | BuildersPlanet.com | www.buildersplanet.com |
| Building.com | Building.com | www.building.com |
| Buildingonline.com | Buildingonline.com | www.buildingonline.com |
| CMD First Source™ | CMD First Source.com | www.cmdfirstsource.com |
| DesignArchitecture | DesignArchitecture.com | www.designarchitecture.com |
| e-idc.com | e-idc.com | www.e-idc.com |
| Handyman Online | Handyman Online.com | www.handymanonline.com |
| HomePro.com | HomePro.com | www.homepro.com |
| ImproveNet™ | ImproveNet.com | www.improvenet.com |
| NationalContractors.com | NationalContractors.com | www.nationalcontractors.com |
| StartMyHome.com | StartMyHome.com | www.startmyhome.com |

Fonte: Nitiithamyong e Skibniewski (2004).

TABELA 13: Exemplo de Extranets tipo PPE.

| PPE service | Company | URL |
|----------------------|---------------------|--------------------------|
| BuildPoint.com | BuildPoint.com | www.buildpoint.com |
| Buildscape | Buildscape.com | www.buildscape.com |
| BidA/E/C.com | BidA/E/C.com | www.bidaec.com |
| BidExpress.com | Contractors Online | www.bidexpress.com |
| BidHost™ | eBid Systems | www.ebidsystems.com |
| Contractors eSource™ | Contractors eSource | www.contractorsource.com |
| Cprojects.com | Cprojects.com | www.cprojects.com |
| eu-supply.com | eu-supply.com | www.eu-supply.com |
| PurchasePro™ | PurchasePro.com | www.purchasepro.com |
| TradePower™ | TradePower | www.trade-power.com |

Fonte: Nitithamyong e Skibniewski (2004).

Não obstante, as características fornecidas por portais de serviços completos (Tabela 14) ainda não são integradas inteiramente em um pacote de serviços, e normalmente as companhias necessitam pagar taxas adicionais para usar todas as características disponíveis.

TABELA 14: Exemplo de Extranets de serviços completos.

| Portal service | Company | URL |
|-----------------------|--------------------------|-----------------------|
| Causeway Solutions | Causeway Technologies | www.causeway-tech.com |
| CXTM Solutions | Aconex | www.aconex.com |
| e-Manage Net™ | Microlar Systems Limited | www.microlar.com |
| PrimeContract™ | Primavera Systems | www.primecontract.com |

Fonte: Nitithamyong e Skibniewski (2004).

No Brasil, esses serviços são explorados por algumas empresas como Construtivo.com, Neogera e uma representação da empresa Citadon por meio da PiniWeb. Os valores cobrados levam em conta a capacidade de armazenamento de arquivos, o número de usuários cadastrados por projeto, o número de projetos, prazo de utilização e custo mensal dos serviços de hospedagem, uma relação de custo (R\$) por unidade (megabyte) de armazenamento de arquivos e uma relação de custo pelo número de usuários. O número de usuários foi definido como sendo a equipe envolvida no projeto, como, por exemplo, o cliente (construtora/incorporadora), arquiteto, engenheiro estrutural, engenheiro de instalações hidráulicas, engenheiro electricista e engenheiro de segurança responsável pelo projeto de proteção e combate a incêndio, totalizando no

mínimo seis profissionais que têm grande envolvimento no processo de projeto (USUDA, 2003). Além de ser usado essencialmente para a troca de arquivos CAD.

Andresen, Christensen e Howard (2003), nos três estudos de caso realizados, verificaram que as empresas só passaram a usar a Extranet de Projeto após o início do projeto do empreendimento. E o uso da Extranet foi essencialmente para a gestão de arquivos CAD, em que, nas ações dentro da Extranet, mais de 85% do tempo de uso foi para *download* e *upload* de arquivos CAD.

Nessa visão, conclui-se que as Extranets de Projeto correntes no mercado não estão focadas para o gerenciamento do empreendimento e visam somente à colaboração no desenvolvimento e ao controle de versão dos arquivos CAD, que representam os projetos executivos do empreendimento, pois, quando terminados os projetos, normalmente deixa-se de usar o sistema. Sendo assim, não cumprem um diferencial estratégico no modo como se gerencia o empreendimento, uma vez que não têm a função de armazenar e disseminar conhecimentos adquiridos ao longo da vida do empreendimento e da empresa.

2.6.1 CARACTERÍSTICAS DAS EXTRANETS DE PROJETO

Ao analisar as características exibidas por Nitithamyong e Skibniewski (2004), verifica-se que elas podem ser divididas em dois grandes grupos: controle de projetos e comunicação, como segue nos subitens.

2.6.2 CONTROLE DE PROJETOS

As características das Extranets de Projeto referentes ao controle de projetos são descritas da seguinte forma:

- Gerenciamento de documentos: armazenar em um único local os dados referentes ao projeto, tais como fotos do projeto, contratos, desenhos, especificações, dados de custo, etc.. Permite que os membros da equipe controlem, resgatem e organizem esses arquivos em um local central.
- Conversão de arquivos: esta característica suporta a conversão dos arquivos aos formatos disponibilizados no *web-browser*. Pode também permitir marcações e adições de notas nos arquivos convertidos.
- Central de registros e controle de revisões: Esta ferramenta possibilita que os membros da equipe façam o resgate de como os arquivos foram acessados ou

baixados, bem como, quando os arquivos foram modificados ou armazenados no sistema. E também inclui assinaturas digitais para identificar e verificar os dados antes de inserir ou transmitir a informação.

- Procura avançada: esta característica permite que os membros da equipe encontrem documentos ou detalhes específicos dentre os demais documentos através do registro inteiro, sendo esta que permite aos usuários encontrar os documentos mais facilmente, comparado com as situações nas quais os arquivos ficavam situados em escritórios diferentes, em diferentes servidores, ou dispersos em computadores locais.
- Programação e calendário: a característica do calendário possibilita que os membros da equipe coordenem eventos ou reuniões do projeto em uma agenda centralizada. Os membros da equipe podem então copiar eventos ou reuniões para seu software padrão, tais como o Microsoft Outlook e Eudora. A característica da programação permite que os membros da equipe criem programações do projeto on-line ou convertam as programações criadas por ferramentas de programação padrão, isto é, Microsoft Project, Primavera e SureTrak para uma programação trabalhada *on-line*. A visualização é por diagrama de barras, a potencialidade de modificar as informações e de atribuir recursos pode ser feita usando a característica da programação. Os alertas com *links* para as tarefas em andamento são fornecidos aos membros de equipes em atraso. A característica da programação pode também ser integrada com a característica do calendário para visualizar rapidamente as grandes atividades.
- Acesso off-line: Esta característica permite que os membros da equipe alcancem as bases de dados do projeto quando o sistema estiver off-line. Assegura-se de que todos os participantes resgatem os dados, com chave de acesso, mesmo quando a conexão da Internet estiver lenta, sem segurança, ou não disponível.
- Monitoramento da construção: esta característica possibilita que uma equipe de projeto monitore os locais da construção com o uso de câmeras que transferem fotos dos locais do trabalho diretamente a seus computadores. Essas fotos podem ser usadas para acompanhar o progresso, resolver problemas e minimizar visitas ao local.
- Arquivar as informações do projeto: esta característica permite que uma equipe de projeto copie a base de dados inteira em discos compactos após a conclusão

de um projeto de construção, criando um registro detalhado do *website* inteiro com suas bases de dados e registros de utilização. A equipe de projeto assim pode ter todos os registros do projeto necessários para todas as concorrências, operações e manutenções futuras.

- Serviço de impressão: esta característica fornece a habilidade de fazer cópias de arquivos on-line, tais como desenhos da construção e especificações, e permite que os membros da equipe emitam ordens de cópia aos serviços de impressão. A maioria de ASPs oferecem ferramentas para criar arquivos de impressão com tamanho e tipo de papel.
- Serviço de informação: esta característica inclui catálogos do produto, um fórum de discussão, bibliotecas de recursos, *links* predefinidos e mecanismos de busca. Ajuda os membros da equipe a encontrarem recursos e informações necessárias, como serviços locais e fornecedores.
- *Website* customizado: esta característica permite que os membros da equipe customizem suas interfaces do *browser* para melhor gerência das necessidades. Os usuários podem personalizar os menus e adicionar um logo da companhia na interface.

2.6.3 COMUNICAÇÃO

As características das Extranets de Projeto referentes à comunicação entre os usuários são descritas na seqüência:

- Fluxo de trabalho do projeto: esta característica permite que os membros da equipe colaborem eletronicamente usando pedidos por informações, ordens de mudança, notas de campo, correspondência, lista de erros, registros diários e formulários padrões ou customizados.
- Discussão simultânea on-line: esta característica é uma ferramenta de comunicação similar a um grupo de discussão e E-mail, que permite discussão on-line. Fornece um fórum aberto que indica um registro seqüencial das mensagens e das respostas sobre um tópico particular. Os membros da equipe afixam perguntas, respostas e comentários e têm um registro permanente das discussões e do processo de decisão sobre uma questão. Para um tópico restrito, pode também ser protegida por uma senha.

- Conferência e apresentações: esta característica possibilita que os membros da equipe compartilhem simultaneamente as aplicações e os documentos, para o uso da lousa virtual onde aplicam comentários on-line. Teoricamente, a lousa virtual e as notas podem também ser conservadas e unidas a outros formulários do fluxo de trabalho tais como os pedidos por informações.
- Integração *wireless*: esta característica permite que os membros da equipe usem dispositivos *wireless* como *paggers*, celulares e *Personal Digital Assistents* (PDAs) para acessar informações do projeto na base de dados. Pode também permitir que os membros da equipe enviem ou editem a informação do projeto através dos dispositivos *wireless* e a transfiram para o servidor central.
- Diretório do projeto: esta característica armazena a informação geral (número de telefone, endereço, e E-mail) dos membros da equipe de projeto em um diretório central.
- Serviço financeiro: é normal, em um projeto de construção, fixar-se o financiamento antes que o projeto comece. Estas características fornecem a habilidade de colaboração com os devedores e os fornecedores na fonte, inscrevendo, fechando contratos, analisando e dando segurança dos empréstimos do projeto.
- E-Fornecedor e compradores: fornecimento e compras envolvem tipicamente emitir RFQs e responder aos RFIs. Esta característica dinamiza os processos de compras e fornecimento com os associados, com as compras de equipamentos, de materiais especializados e de serviços. Os membros da equipe podem emitir RFQs, acompanhar todas as transações novas e pendentes, revisar e comparar as ofertas recebidas dos fornecedores de material ou de serviços, e conduzem o E-fornecedor *on-line*. Pode também facilitar as transações que requerem uma troca de informação, tais como documentos, desenhos e especificações.
- Mensagem fora do sistema: esta característica possibilita que os membros da equipe emitam informação ou arquivos do projeto a um participante importante *off-line*, isto é, representantes de proprietários, que não estão conectados à Internet, pelo uso do fax, de E-mail, ou notificação de voz, via *mail/page*.

2.6.4 BARREIRAS DAS EXTRANETS DE PROJETO

Segundo SOIBELMAN (2000), a Extranet de Projeto Norte-Americana foi baseada em processos manuais já existentes para a troca de informação via web, entre membros do empreendimento. Após análise dos aspectos conteúdo e qualidade da informação e fluxo de informação e sua adequação ao processo organizacional, verificou-se que os problemas encontrados pelos usuários das Extranets estão relacionados com:

- Falta de adequação do fluxo de informação ao fluxo do processo organizacional, o que cria gargalos nesses processos;
- Acúmulo de informações desnecessárias, provocado pela inexistência de critérios para avaliá-las;
- Dificuldade de acesso às informações, provocada pela grande variedade de dados existentes;
- Informações de difícil entendimento, gerando novas informações para esclarecer informações existentes, congestionando o sistema;
- Grande tempo de espera por respostas, causado pela falta de mecanismo de monitoramento dos fluxos de informações.

Nesse contexto, O'Brien (2000) também descreveu 6 barreiras encontradas na implementação de Extranets de Projeto, considerando que as Extranet de Projeto não estão voltadas à incorporação de facilidades para os usuários, proporcionando barreiras organizacionais, que são:

- Resistência para mudar e necessidade da descrição de novas tarefas: o requerimento básico para o sucesso da Extranet de Projeto é a definição do trabalho de cada membro da equipe em relação às ferramentas oferecidas pela Extranet;
- Barreira da senha de acesso e níveis de acesso: a senha de acesso comumente gera a noção de exclusão, e a criação de classes com limites condicionados pelo tipo de tarefa executada é o caminho para facilitar a aceitação do usuário;
- Densidade de comunicação e o problema dos outros canais: a equipe de projeto deve ter disciplina para adotar o *web site* em paralelo com outros canais de comunicação, visto que, em alguns casos, o *web site* tem limites e exige a utilização de outros canais para a captura de informações;

- Conjunto de ferramentas e o problema da dificuldade de aprendizagem: a Extranet de Projeto é essencialmente uma ferramenta especializada para transmitir e armazenar informações. Muitas das Extranets não são projetadas especificamente para interagir com tarefas normalmente realizadas pelos indivíduos que executam trabalho.
- Colaboração madura – conhecimento é poder: Extranets de Projeto são mais usadas por equipes com alto nível de colaboração, e as companhias exploram essa ferramenta para guiar os esforços de propaganda dirigidos pelas equipes. Para atingir uma colaboração madura, deve-se fazer um cuidadoso mapeamento do *web site* quanto ao uso das tarefas de trabalho, declarando explicitamente o tipo de comunicação que deve ocorrer e como deverá ser acompanhada essa comunicação.
- Relato de questões legais – revisão das sobrecargas do novo regime: ferramentas colaborativas oferecem uma mudança nos caminhos do trabalho anteriormente realizado, incorporando responsabilidades legais e abrindo as portas para riscos potenciais.

Em uma visão atual, nota-se que as barreiras observadas no ano de 2000 ainda continuam presentes, quando analisadas as barreiras indicadas por Nitithamyong e Skibniewski (2004). Verifica-se que as barreiras atualmente podem ser divididas em dois aspectos: operacionais relacionadas às ferramentas do sistema; e organizacionais associadas às dificuldades pessoais. Há um consenso na literatura de que barreiras organizacionais, encontradas no desenvolvimento de sistemas TI, são mais difíceis de superar do que todas as outras barreiras.

2.6.4.1 BARREIRAS OPERACIONAIS

As barreiras das Extranets de Projeto referentes às necessidades operacionais são descritas da seguinte forma:

- Segurança do sistema: é provavelmente a questão mais importante considerada por empresas de A/E/C ao implementarem Extranets e E-comércio. Embora a maioria das Extranets atualmente empreguem “nome e senha” como esquema de proteção ao acesso desautorizado a seus *sites*, esse esquema é muito simples e ainda inadequado em satisfazer as exigências da segurança em transações eletrônicas dos projetos de construção. Esta ineficácia impede a completa

confiança da indústria de construção para adotar Extranets. No entanto, hoje já existem tecnologias mais eficazes para se efetuar o *login*, como, por exemplo, os sistemas bancários que usam programação em “java” com restrição do uso de teclado. O *site* indica uma Figura para que somente o ser humano possa decifrar o código contido nela, posteriormente o usuário entra com o nome, a senha e o código para ter acesso ao sistema.

- Dificuldades em quantificar custos e benefícios: não há ainda nenhum dado de confiança sobre impacto econômico das Extranets nos projetos ou nas empresas. Outro ponto negativo é que os projetos de construção fornecem pouco ou nenhum incentivo aos investimentos em tecnologias inovadoras. As empresas de A/E/C foram lentas na adoção por se ter apenas uma mera suspeita que as Extranets reduzem o custo ou melhoram o desempenho total do projeto. Muitas delas ainda estão esperando “ver pra crer” até que esteja disponível uma abordagem sobre o uso de Extranets, como a definição dos custos e dos benefícios.
- Confiabilidade do sistema: uma Extranet deve estar disponível aos usuários todo o tempo para assegurar sua confiabilidade elevada. Entretanto, isso é raramente o que acontece. Quando os servidores ficam *off-line*, os usuários tornam-se desconectados e incapazes de trabalhar *on-line*. Os dados podem também ser perdidos se não tiver *backup* no sistema ou se for imprópriamente guardado.
- Questões legais de transações eletrônicas: um contrato *on-line* permitido por Extranets é ainda uma nova abordagem que poderá se caracterizar em riscos, particularmente na área de jurisdição e de leis. Pelo fato de o mercado na Internet ser global, os participantes do E-comércio estão sujeitando-se às leis de estados e de países distantes. Uma solução simples seria usar a seleção de um fórum e a escolha de provisões da lei em contratos *on-line*.
- Falta de interoperabilidade entre software: as companhias que participam de um projeto de construção geralmente usam softwares diferentes para controlar suas empresas, tendo por resultado a incompatibilidade inter-organizacional que cria uma barreira inerente ao compartilhamento de informação quando é implementada uma Extranet. Embora esse problema seja superado pela adoção de padrões comuns para a indústria de construção, tais como IFC e aecXML, a

incompatibilidade remanesce freqüentemente como um problema nas transações internacionais.

- Posse dos dados depois da conclusão do projeto: a posse e o controle dos dados depois da conclusão do projeto têm uma considerável importância quando é implementada uma Extranet. Embora a maioria das Extranets permitam que os proprietários do projeto arquivem o registro integral do projeto em cópias, em CD-ROM, após o término do projeto, aí então inicia o debate para discutir quem deve ter cópias do projeto, e que informação deve ser incluída ou excluída em cada versão dos participantes.
- Acesso à Internet e a largura de banda: Apesar de algumas agências do governo ou empresas grandes de A/E/C poderem ter uma porcentagem elevada de empregados que têm acesso à Internet, a maioria das empresas pequenas e médias de A/E/C se encontra com pequeno ou nenhum acesso. Além disso, a maioria das empresas de A/E/C usam ainda modem *dial-up* para acessar Extranets. Tal conexão pode ser adequada às comunicações eletrônicas simples, todavia, não é apropriada para transmitir informações grandes e complexas do projeto. Embora exista conexão às Internets de alta velocidade, estas são ainda relativamente caras e podem não estar disponíveis em alguns cenários geográficos.

2.6.4.2 BARREIRAS ORGANIZACIONAIS “PESSOAIS”

As barreiras das Extranets de Projeto referentes às necessidades pessoais são descritas da seguinte forma:

- Resistência para mudar: os trabalhadores da indústria da construção geralmente resistem à mudança e necessitam saber como usar eficazmente a Extranets ou como o sistema pode facilitar suas tarefas de trabalho. Requerem normalmente um manual para integrar a Extranet ao trabalho antes de sua aceitação ao novo sistema.
- Barreira da senha: é pouco prático dar a todos uma senha. Conseqüentemente, uma equipe de projeto necessita definir os indivíduos que devem ter o acesso ao sistema. Isso requer a necessidade do emprego de sistemas duplos de comunicação, eletrônicos e tradicionais, a fim de tratar dos membros do projeto

que não têm acesso ao sistema. Esse processo de duplicidade pode significativamente determinar a eficácia das Extranets.

- Densidade dos canais de comunicação: a grande quantidade de meios para a comunicação desafia o uso da Extranet. Desde que outros canais existem, é fácil para um membro da equipe de projeto contornar o uso da Extranet com tecnologias mais familiares tais como telefone, celular, fax e *beeper*.
- Ferramentas e os problemas de utilização: a maioria das Extranets não foram especificamente projetadas para interagir com a padronização de tarefas individuais dos membros da equipe de projeto. Como uma ferramenta para a equipe, a Extranet oferece poucas dificuldades, mas não é entendida facilmente por todos os usuários. Isto traz uma dificuldade para que os membros da equipe integrem o sistema em seu trabalho e ajuda a explicar a falta da criatividade exibida pelos usuários.
- Colaboração madura: representa o nível em que os membros da equipe estão dispostos a trabalharem juntos e trocarem informações e experiências para fazer um projeto bem sucedido. Sugere-se que a colaboração madura de uma equipe varie extremamente. Atualmente, as Extranets são mais úteis a uma equipe que possua um nível elevado de colaboração. Contudo, os profissionais da indústria da construção ainda estão desconfortáveis, o que causa o afastamento mesmo dentro de uma equipe com um elevado grau de colaboração.

Para sanar tais barreiras, alguns autores indicam recomendações para a implantação de Extranets de Projeto, levando em consideração as etapas, os requisitos do usuário e do sistema.

2.6.5 REQUISITOS PARA A CRIAÇÃO DAS EXTRANETS

O propósito da criação de um sistema de gerenciamento das informações do projeto é a instantânea visualização e comunicação das informações do projeto entre todos os participantes do empreendimento, incluindo clientes, consultores, subcontratados, fornecedores e autoridades (STEWART et al. 2002).

Na implementação de um sistema de informação para gerenciamento, Nicholas (2004) sugere iniciar em um projeto de pequena escala e com uma limitada aplicação do sistema (um protótipo). Assim o sistema pode ser desenvolvido rapidamente e com baixo custo para testar suas possibilidades. A equipe de projeto pode avaliar o sistema

para determinar quais requerimentos foram satisfeitos e indicar quais características necessitam ser adicionadas ou retiradas.

O'Brien (2000), com base nas barreiras identificadas em seu estudo, listou 10 recomendações para o desenvolvimento de Extranets de Projeto, que são:

- Designar os gerentes da equipe de projeto;
- Ter uma Extranet de Projeto capaz de autogerenciar o uso e de avaliar a performance de uso individual e da equipe;
- Definir usos específicos da Extranet antes da implantação;
- Aplicar a Extranet de Projeto para os usos especificados;
- Definir o uso da Extranet no contexto de plena reunião sobre como gerenciar o projeto;
- Não impor a Extranet em projetos em andamento;
- Quando estiver designando o uso do *web site*, mapear o fluxo de informação do projeto;
- Reconhecer que a Extranet não é necessariamente um dispositivo para todos os indivíduos da equipe de projeto;
- Semear o *web site* de projeto como informações úteis antes de abrir para a equipe de projeto;
- Criar regras de conduta para o uso da Extranet de Projeto.

2.6.6 ETAPAS

Stewart et al. (2002) apresentaram seis passos para a implementação de um sistema de informação, aplicado em uma grande empresa australiana. A seguir, a exposição desses passos:

- Estudo de fatores: incorporação de escalas de valor, para o gerenciamento e organização da corporação, avaliam-se, para isso, fatores internos e externos. A escala de valor deve abordar as: **resistências, fraquezas, oportunidades e ameaças**;
- Análise do estudo: inclui meios para analiticamente determinar a importância dos fatores. A análise é feita com um processo de hierarquia entre os fatores;

- Difusão da estratégia TI/SI “contar história”: essa história envolve um drama incorporando muitas prováveis forças afetadas e entendidas. Esse processo proporciona superação de fobias, desse modo, reduz as resistências às mudanças. Essa história, se bem escrita, pode ser desenvolvida como estratégia operacional considerando cada camada das tomadas de decisão;
- Estratégia operacional: vários modelos de alvos para a organização, podendo ser elaborados os seguintes:
 - Modelo funcional descrevendo distribuição do TI/SI;
 - Modelo funcional descrevendo as responsabilidades e hierarquias;
 - Modelo técnico descrevendo as especificações do TI/SI, por exemplo, requerimentos da Internet, softwares, hardwares, seguranças, etc.;
- Estratégia de implementação “plano de ação”: requer a definição das ações, avaliação dos requerimentos orçamentários, estudos de tempos e de constantes organizacionais, elaboração de edições dos recursos humanos, gerenciamento e planejamento coordenado, migração e difusão. Para isso, tem-se três estágios no desenvolvimento da estratégia de implementação:
 - Definição do plano de ação: inventário das ações, estudo de procedimento para a implementação (constantes orçamentárias, constantes organizacionais, tipos de financiamentos), priorização das ações com referência à importância estratégica.
 - Elaboração do plano de ação: estudo de cada elemento de ação (objetivos, análise da estrutura de trabalho, resultados antecipados), dimensionamento do tempo (constantes, precedências, pontos de controle), dimensionamento do custo (custo de compra, custo de desenvolvimento, custo de manutenção), análise dos recursos humanos (treinamento, suporte), gerenciamento e coordenação da estrutura do TI/SI.
 - Atenuação de riscos: fatores de risco alteram a natureza do processo de planejamento do estado intencional, através de uma coleção de ações pré-determinadas, de modo que os processos e os resultados realizados sejam aqueles pretendidos.
- Monitoramento do plano: três princípios para desenvolver o monitoramento estratégico, criação de um relacionamento entre causas-e-efeitos, incluir os

desempenhos suficientes dirigidos e a medição dos resultados, ligação entre as medições financeiras.

Chinowsky e Rojas (2003) montaram um guia para garantir o sucesso na implantação de uma equipe virtual, destacando dois grupos: gerenciamento da equipe virtual e tecnologia necessária, sendo enquadrados com requisitos dos usuários e requisitos do sistema, como nos seguintes subitens.

2.6.7 REQUISITOS DO USUÁRIO

Chinowsky e Rojas (2003) destacaram que para o gerenciamento da equipe virtual, são necessários 10 procedimentos, e os dividiu em dois subgrupos, como segue:

Questões da equipe:

- Equipe virtual requer reuniões face-a-face iniciais para desenvolver um sentido de “equipe”.
- Os gerentes devem visitar os participantes remotos durante o projeto.
- A confiança entre membros da equipe é de difícil estabelecimento, ao operar-se em um ambiente virtual.
- Os líderes virtuais da equipe devem ser selecionados com um reconhecimento das demandas originais colocadas em equipes distribuídas.

Questões do processo:

- Os objetivos do projeto devem ser restaurados e reforçados freqüentemente para assegurar-se de que todos os membros remanesçam focalizados em um resultado comum.
- Os conflitos devem ser discutidos rapidamente para impedir que as questões não resolvidas interfiram nas comunicações.
- As discussões em decisões são mais difíceis de serem contidas porque os participantes continuam discussões através dos meios eletrônicos.
- As expectativas de cada membro da equipe devem ser indicadas claramente para ajudar os membros enquanto trabalham independentemente.
- A carga de trabalho dos membros da equipe deve ser monitorada para assegurar-se de que aumentos significativos não ocorram devido ao aumento das comunicações eletrônicas.

- O treinamento regular deve ocorrer igualmente para todos os membros da equipe virtual.

2.6.8 REQUISITOS DO SISTEMA

Quanto às questões tecnológicas, Chinowsky e Rojas (2003) ressaltaram 7 procedimentos, com a divisão em 3 subgrupos, quais sejam:

Tecnologia apropriada:

- Seleção de ferramentas de colaboração deve ser feita para estabelecer um ambiente virtual integrado.
- As ferramentas de gerência do projeto devem suportar o ambiente virtual e o processo do projeto.

Segurança:

- Os documentos devem estar seguros antes, durante e após transmissão para assegurar a integridade da informação.
- Os participantes devem estar autenticados para assegurar-se de que a informação esteja distribuída entre os participantes do projeto.
- Os meios seguros de transmissão devem estar estabelecidos se a informação segura estiver sendo transmitida dentro do ambiente virtual da equipe.

Interoperabilidade e normalização:

- A interoperabilidade do software deve ser estabelecida antes da inclusão dentro do ambiente virtual da equipe.
- A equipe e os ambientes virtuais devem dirigir-se ao espectro das definições de interoperabilidade que são apropriadas ao projeto dado.

CAPÍTULO - 3 METODOLOGIA DE PESQUISA

O modelo proposto nesta dissertação visa ao gerenciamento em todas as fases do empreendimento, levando-se em conta o armazenamento de dados sobre o empreendimento, sobre seus clientes, sobre seus custos e sobre a produção, desse modo, coletando informações do empreendimento com alto potencial de utilização futura, para tomadas de decisões em novos empreendimentos.

Para o desenvolvimento do modelo, foi necessário identificar a estrutura esperada para a criação de um sistema para gerenciamento de empreendimentos na indústria da construção civil, como é ilustrado na Figura 15.

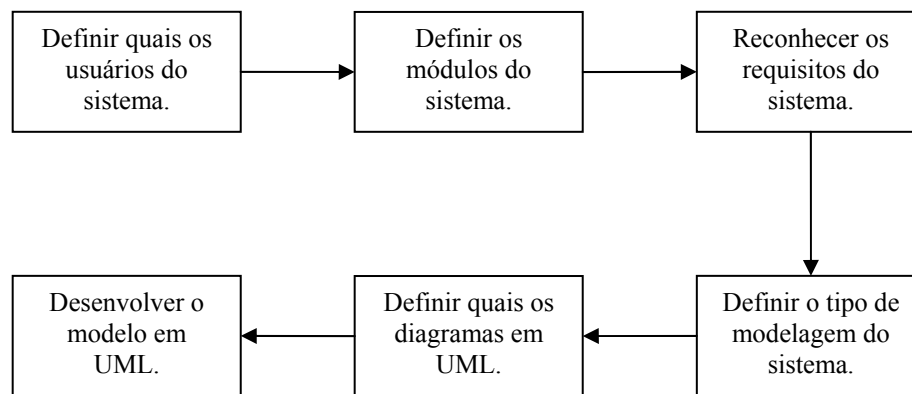


Figura 15: Esquema funcional da Extranet de Projeto.

O modelo para gerenciamento de empreendimento contará com a distribuição dos diferentes agentes de um sistema colaborativo para a indústria da construção civil. Na Figura 16 é apresentado o esquema funcional de uma Extranet de Projeto, mostra 6 agentes, que são: Administradores; Arquitetos; Engenheiros; Empreiteiros; Fornecedores; e Órgãos Governamentais. O modelo contará com quatro módulos, a saber: Módulo 1 – gerenciamento dos projetos; Módulo 2 – gerenciamento do planejamento; Módulo 3 – gerenciamento da execução; Módulo 4 – gerenciamento financeiro.

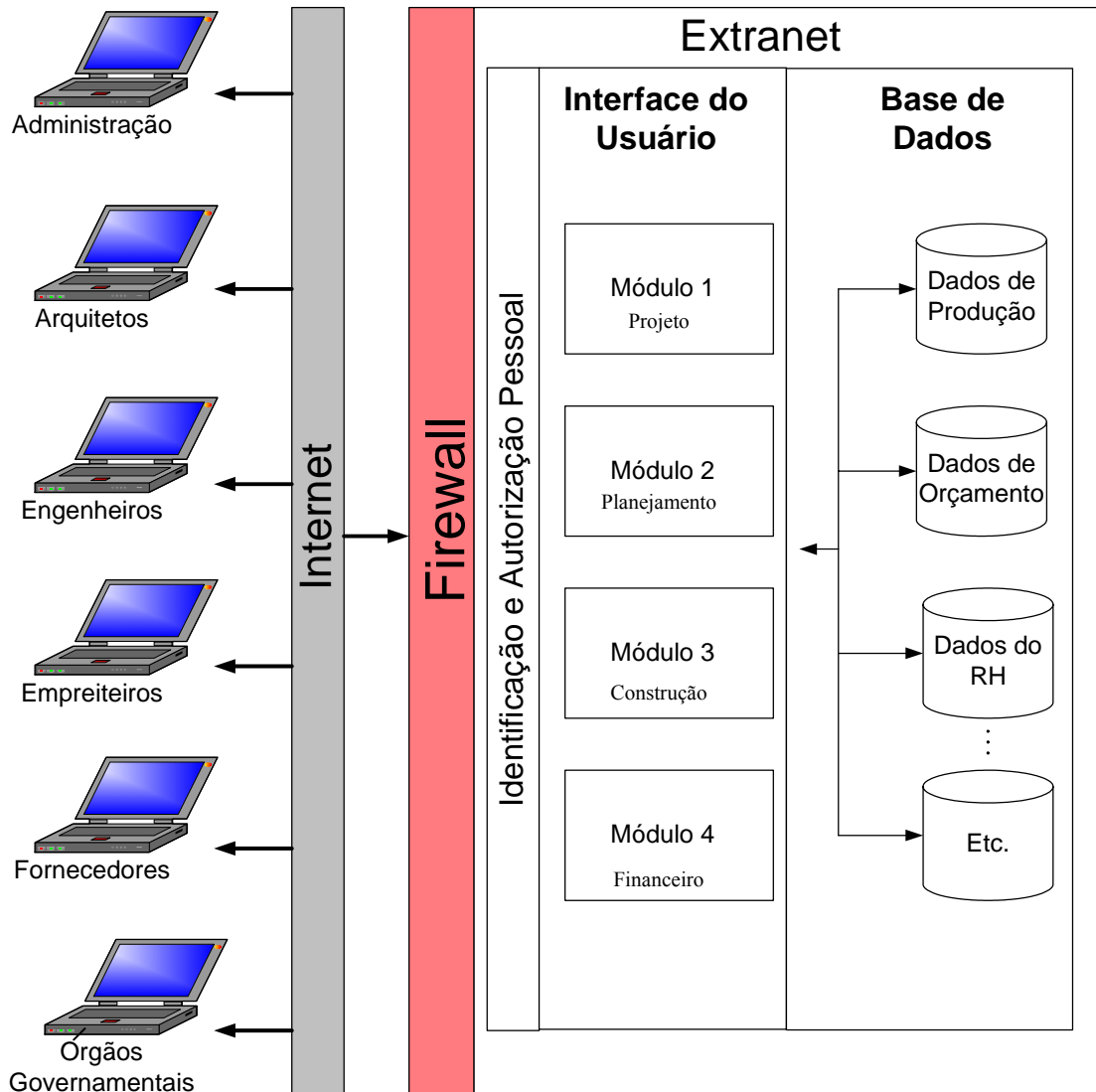


Figura 16: Esquema funcional da Extranet de Projeto.

Conforme Figura 16, os 6 agentes desempenharão as seguintes funções:

- Administração, os usuários do setor administrativo da empresa, que terão maior interesse nesse módulo serão:
 - A gerência, composta por gerente de vendas e gerente de engenharia, gerente de *marketing* e gerente administrativo, desempenha a função, controle e planejamento estratégico do empreendimento que define quais as necessidades e metas do negócio;
 - Cliente, público-alvo do negócio, ressalta a importância do cliente. Nesse perfil serão apresentadas algumas informações pertinentes aos clientes que já adquiriram o imóvel e aos que ainda pretendem comprar, estabelecendo

assim uma ferramenta de difusão e *marketing* do imóvel, através de maquetes eletrônicas e demais vantagens tecnológicas disponíveis;

- Recursos humanos, compras e contabilidade, também terão espaço para controlar suas atividades dentro do módulo de gerenciamento financeiro, onde fazem o armazenamento e o controle dos dados do empreendimento.
- Arquiteto, o usuário arquiteto representa o escritório de arquitetura contratado para a realização dos projetos arquitetônicos, paisagísticos, maquetes eletrônicas e design de interiores, sendo que não necessariamente esses profissionais necessitam fazer parte da mesma empresa prestadora de serviço. Essa configuração retrata o cenário atual no qual as incorporadoras contratam escritórios de arquitetura e/ou engenharia para fazer os projetos arquitetônicos e complementares;
- Órgão governamental, perfil destinado aos órgãos de fiscalização governamentais, os usuários desse perfil terão a função de analisar a viabilidade legal e técnica do empreendimento. Essa configuração não retrata o cenário atual, pois hoje os órgãos fiscalizadores necessitam de entrada manual dos processos, significando que a empresa incorporadora precisa levar os documentos e/ou projetos em mãos fazendo a entrega física dos processos. Mas espera-se que, num curto espaço de tempo, todo esse processo de verificação de documentos e projetos poderá ser realizado virtualmente, como já acontece atualmente para a retirada de documentos on-line, como, por exemplo, certidões negativas de débitos (Federal, Dívida Ativa da União, INSS, FGTS);
- Engenheiro, este usuário engenheiro representa os escritórios de engenharia contratados para a realização dos projetos estrutural, hidro-sanitário, elétrico, preventivo de incêndio, e outros, sendo que não necessariamente esses profissionais fazem parte da mesma empresa prestadora de serviço. Essa configuração retrata o cenário atual no qual as incorporadoras contratam escritórios de arquitetura e/ou engenharia para fazer os projetos arquitetônicos e complementares;
- Engenheiro orçamentista e de planejamento, esse usuário representa a equipe dos profissionais responsáveis pelo planejamento físico-financeiro dos empreendimentos realizados pela empresa incorporadora. Esse perfil de usuário vem em separado do perfil engenheiro, pois o profissional responsável pelo

orçamento do empreendimento deve fazer parte do corpo efetivo da empresa, isso porque esse profissional tem acesso às composições orçamentárias da empresa, que representam seus dados confidenciais. Essa Configuração retrata o cenário atual em que as incorporadoras buscam conhecer seu desempenho para atingir um cronograma físico-financeiro confiável;

- Engenheiro de execução, esse usuário representa o profissional responsável pela execução do empreendimento, que terá acesso para atualizar o planejamento adicionando informações da execução, tais como cadastro das equipes de trabalho que executaram os serviços, a datas de início e fim das atividades, problemas executivos encontrados no projeto. Nesse módulo o engenheiro de execução terá o papel de alertar ou trocar informações com o engenheiro de planejamento para encontrar a melhor seqüência das atividades;
- Fornecedores e empreiteiros, são usuários representados por todos os fornecedores e os empreiteiros que irão fazer a cotação dos serviços on-line, os fornecedores e empreiteiros serão convidados pelo gerente de compras para acessar a Extranet e lançar seus custos unitários dos materiais e serviços relacionados no sistema. Quando o orçamento estiver finalizado, o gerente de compras entra em contato com esses usuários para lançar o pedido de compra de materiais. Essa configuração retrata o cenário atual no qual há uma grande variedade de serviços que são subcontratados, e determinados serviços são realizados a partir de contratos tipo empreitada, onde o modelo visa à competição entre fornecedores e empreiteiros para alcançar o menor preço.

Para melhor entendimento do processo de criação, o modelo foi separado em quatro módulos, como ilustrado na Figura 17, gerenciamento de projetos de engenharia, planejamento e orçamento do projeto, execução do projeto e gerenciamento financeiro.

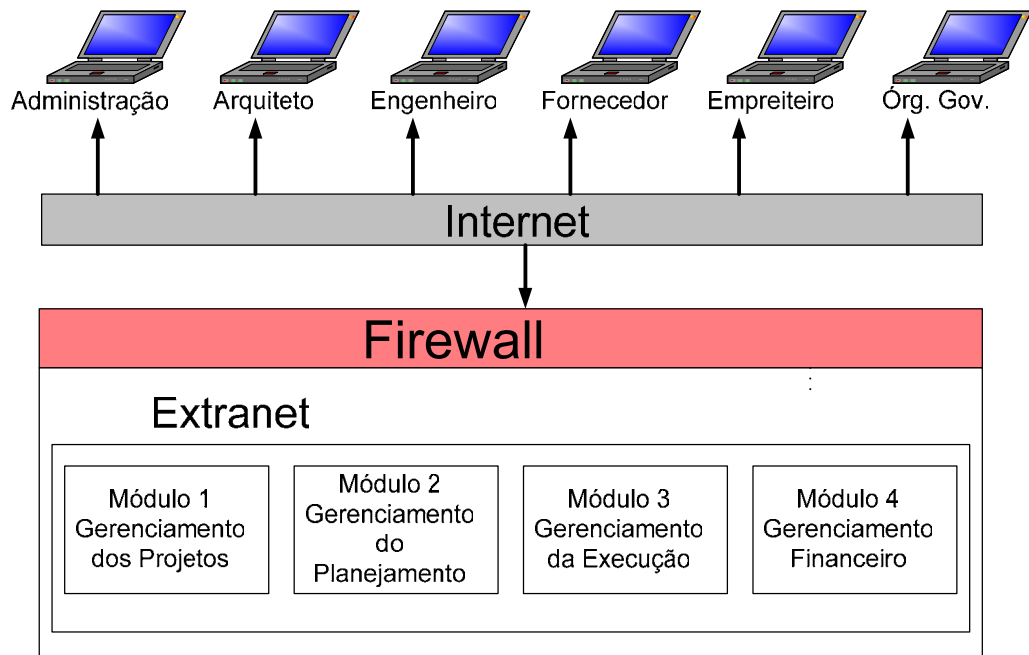


Figura 17: Divisão do modelo em módulos gerenciais.

Em cada módulo gerencia-se parte das informações correntes no empreendimento. A divisão dos módulos foi realizada considerando-se, em síntese, as áreas do gerenciamento descritas na PMI por Duncan (1996) e o ciclo de vida de um empreendimento conforme Melhado (1994). Então, nesses módulos, faz-se a divisão do ciclo de vida em “concepção, planejamento, controle da construção e controle financeiro”, e a divisão das áreas faz-se da seguinte forma:

- Módulo 1: Gerenciamento dos projetos do empreendimento (Concepção)
 - Gerenciamento da integração do empreendimento – área 1
 - Gerenciamento dos objetivos do empreendimento – área 2
 - Gerenciamento da comunicação do empreendimento – área 7
- Módulo 2: Gerenciamento do planejamento e orçamento do empreendimento (Planejamento)
 - Gerenciamento do tempo do empreendimento – área 3
 - Gerenciamento do custo do empreendimento – área 4
 - Gerenciamento dos recursos humanos do empreendimento – área 6
 - Gerenciamento das compras do empreendimento – área 9
 - Gerenciamento da comunicação do empreendimento – área 7

- Módulo 3: Gerenciamento da execução do empreendimento (Controle da construção)
 - Gerenciamento da qualidade do empreendimento – área 5
 - Gerenciamento dos recursos humanos do empreendimento – área 6
 - Gerenciamento do tempo do empreendimento – área 3
 - Gerenciamento da comunicação do empreendimento – área 7
- Módulo 4: Gerenciamento financeiro do empreendimento (Controle financeiro)
 - Gerenciamento do custo do empreendimento – área 4
 - Gerenciamento dos recursos humanos do empreendimento – área 6
 - Gerenciamento das compras do empreendimento – área 9
 - Gerenciamento da comunicação do empreendimento – área 7

Observa-se que as áreas do gerenciamento podem atuar em mais de um módulo, pois necessita-se da complementação ou controle de tarefas iniciadas em outros módulos, como, por exemplo, a comunicação que deve acontecer entre todos os agentes do empreendimento e durante o ciclo de vida do empreendimento, assim o gerenciamento da comunicação está presente em todos os módulos.

No modelo, são abordadas 4 características desejáveis para a construção de um sistema de gerenciamento de empreendimento. Elas são: Integração; Base de Conhecimento; Customização do Perfil dos Usuários; Compatibilidade e Extensibilidade, como segue a descrição abaixo:

- Integração: é provida ao longo do ciclo de vida do empreendimento, integrando custo, programação, alocação de recursos e outras informações necessárias para o gerenciamento do empreendimento. A interoperabilidade é garantida através do uso de padrões relacionados à indústria da construção civil, permitindo que dados possam ser compartilhados entre qualquer sistema usado por qualquer participante do empreendimento (por exemplo, IAI-IFCs, aecXML, etc.). A referida integração é garantida para que os usuários tenham seu trabalho reduzido, unindo software de escritório (editores de texto e planilhas eletrônicas), ferramentas de desenho e gerenciamento de projetos (CAD, programação, contabilidade, faturamento, administração de compra de materiais e alocação de recursos). Por exemplo, a recuperação automática de um

documento criado pelo usuário no Word ou Excel pode reduzir o tempo do envio da informação para o sistema;

- Base de Conhecimento: recuperação e organização do conhecimento acumulado pela empresa, visando ao reuso desses conhecimentos; dando suporte à troca de conhecimento entre as equipes por meio de uma ferramenta de rápida recuperação da informação armazenada; e integrando conhecimento na colaboração e tomada de decisões.
- Customização do Perfil dos Usuários: permite interfaces personalizadas; exibição de informação de acordo com o papel do usuário ou tarefa específica realizada por ele. A customização prevê uma familiarização acelerada do usuário com a ferramenta, o que reduz o tempo de treinamento.
- Compatibilidade e Extensibilidade: compatibilidade é apresentar um modelo utilizável para qualquer tipo de infra-estrutura de Internet, seja ela de baixa ou alta velocidade. Um modelo no qual o sistema pode ser compatível com os dados gerados pelas várias aplicações. Extensibilidade é desenvolver um modelo que acomode tanto sistemas existentes quanto para o desenvolvimento de novas ferramentas.

Para o desenvolvimento dos módulos, avalia-se o fluxo de informação entre os profissionais durante as diversas fases do ciclo de vida do empreendimento, a fim de verificar ao mesmo tempo qual o papel dos profissionais envolvidos e para quem ele emite os resultados de seu trabalho. Dessa forma, será criado um modelo de colaboração e interoperabilidade entre os profissionais envolvidos no empreendimento, estabelecendo a colaboração on-line entre os agentes e as funções desempenhadas em cada módulo.

Para o desenvolvimento do fluxo de informação, toma-se como referência o modelo de processo de fluxo de trabalho apresentado por Cummins (2002). Esse sistema é composto por 8 componentes, que são: definição do processo; instância do processo; atividade; solicitador, lista de trabalho pessoal; recurso de atribuição de recurso; gerente de processo; interoperabilidade do processo. Cummins (2002) descreve cada componente desse modelo, como pode ser visto a seguir:

- Definição do processo: especifica como um processo será realizado. A definição permite que as pessoas compreendam a maneira como as atividades deverão ocorrer e pode facilitar a estimativa de tempo que o processo despenderá;

- Instância do processo: compreende os valores das variáveis especificadas na definição do processo. As variáveis podem incluir identificadores para a solicitação e sua origem, as pessoas designadas para realizar determinadas tarefas, o produto em questão etc.;
- Atividade: é um componente de um processo. Uma atividade pode realizar uma operação diretamente, pode chamar uma aplicação ou outro processo, ou pode solicitar uma ação por uma pessoa;
- Solicitador: é a origem de uma solicitação de processo. Normalmente o solicitante é representado em um sistema de computador por um objeto que receberá a notícia da conclusão do processo. A solicitação do processo deve ser confirmada, e o solicitante deve ser notificado, assincronicamente, quando o processo for completado;
- Lista de trabalho pessoal: contém as tarefas atuais e as tarefas em potencial do usuário. Ela reflete o envolvimento atual e potencial do indivíduo nos processos. A lista de trabalho exibirá as atividades que uma das diversas pessoas poderá desempenhar, assim como as atividades para as quais a pessoa está designada no momento;
- Recurso de atribuição de recurso: fornece um mecanismo para a seleção de um recurso que satisfaça as necessidades de um processo. Os recursos podem ser projetados para vários mecanismos de atribuição e para diferentes tipos de recursos. Um processo pode solicitar um recurso de um determinado tipo com determinados parâmetros de qualificação;
- Gerente de processo: representa um outro tipo de usuário, a pessoa que tem a capacidade de observar e alterar instâncias de processo.
- Interoperabilidade do processo: isso significa que as atividades do processo podem ser totalmente integradas a outros sistemas de gerenciamento do fluxo de trabalho.

Assim, seguindo-se as recomendações da literatura e adotando procedimentos próprios, o desenvolvimento do modelo seguirá as seguintes etapas:

- Estabelecer o fluxo de informação entre os profissionais envolvidos em um projeto, reconhecendo os requisitos do sistema;
- Desenvolver o modelo de colaboração em UML, considerando o fluxo de informação entre os usuários envolvidos no projeto e os requisitos estabelecidos:

- Diagrama de Caso de Uso;
- Diagrama de Seqüência;
- Diagrama de Classes.

3.1 MODELAGEM NO PADRÃO UML

“UML” é a abreviação de Linguagem de Modelagem Unificada (Unified Modeling Language), “uma linguagem para especificar, visualizar e construir os artefatos de sistemas de software...”(BOOCH, JACOBSON, RUMBAUGH, 1997).

É um sistema de notação (Incluindo a semântica para suas notações) dirigido à modelagem de sistemas, usando conceitos orientados a objetos. A UML é um padrão emergente, que está sendo aceito pela indústria, para a modelagem orientada a objetos. Ela começou como um esforço conjunto de Grady Booch e Jim Rumbaugh, em 1994, para combinar seus dois métodos populares – os métodos Booch e OMT (Object Modeling Technique). Mais tarde, Ivar Jacobson se juntou a eles (o criador do método OOSE, Object Oriented Software Engineering). Em resposta a uma solicitação da OMG (Object Managment Group, uma entidade de padronização estabelecida pela indústria) para definir uma linguagem e notação de modelagem padronizada, a UML foi submetida como candidata em 1997 (LARMAN, 2000).

A criação de um sistema envolve uma abordagem que satisfaça exigências do ciclo de vida do seu processo de desenvolvimento. Essencialmente, essas exigências representam o reconhecimento de problemas, um sistema representa uma solução que focaliza esses problemas, e o desenvolvimento de sistema é um processo problema-resolução que envolve compreensão do problema, enquanto o soluciona, e implementa a solução. São usados idiomas naturais para comunicar as exigências. As linguagens de programação (e mais amplamente, linguagens bases tecnológicas como o Extensible Markup Language (XML), o Structured Query Language (SQL), Java, C#, e assim sucessivamente) são usadas para comunicar os detalhes do sistema. No entanto, as linguagens de programação não são precisas no fornecimento das exigências do sistema, enquanto que as linguagens de modelagem (como a UML) são usadas no processo problema-resolução para preencher os vazios entre as exigências e o sistema (ALHIR, 2003).

Uma linguagem de propósito geral, como a UML, pode ser aplicada ao longo do processo de desenvolvimento de sistemas para garantir que todos os tipos de exigências que compõem a implementação do sistema sejam atendidos. Como uma linguagem amplamente aplicável, a UML pode ser aplicada também para diferentes tipos de sistemas, domínios e processos. Então, pode-se usar a UML para detalhar sistemas de software e sistemas de não-software (frequentemente conhecidos como sistemas empresariais) em vários domínios como industrial, bancário, e-empresarial, e assim sucessivamente. Além disso, pode-se aplicar a UML em qualquer processo ou abordagem. É apoiada por vários vendedores de ferramenta, é padronizada pela indústria, e não é uma linguagem de modelagem privada ou fechada (ALHIR, 2003).

No padrão UML de modelagem existe um grande número de diagramas que podem ser elaborados para o desenvolvimento de um projeto de software. Porém nessa pesquisa serão elaborados somente três desses diagramas, com o objetivo de verificar a interação usuário-sistema descrevendo a funcionalidade do sistema (diagrama caso de uso), a seqüência dos eventos na utilização do sistema descrevendo como os elementos interagem com o passar do tempo (diagrama de seqüência) e quais objetos e dependências para futura programação descrevendo a estrutura de um sistema em geral (diagrama de classes), sendo que um diagrama depende e respeita fielmente os requisitos abordados nos demais diagramas, garantindo um desenvolvimento futuro sem contradições. Os diagramas são elaborados como segue:

- Diagrama de Caso de Uso (ver Figura 18): ilustra um conjunto de casos de uso para um sistema, os atores e a relação entre os atores e os casos de uso. Os casos de uso são ilustrados em ovals, os atores, como Figuras de traço simples (palitos). Existem linhas de comunicação entre esses casos e os atores; as flechas podem indicar o fluxo de informação ou de estímulo. A finalidade do diagrama é apresentar um tipo de diagrama de contexto, através do qual se pode compreender rapidamente quais são os atores externos de um sistema e as maneiras principais segundo as quais eles o utilizam (LARMAN, 2000);

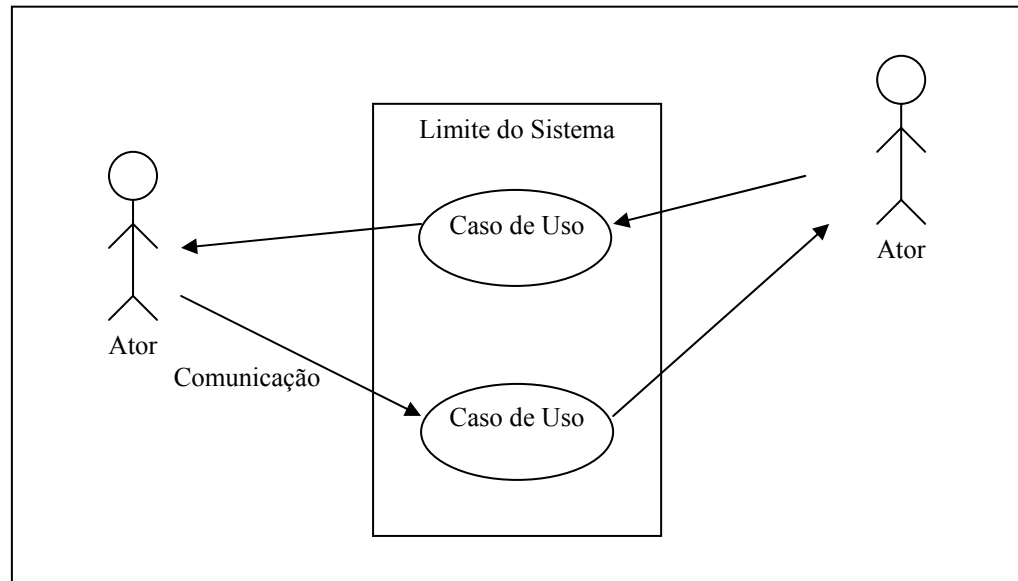


Figura 18: Diagrama de caso de uso do projeto de software. Modificado de Larman (2000).

O Diagrama Caso de Uso é um tipo especializado de estrutura de modelagem preocupado com a modelagem da funcionalidade de um sistema. Normalmente aplica-se o Caso de Uso durante a compreensão dos requisitos para capturar exigências que definem o que um sistema deverá fazer. O diagrama de Caso de Uso tipicamente começa no início de um projeto e continua ao longo do processo de desenvolvimento de sistema. É geralmente terminado com uma série de seminários entre usuários e analistas de sistema nos quais podem ser exploradas idéias e exigências (ALHIR, 2003).

- Diagrama de Seqüência (ver Figura 19): é a Figura que mostra, para o particular cenário de um caso de uso, os eventos que os atores externos geram, sua ordem e os eventos entre os sistemas. Todos os sistemas são tratados como uma caixa-preta; a ênfase do diagrama está nos eventos que atravessam a fronteira do sistema entre atores e outros sistemas (LARMAN, 2000). Um diagrama de seqüência apresenta elementos na forma como interagem com o passar do tempo no uso do sistema, enquanto mostra uma interação ou exemplo de interação (ALHIR, 2003);

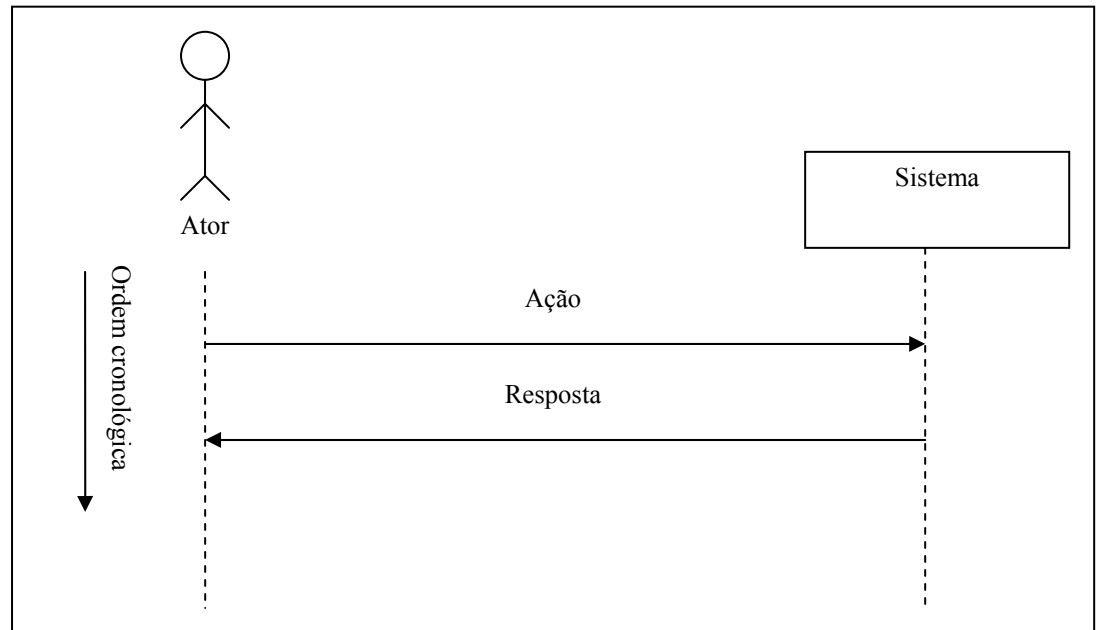


Figura 19: Diagrama de seqüência do projeto de software. Modificado de Larman (2000).

- Diagrama de Classes (ver Figura 20): ilustra as especificações para as classes de software e de interfaces de uma aplicação. As informações típicas incluem as seguintes: classes, associações e atributos; interfaces, com suas operações e constantes; métodos; informações do tipo do atributo; navegabilidade; dependências (LARMAN, 2000).

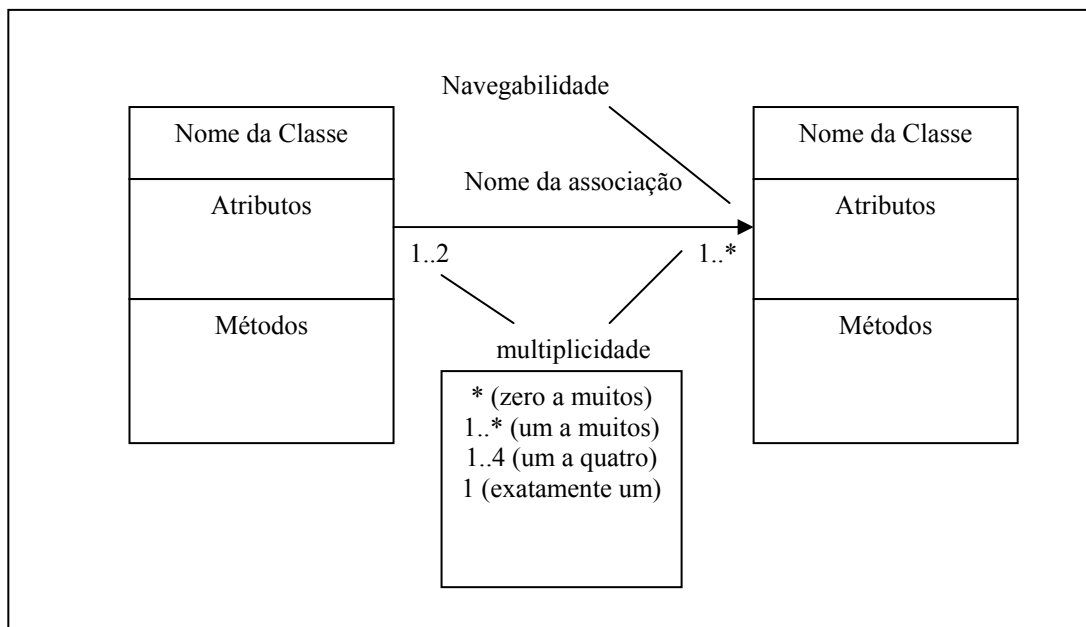


Figura 20: Diagrama de classe do projeto de software. Modificado de Larman (2000).

A classe define um tipo de objeto e suas características. E quando tratado de um conjunto de objetos semelhantes sem ter que detalhar cada um individualmente, chama-se de classe desse objeto (ALHIR, 2003).

Sabe-se que cada objeto possui atributos que essencialmente são a representação dos dados do objeto. Uma classe define os atributos de um objeto, até mesmo se dois objetos tiverem os mesmos valores de atributos, os objetos são diferentes e têm suas próprias identidades. Em um diagrama de classes em UML, uma classe pode ser mostrada com um segundo compartimento que lista estes atributos como fios de texto. Igualmente, um objeto pode ser mostrado com um segundo compartimento que lista estes atributos como fios de texto, com diferencial que no objeto cada atributo é seguido por um símbolo igual (=) e o valor do atributo. São mostrados só atributos que se deseja comunicar; outros atributos que não são importantes para serem comunicados em uma determinada necessidade de diagrama não serão mostrados (ALHIR, 2003).

Algo que um objeto pode fazer é chamado de operação, e essencialmente representa o processo. Como um objeto faz o processo para uma determinada operação, é conhecido como o método da operação. Por exemplo, ao usar uma linguagem de programação, declaram-se funções ou procedimentos e define-se a estrutura dessas funções (linhas de código), isso determina o que as funções ou procedimentos fazem quando são invocados e são executados; a declaração de uma função é a operação, e a definição da estrutura é o método. Uma classe define operações e métodos que aplicam a seus objetos. Uma classe pode ser mostrada com um terceiro compartimento que lista estas operações como fios de texto. O método de uma classe codifica a implementação das operações. Um objeto não tem um terceiro compartimento, porque todos os objetos de uma classe se operam e compartilham com os métodos da classe deles. Igualmente, só operações que se deseja comunicar têm a necessidade de serem mostradas em um determinado diagrama. Se não são mostrados atributos, um compartimento de atributos vazio deve ser mostrado tal que o terceiro compartimento seja usado para listar as operações. Operações e métodos são conhecidos como características de comportamento, porque eles comunicam o comportamento de uma classe (ALHIR, 2003).

O OMG aceitou a UML, a qual também recebeu a aprovação da indústria, uma vez que seus criadores representam métodos e análises e/ou projetos de primeira geração reconhecidos mundialmente. Muitos desenvolvedores de software adotaram a UML, e é muito provável que esta se torne um padrão mundial utilizado por desenvolvedores (LARMAN, 2000).

A UML é largamente usada, independente do processo, e não é presa em análises particulares do sistema ou metodologias de desenvolvimento. Hiremath e Shibniewski (2004) concluem que sistemas desenvolvidos por UML são recomendados pelas seguintes razões:

- Sistema de informação para construção é complexo e, ao usar UML, vários aspectos do sistema podem ser precisamente visualizados, especificados e documentados.
- A UML é altamente expressiva e rica em notações e pode suportar o modelo conceitual do sistema de informação da construção. Os diagramas UML são interconectados e esses ajudam a reduzir a perda de informação. Quando transferidos os conceitos de um diagrama UML para outro diagrama diferente, como o diagrama de fluxo de dados e o diagrama de relacionamento entre as entidades, as informações não são perdidas.
- Os conceitos de cada tipo de diagrama têm que ser entendidos e detalhados para formular a específica visão do sistema.
- A UML tem se tornado uma linguagem de modelagem padrão, aceita largamente pelos líderes da indústria e um meio de comunicação entre analistas de sistemas, programadores e usuários.
- A UML é semanticamente robusta e pode ser usada pela engenharia, com a conveniente aplicação do software.
- O modelo desenvolvido por UML pode ser implementado em linguagem de programação orientada a objeto, como Java, e o resultado seria um sistema com plataforma independente e maior aceitabilidade do usuários.

Realizando buscas na Internet, encontra-se uma grande variedade de ferramentas para a geração de diagramas UML, e algumas ferramentas gratuitas, como, por exemplo, “Poseidon for UML - Community Edition” e “Argo/UML for Windows” disponíveis para *download* no site <http://superdownloads.uol.com.br>. No entanto, na dissertação foi utilizada a ferramenta Microsoft Visio para desenhar alguns diagramas e o Microsoft Word, em alguns casos, para obter um resultado mais satisfatório nos diagramas, pois estes são extremamente simples de desenhar no Microsoft Word e sem ocorrer perda da qualidade da imagem. Mas, para a implementação do modelo, deverá ser usada uma ferramenta para a geração dos diagramas, já que essas ferramentas auxiliam na criação da estrutura de programação do sistema.

CAPÍTULO - 4 DESENVOLVIMENTO DO MODELO

O modelo propõe a interoperabilidade entre os dados contidos nos bancos de dados relacionais, descartando a necessidade de retrabalho na inserção de dados já inseridos que serão destinados para desempenhar nova função, como, por exemplo, o nome do operário que é usado para a geração de produtividade é o mesmo que é usado para a edição da folha de pagamento, assim o nome do operário é inserido no sistema uma única vez.

Pretende-se que esse estudo amplie o conhecimento científico sobre o uso dos princípios e teorias para a criação de um modelo para ambiente colaborativo de gerência de empreendimentos da indústria da construção civil, integrando em uma única ferramenta o desenvolvimento e o controle de um empreendimento.

4.1 CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

Através do modelo, o empreendimento é gerenciado desde a sua concepção, em que é feita a coleta de dados do negócio e a análise financeira prévia, até o controle pós-ocupação dos imóveis, identificando-se a satisfação e as necessidades dos usuários dos imóveis.

Os sistemas operados a partir do modelo desde a concepção podem armazenar as características do empreendimento como: o público-alvo, padrão de construção. Após o estudo preliminar, podem ser verificadas as viabilidades legais, técnicas e financeiras do empreendimento junto aos órgãos governamentais competentes, armazenando todo o histórico das irregularidades e peculiaridades do negócio.

Após a concepção vem a fase de projeto, no qual são coletados os dados das características técnicas do empreendimento, por meio de desenhos e memoriais descritivos. Nessa etapa há a necessidade de continua colaboração entre os profissionais responsáveis pelo desenvolvimento dos projetos das diversas especialidades como Arquitetura, Estrutura, Elétrica, Hidro-sanitária e Preventivo contra incêndio e outros. O modelo estará apto para o recebimento dos quantitativos e características dos materiais gerados pelos softwares usados para o desenvolvimento de tais projetos, ou o profissional poderá inserir esses dados diretamente no sistema a partir do *web browser*.

Com a aplicação do modelo é garantida a armazenagem e a gerência de todas as comunicações efetuadas entre os profissionais e órgãos governamentais envolvidos, também são introduzidas no sistema todas as características dos projetos, como o levantamento dos quantitativos e especificações dos materiais ou serviços. Com o arquivamento de todos os quantitativos e especificações de materiais, cria-se um banco de dados que irá facilitar tanto no controle das compras quanto para empreendimentos futuros. E, ao levantar todos os quantitativos, o engenheiro orçamentista verificará a necessidade da criação de composições unitárias no sistema. Dessa forma, quando for levantado o quantitativo de um serviço, como, por exemplo, o serviço de execução da alvenaria, o sistema automaticamente retornará os quantitativos de materiais e mão-de-obra para a realização desse serviço, assim cria-se também um banco de dados das especificações dos serviços.

Para o resgate rápido dos valores unitários dos materiais e dos serviços, o sistema criará, a partir dos dados levantados, uma lista de matérias de acordo com a categoria de materiais e fornecedores. Para isso, a administração deve editar grupos de fornecedores e empreiteiros, conforme o tipo de material ou serviço fornecido, facilitando a cotação unitária dos insumos. E, a partir das cotações, o sistema poderá avaliar quais fornecedores apresentam os menores valores, assim o quantitativo integral será enviado para os fornecedores escolhidos, para que esses lancem o seu orçamento definitivo dos materiais e serviços. Essa etapa, por sua vez, pode ser realizada tanto na fase de orçamento quanto na fase de construção do empreendimento.

As informações armazenadas no banco de dados do empreendimento, referentes aos resultados alcançados no presente empreendimento ou no passado, representarão um forte potencial competitivo e tecnológico da empresa frente à conquista e satisfação dos clientes. Com o banco de dados, será possível a realização de um cronograma físico-financeiro confiável, fortalecendo o poder de decisão dos empresários perante as pressões do mercado.

O modelo desenvolvido em UML facilita a implantação do sistema em linguagens de programação orientada a objeto, tendo como resultado um sistema com plataforma independente, com maior aceitabilidade dos usuários e de fácil ampliação das ferramentas após implantação, ou seja, podem ser desenvolvidos novos módulos para desenvolver outras tarefas.

4.2 INÍCIO DA MODELAGEM

Para o início do desenvolvimento da modelagem em UML, foi preciso fazer uma estruturação lógica e aproximada do sistema para reconhecer os requisitos necessários para detalhamento do sistema. Nesse intuito, nos módulos 1, 2 e 3 nos quais for mencionado administração interpreta-se o profissional ou equipe responsável pela tomada de decisão, já no módulo 4 faz-se a divisão das diversas categorias administrativas da empresa.

Na primeira estruturação, foi abordado o módulo 1 “Gerenciamento dos projetos do empreendimento” em que se verifica a importância da administração do empreendimento para a visualização das necessidades do mercado e para atribuir as características do empreendimento antes da verificação da sua viabilidade legal, assim o órgão governamental, de acordo com as características pretendidas para a execução do empreendimento, verifica e regulamenta o envio do laudo de viabilidade legal do empreendimento conforme o plano diretor estabelecido pela comunidade.

Após o recebimento do laudo de viabilidade legal. **Se** a administração do empreendimento recebe o laudo autorizando a execução da proposta, **então** encaminha uma ordem de início do desenvolvimento da tipologia arquitetônica do empreendimento, **senão** toma a decisão de alterar a proposta preliminar ou desenvolver uma nova proposta, para executar uma nova verificação junto ao órgão governamental.

O arquiteto ou equipe de arquitetura, após receber ordem de início, começa o desenvolvimento do projeto preliminar de arquitetura do empreendimento. Depois de finalizado o projeto preliminar, o arquiteto envia pedido de verificação para a administração, salientando que não necessariamente o projeto preliminar esteja finalizado, caracterizando um processo interativo administração-arquiteto. **Se** a administração considerar que o projeto preliminar atende as necessidades do público alvo, **então** o encaminha para verificar a viabilidade financeira, **senão** envia ordem de ajuste do projeto preliminar.

A viabilidade financeira é avaliada pela administração após finalizada a estimativa de custo prévio do empreendimento que é realizado pelo engenheiro orçamentista. **Se** a administração verificar que o empreendimento é viável financeiramente e que atende as

expectativas do público-alvo, **então** o arquiteto finaliza a concepção do projeto arquitetônico, **senão** reavalia o público-alvo ou redefine o projeto preliminar.

Finalizado o projeto arquitetônico, faz-se a verificação da viabilidade técnica do empreendimento junto ao órgão governamental, **Se** o laudo de viabilidade constatar que o empreendimento é viável, **então** a administração libera o projeto arquitetônico para iniciar os projetos complementares de engenharia e também libera para o módulo 2, **senão** o arquiteto faz as modificações exigidas pelo órgão governamental.

O desenvolvimento dos projetos complementares acontece de forma interativa na qual todos os engenheiros projetistas fazem a compatibilização dos projetos simultaneamente através de um mecanismo de resgate das informações incompatíveis entre projetos, em que o engenheiro pode verificar os projetos das outras especialidades e cadastrar as informações, assim o engenheiro responsável pelo projeto que apresente alguma deficiência pode modificá-lo conforme as necessidades da equipe.

Ao passo que os projetos complementares vão sendo finalizados, eles são encaminhados para verificação da viabilidade técnica junto ao órgão governamental. **Se** o projeto possuir viabilidade técnica, **então** a administração libera o projeto para o módulo 2, **senão** o engenheiro responsável pelo projeto efetua as modificações necessárias.

O reconhecimento dos requisitos do módulo 1 é apresentado na Figura 21, podendo ser verificada a definição dos processos do módulo 1 especificando como eles serão realizados.

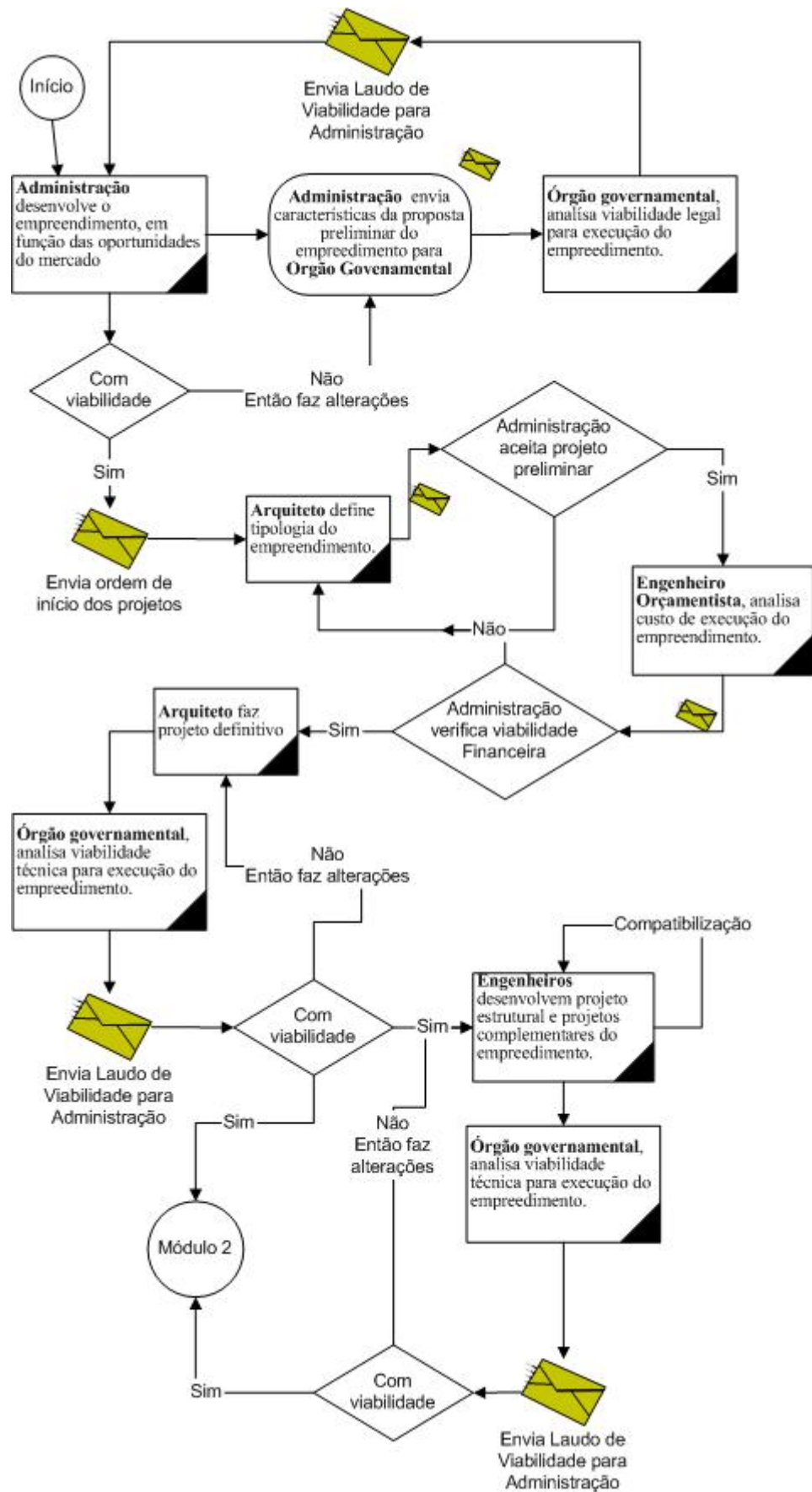


Figura 21: Reconhecendo requisitos do módulo 1.

A administração, após verificar que os projetos são viáveis junto aos órgãos governamentais, envia ordem de início dos orçamentos e planejamento da execução do empreendimento.

O engenheiro orçamentista, ao receber a ordem de serviço, busca os projetos no sistema e analisa quantitativos e especificações de materiais realizados pelos projetistas, após a análise, faz o cálculo dos quantitativos e confirma especificações dos materiais que não foram levantadas no projeto. Com os quantitativos levantados, o engenheiro busca na base de dados a composição unitária para a realização dos serviços, **se** encontrar no sistema a composição desejada, **então** gera o pedido de cotação dos materiais e envia para os fornecedores, **senão** cria uma nova composição unitária e gera o pedido de cotação dos materiais e envia para os fornecedores. O sistema, nesse momento, garante que todas as informações editadas ou criadas sejam armazenadas com registro de modificação, assim, na próxima busca, o engenheiro pode analisar a data da última alteração da composição desejada.

O fornecedor recebe o pedido de cotação e entra no sistema para lançar seus valores e condições para fornecimento dos materiais cotados. Nesse momento, o fornecedor pode enviar promoções e condições especiais para a compra de outros materiais que não constam da lista. Todas as informações incluídas pelos fornecedores entram no sistema e são comparadas entre si, retornando qual fornecedor possui a melhor proposta, sendo que as promoções são adicionadas no banco de dados de promoções e armazenadas até o tempo de validade da promoção.

Com as cotações finalizadas o engenheiro as resgata e as analisa e finaliza o orçamento do empreendimento, disponibiliza o orçamento para o engenheiro de planejamento realizar o cronograma físico-financeiro do empreendimento.

O planejamento do empreendimento é realizado ao mesmo tempo em que é feito o orçamento, o engenheiro de planejamento verifica o prazo de conclusão do empreendimento, resgata o quantitativo de serviços.

Com os quantitativos dos serviços, o engenheiro busca os índices de produtividade no sistema para a realização dos serviços, **se** um serviço possui índice de produtividade cadastrado, **então** o engenheiro calcula o número de profissionais ou o tempo necessário para executar o serviço, **senão** o engenheiro cria um novo índice de

produtividade com base na literatura e calcula o número de profissionais ou o tempo necessário para executar o serviço.

Após calculado o número de profissionais, o engenheiro cria o pedido de cotação de serviços, quando o serviço será realizado sob a forma de empreitada por empresa terceirizada. O empreiteiro verifica o planejamento e faz a cotação da execução do serviço, inserindo a informação diretamente no sistema, onde essa informação será armazenada e comparada com outros empreiteiros.

Com o planejamento do empreendimento realizado, o engenheiro resgata o orçamento de materiais e o planejamento dos custos com mão-de-obra, para então realizar o cronograma físico-financeiro do empreendimento. O cronograma físico-financeiro, após finalizado, é submetido para análise pela administração, que verifica a viabilidade financeira para a execução do empreendimento. **Se** o cronograma físico-financeiro for viável, **então** a administração libera o orçamento e o planejamento para início da execução do empreendimento, **senão** é realizado novo planejamento e novo cronograma físico-financeiro.

O reconhecimento dos requisitos do módulo 2 “Gerenciamento do planejamento e orçamento do empreendimento“ é apresentado na Figura 22, em que pode ser verificada a definição dos processos do módulo 2 especificando como os processos serão realizados.

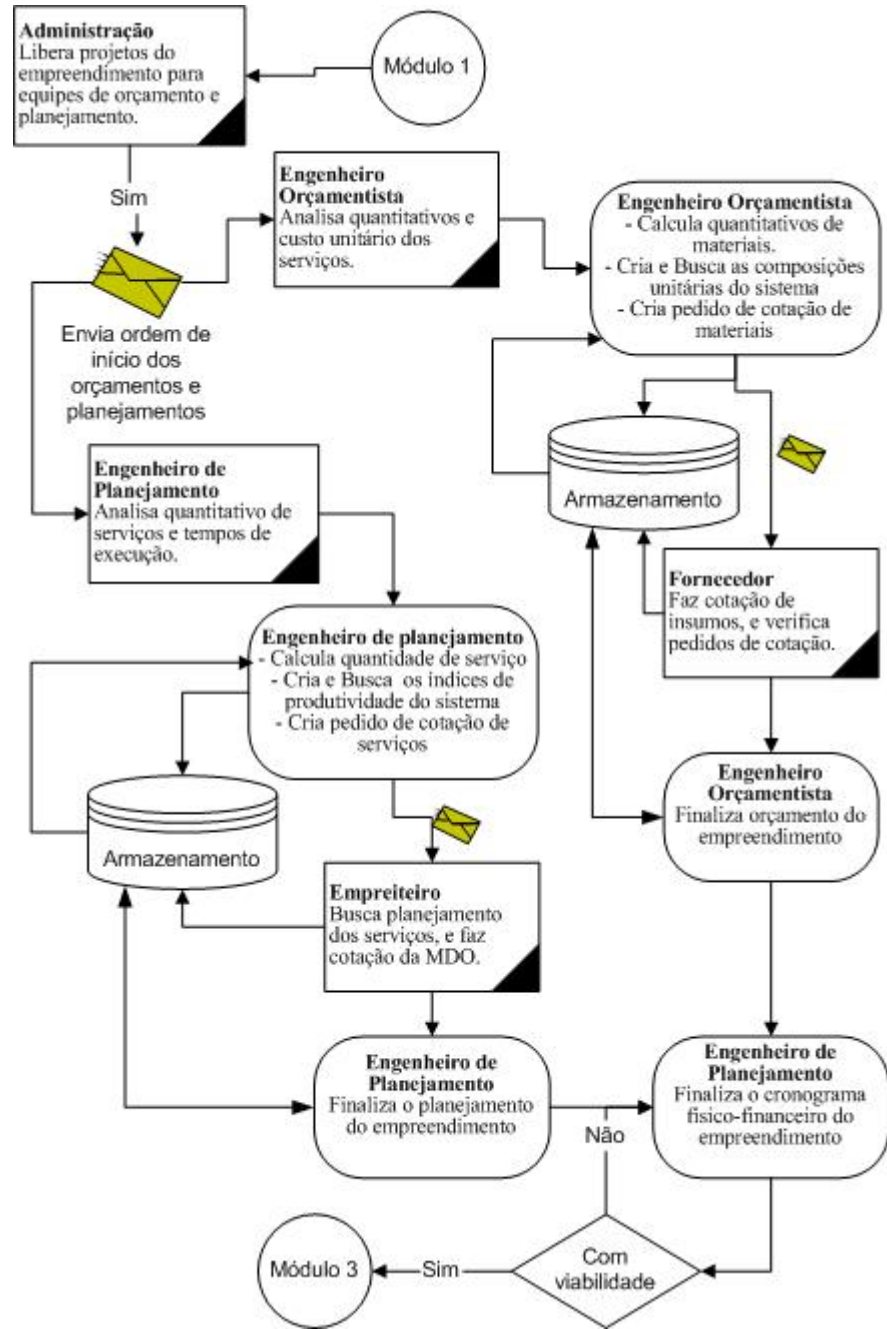


Figura 22: Reconhecendo requisitos do módulo 2.

Com a viabilidade do cronograma físico-financeiro, a administração libera os projetos e o planejamento do empreendimento e dá ordem de início da construção para o engenheiro de execução.

Durante a execução o engenheiro divide suas atividades em acompanhar a execução dos serviços e em acompanhar a demanda de insumos. As atividades desempenhadas no acompanhamento da execução dos serviços estão relacionadas ao cadastramento das equipes de trabalho, lançamento dos dados de produtividade e consumo de materiais dos serviços, preenchimento dos relatórios de verificação de serviços realizados, atualização do planejamento com dados reais de produção e levantamento dos problemas ocorridos em obra. Os problemas são armazenados no sistema, onde é rastreada a origem do problema, ao se verificar a responsabilidade pelo problema, é solicitado um pedido de ajuda à equipe técnica, essa ajuda sempre deve ser solicitada ao profissional responsável pelo problema, esse profissional então faz o relatório detalhado do problema ocorrido e as soluções possíveis e a solução adotada, e quando necessário faz o registro das alterações ocorridas no projeto.

As atividades desempenhadas no acompanhamento da demanda são referentes ao detalhamento dos pedidos de materiais, controle do recebimento dos materiais e elaboração de pedido de mão-de-obra ou de empreiteiros. Essas informações são enviadas para o módulo 4 no qual são efetuadas as compras, contratações e controle das notas fiscais dos produtos e serviços adquiridos.

Durante toda a execução a presença do órgão governamental está associada à fiscalização dos serviços executados, em que cada serviço vistoriado é criado um laudo de vistoria e, **se** for viável, **então** dá-se prosseguimento às atividades seguintes, **senão** tomam-se as correções necessárias para a viabilização dos serviços.

Após a construção, é declarado o fim do empreendimento, iniciando-se o estágio de atendimento aos clientes avaliando a pós-ocupação do empreendimento.

O reconhecimento dos requisitos do módulo 3 “Gerenciamento da execução do empreendimento” é exibido na Figura 23, podendo ser verificada a definição dos processos do módulo 3, especificando como os processos serão realizados.

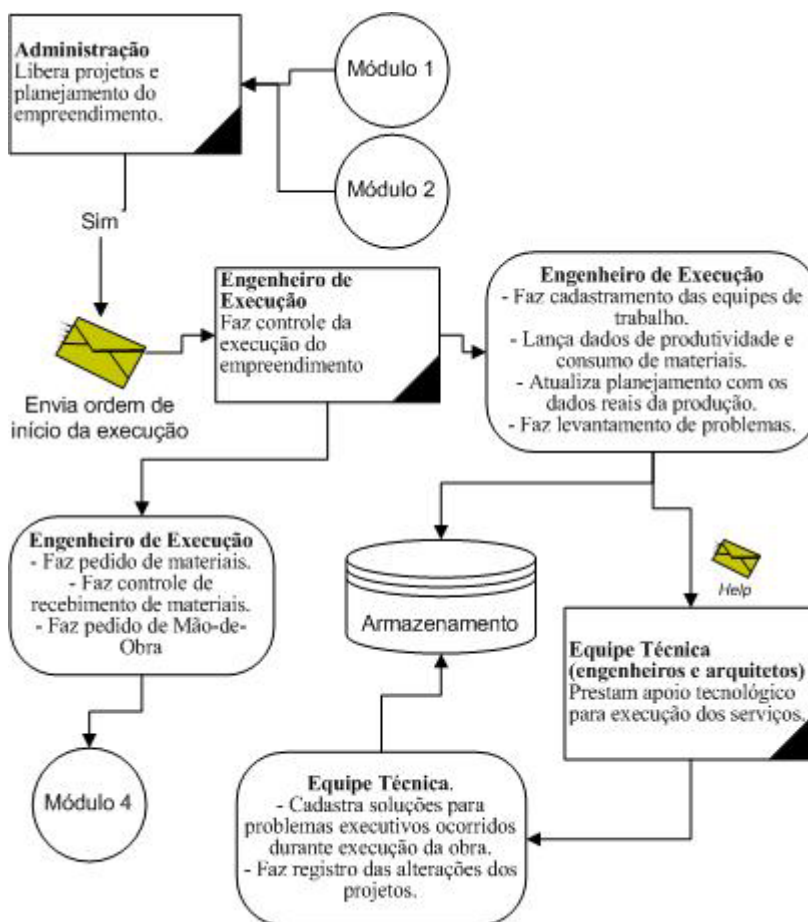


Figura 23: Reconhecendo requisitos do módulo 3.

Durante o ciclo de vida do empreendimento, é necessário o controle financeiro do negócio, assim o gerenciamento financeiro é desmembrado em 4 partes: administração gerencial, recursos humanos, contabilidade e gestão das compras.

Na administração gerencial, o gerente controla todas as atividades analisando os relatórios gerados pelo sistema. O gerente é responsável por estabelecer os índices de desempenho que as equipes devem alcançar, no entanto, esses índices devem ser discutidos em reuniões prévias para que todos estejam cientes dos compromissos a serem cumpridos. No módulo financeiro, o gerente tem a função de controlar o fluxo financeiro do empreendimento, sendo as demais tarefas realizadas nos módulos anteriores. Cabe salientar que o sistema pode abordar mais de um gerente, em que cada um seria responsável por um grupo de atividades da empresa, por exemplo: gerente comercial, gerente de produção, gerente financeiro.

No controle financeiro, o gerente tem a função de cadastrar os clientes, atribuindo a eles uma posição privilegiada dentro do ciclo de vida do empreendimento, em que o

cliente é tratado como um administrador, fortalecendo assim a estratégia de marketing da empresa, visto que o mesmo se sente parte do negócio e não um simples espectador.

O gerente ainda faz o controle das entradas e saídas monetárias do empreendimento gerenciando o seu fluxo de caixa, estabelecendo o planejamento monetário a partir dos resultados do fluxo de caixa. Esse planejamento monetário define quanto, como e quando o dinheiro do caixa deve ser investido no empreendimento, garantindo, desse modo, a saúde monetária da empresa.

O cliente tem acesso somente a esse módulo no qual é criada uma interface diferenciada para ele, porém, fica caracterizado que faz parte da administração do empreendimento. Assim, suas atividades dentro do sistema ficam restritas ao controle das prestações e do saldo devedor do imóvel e conhecimento das plantas, das maquetes eletrônicas, do planejamento e das etapas de construção em andamento. E após o empreendimento ser finalizado, o cliente faz pesquisas de satisfação e pedidos de atendimento pós-venda.

O recursos humanos, nesse módulo, verifica os dados e o perfil dos funcionários, gera a folha de pagamento, gera o pagamento dos serviços terceirizados, gerencia os contratos com empreiteiros e prestadores de serviços e também o treinamento dos funcionários.

A contabilidade tem o papel de controlar a emissão de notas fiscais, a folha de pagamento de funcionários, as notas fiscais de compra ou pagamento de insumos ou serviços. Calcular os impostos sobre o faturamento, os encargos trabalhistas sobre a folha de pagamento dos funcionários. Finalmente, o contador apresenta o livro diário do período contábil.

O setor de compras faz o cadastramento dos fornecedores, controla os contratos de fornecimento de insumos, realiza a compra e o pagamento dos insumos da construção.

O reconhecimento dos requisitos do módulo 4 “Gerenciamento financeiro do empreendimento” é mostrado na Figura 24, na qual pode ser verificada a definição dos processos do módulo 4, especificando como os processos serão realizados.

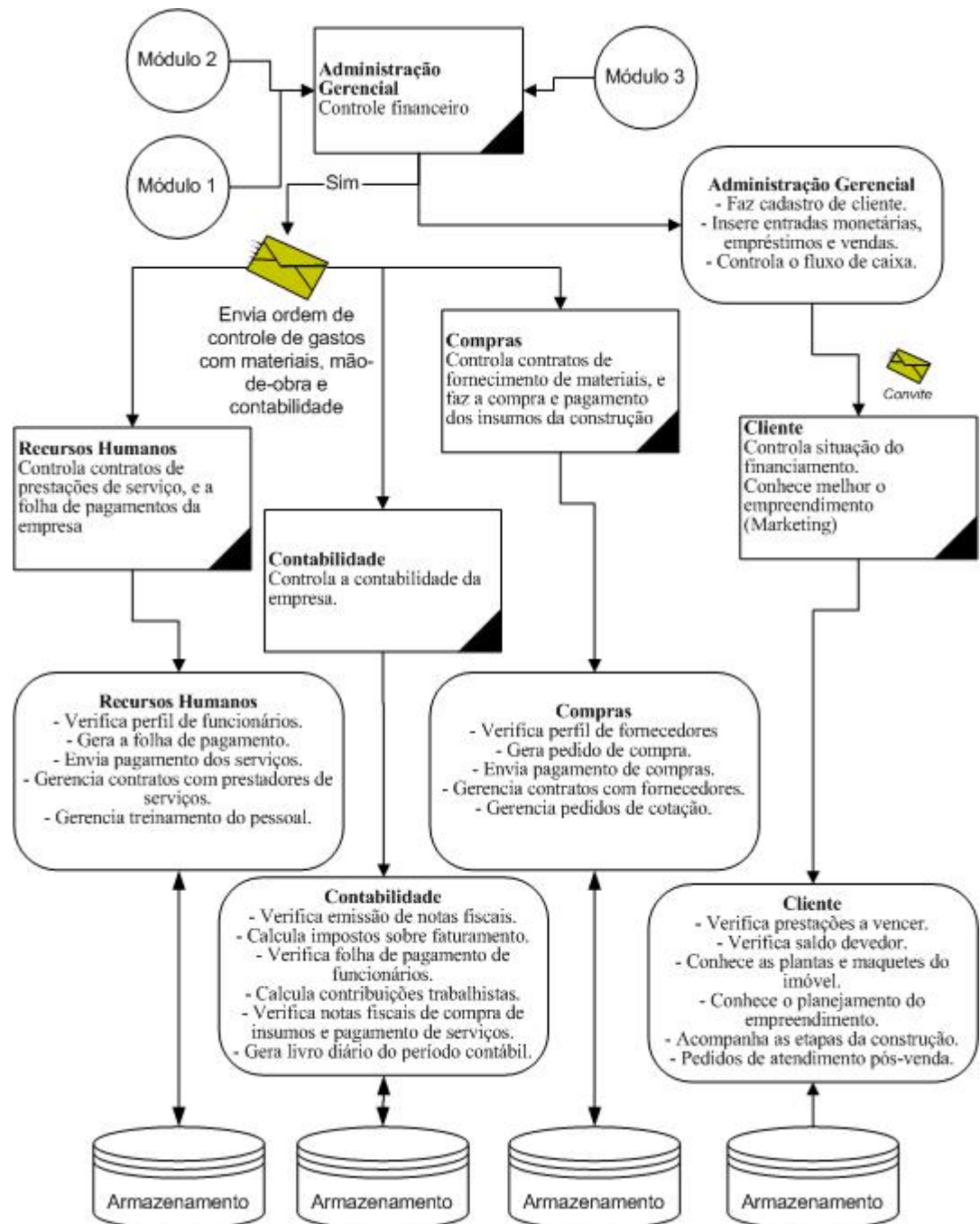


Figura 24: Reconhecendo requisitos do módulo 4.

4.3 DIAGRAMA – CASO DE USO

O comportamento dos usuários é visualizado no diagrama de caso de uso, no qual se mostra quais ferramentas do sistema são usadas pelos usuários, demonstrando as atividades e os componentes do processo que serão abordados em cada módulo. Também fica clara a origem de uma solicitação de processo, em que após finalizada uma determinada atividade, o sistema receberá a notícia da conclusão do processo, enviando essa notícia através de mensagens para os usuários interessados.

As Figuras 25 e 26 mostram o diagrama de caso de uso do módulo 1 - Gerenciamento dos projetos do empreendimento. No diagrama, pode-se verificar que o usuário usa as ferramentas do módulo 1 da seguinte forma:

- Ferramenta “*Login* no Sistema” garante a segurança do sistema, todos os usuários com exceção do órgão governamental;
- Ferramenta “Iniciar Empreendimento”, o usuário da administração descreverá o escopo do empreendimento e cadastrará as equipes de trabalho;
- Ferramenta “Enviar / Receber Mensagens”, envia e recebe mensagens para as equipes de trabalho. A ferramenta é estendida para a administração enviar mensagem especial “Enviar Ordem” para a realização de tarefas. A ferramenta é estendida para enviar mensagem especial “Solicitar Consulta de Viabilidade”, enviando mensagem para órgãos governamentais ou para a administração solicitando consulta de viabilidade. A ferramenta usa o “Controle de Prazos”, sendo gerenciado o cronograma das tarefas, enviando mensagens de alertas e de prazo para cumprir as tarefas;
- Ferramenta “Viabilidade Econômica”, a equipe de orçamento faz o orçamento preliminar e solicita análise de viabilidade à administração, a administração inclui a “edição do laudo” de viabilidade financeira;
- Ferramenta “Viabilidade Legal e Técnica”, onde o órgão governamental pode ter acesso ao processo que deve ser analisado, incluindo o “envio e edição do laudo” de viabilidade;
- Ferramenta “Armazenar / Resgatar Projetos”, os arquitetos e engenheiros fazem o armazenamento dos arquivos criados para a execução do empreendimento. A ferramenta usa a “edição dos dados dos projetos”, cada projeto deve ser descrito

e especificado no sistema. Os demais usuários podem fazer o resgate dos projetos após recebimento das ordens de serviço.

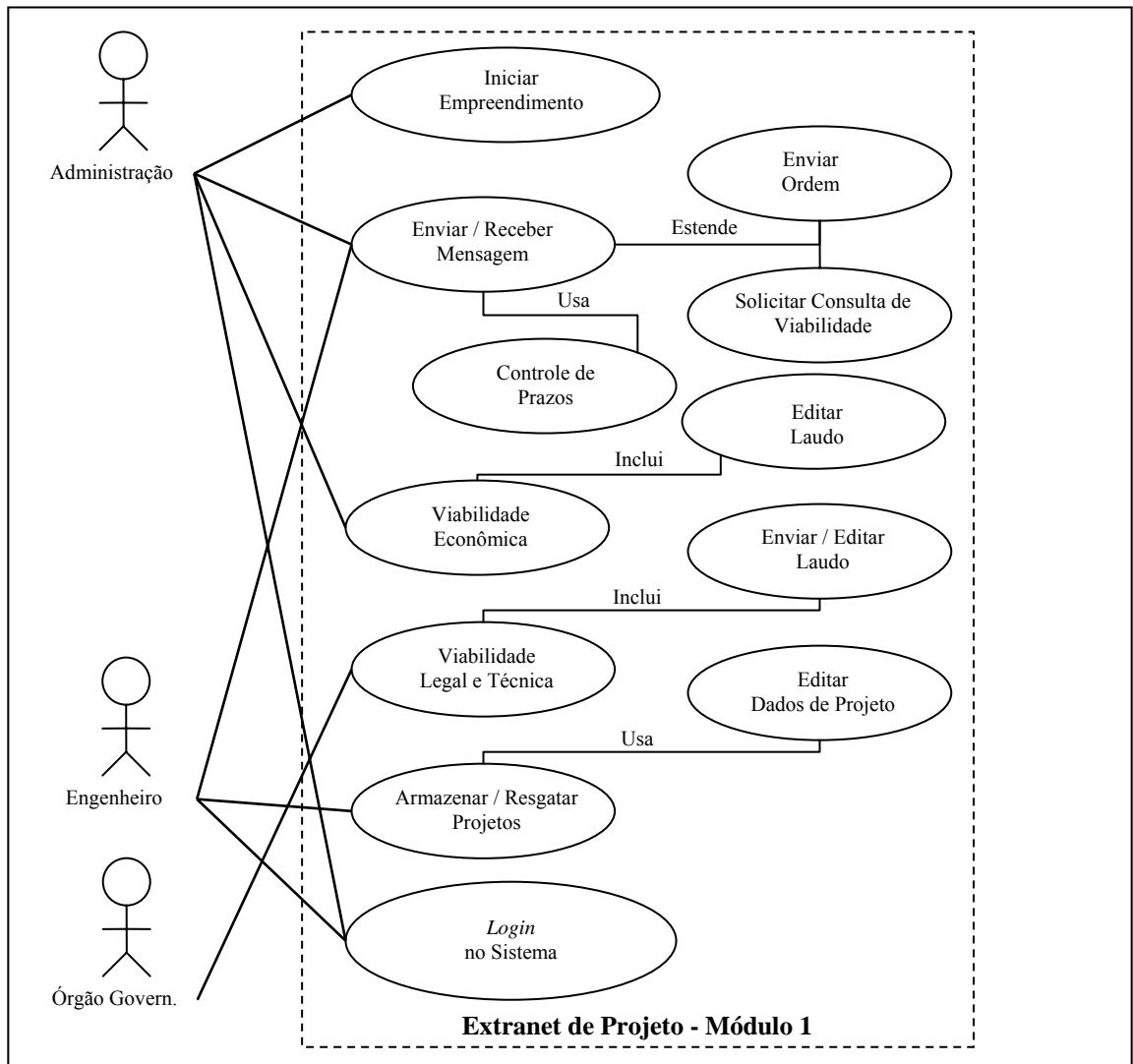


Figura 25: Diagrama de caso de uso do Módulo 1.

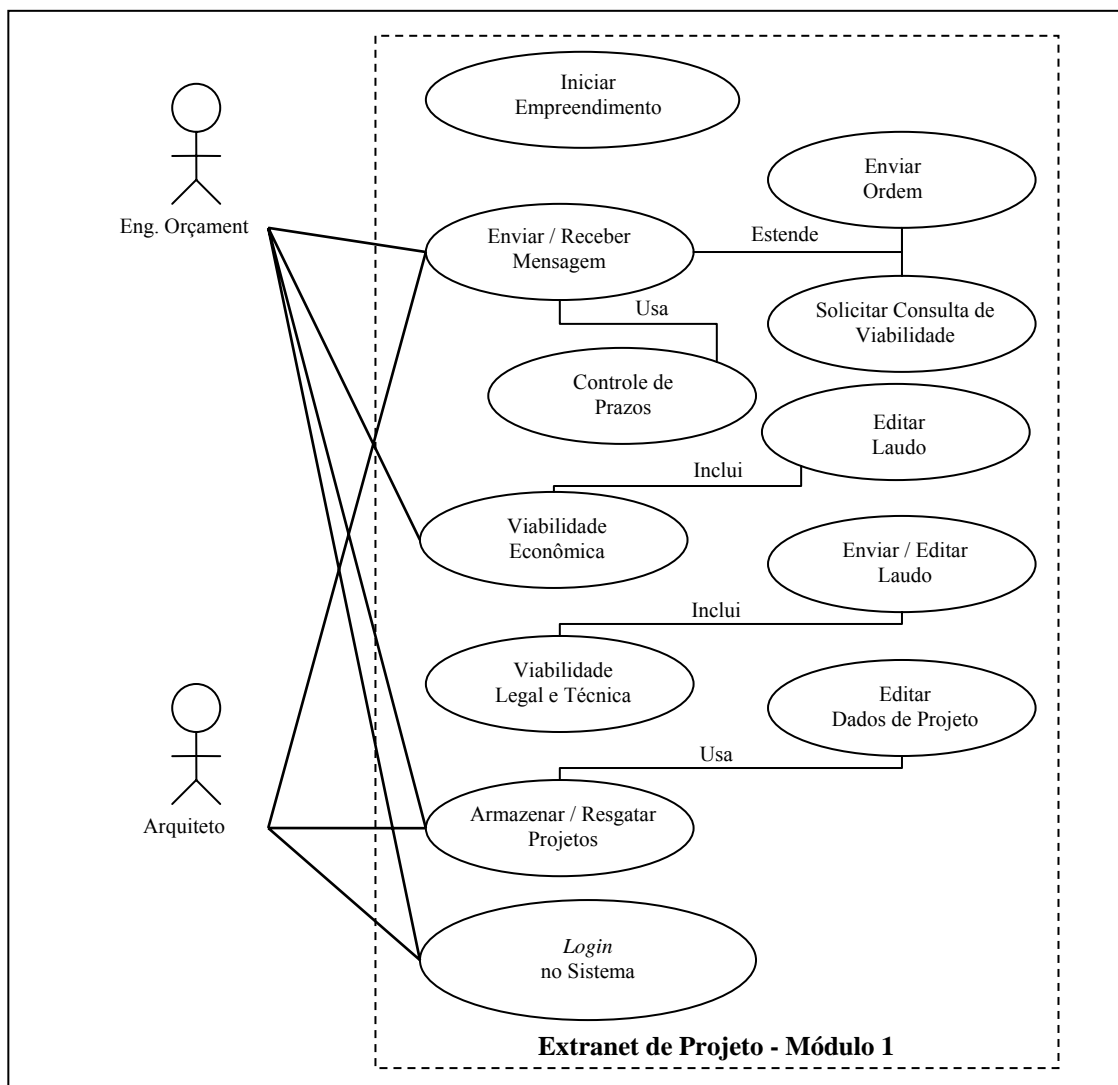


Figura 26: Diagrama de caso de uso do Módulo 1.

A Figura 27 mostra o diagrama de caso de uso do módulo 2 – Gerenciamento do planejamento e orçamento do empreendimento. No diagrama, pode-se observar que o usuário usa as ferramentas do módulo 2 da seguinte forma:

- Ferramenta “*Login no Sistema*”, na qual será garantida a segurança do sistema, todos os usuários com exceção do empreiteiro e do fornecedor;
- Ferramenta “*Enviar / Receber Mensagem*”, envia e recebe mensagens para as equipes de trabalho. A ferramenta é estendida para a administração enviar mensagem especial “*Enviar Ordem*” para a realização de tarefas. A ferramenta é estendida para enviar mensagem especial “*Solicitar Cotação de Materiais e Serviços*” aos fornecedores ou empreiteiros solicitando cotação para o fornecimento de materiais ou prestação de serviço. A ferramenta usa o “*Controle*”

de Prazos”, gerenciando o cronograma das tarefas, enviando mensagens de alertas e de prazo para cumprir as tarefas;

- Ferramenta “Fazer Orçamento”, o engenheiro orçamentista resgata ou calcula os quantitativos de serviços e usa as composições unitárias para calcular os quantitativos de materiais. A ferramenta inclui o “cadastramento de fornecedores” no sistema;
- Ferramenta “Fazer Planejamento e Cronograma Físico-Financeiro”, o engenheiro de planejamento resgata ou calcula os quantitativos dos serviços e usa os índices de produtividade para o dimensionamento das equipes ou do tempo para execução dos serviços, e após orçamento realizado, faz simulações para encontrar o melhor cronograma físico-financeiro para a execução do empreendimento. A ferramenta inclui o “Cadastramento dos Operários” e/ou dos empreiteiros;
- Ferramenta “Fazer Cotação”, os fornecedores e empreiteiros podem visualizar os pedidos e lançar suas cotações e promoções. A ferramenta usa a edição e “envio das cotações” para o sistema.

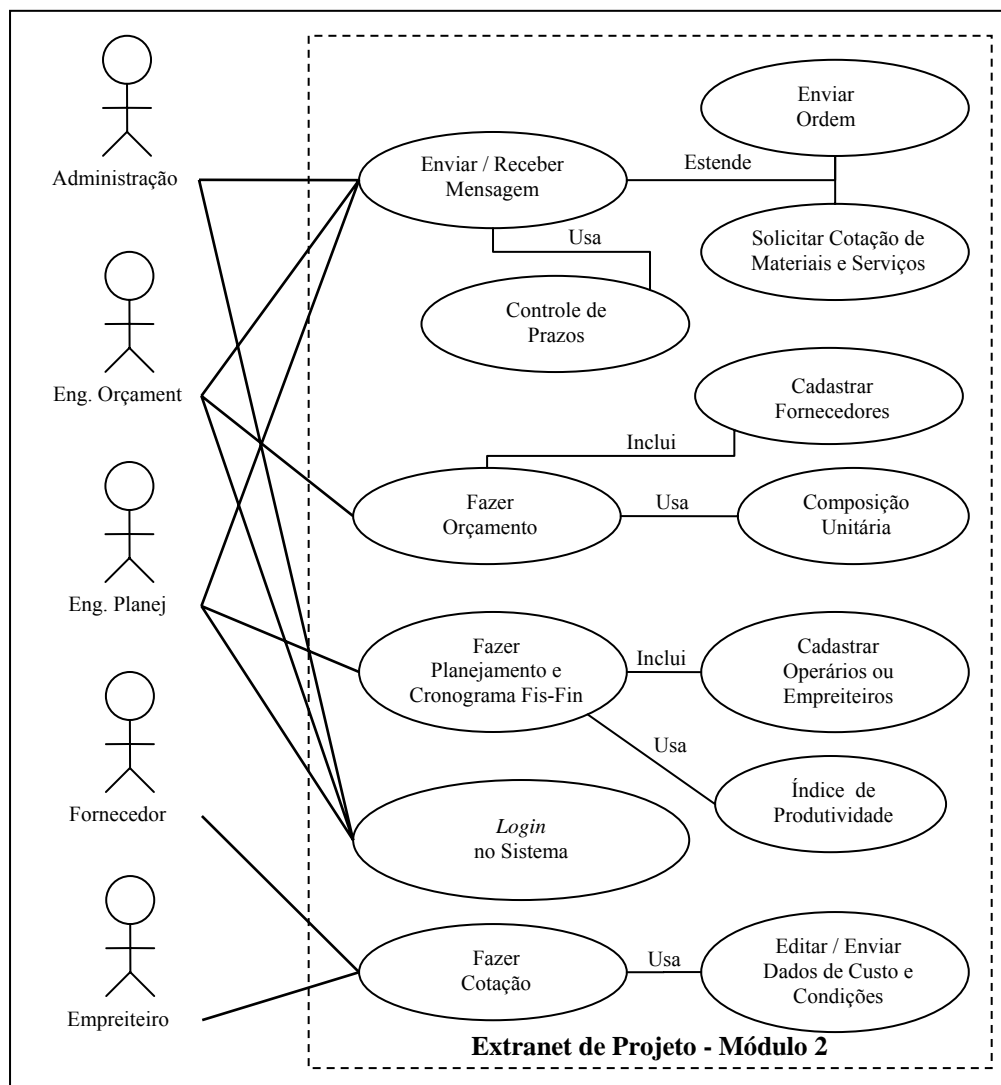


Figura 27: Diagrama de caso de uso do Módulo 2.

As Figuras 28 e 29 apresentam o diagrama de caso de uso do módulo 3 – Gerenciamento da execução do empreendimento. No diagrama, pode-se verificar que o usuário usa as ferramentas do módulo 3 da seguinte forma:

- Ferramenta “*Login no Sistema*”, na qual será garantida a segurança do sistema;
- Ferramenta “*Enviar / Receber Mensagem*”, envia e recebe mensagens para as equipes de trabalho. A ferramenta é estendida para enviar mensagem especial “*Enviar Ordem ou Help*”. A administração envia ordem para a realização de tarefas ou o engenheiro de execução envia mensagem de *help* para a equipe técnica quando surgem problemas. A ferramenta é estendida para enviar mensagem especial “*Solicitar Compra de Materiais e Serviços*” aos profissionais responsáveis pela compra de materiais e serviço. A ferramenta usa o Controle de Prazos, gerenciando o cronograma das tarefas, enviando mensagens de alertas e de prazo para cumprir as tarefas;

- Ferramenta “Controle de Materiais” realiza o controle de qualidade dos materiais entregues em obra, preenchendo as planilhas de controle on-line ou através de mecanismos móveis de captura de dados. A ferramenta inclui a “Edição dos Pedidos de Compra” para atender a demanda de acordo com o andamento dos serviços. A ferramenta usa “Editar / Criar Composição Unitária”, realizando o armazenamento de dados de consumo de materiais para a execução dos serviços, representando uma ferramenta importante para a análise de empreendimentos futuros e de serviços repetitivos. A ferramenta inclui o “Controle de Problemas e Alterações de Projeto”, realiza o armazenamento de todos os problemas e alterações ocorridos no projeto do empreendimento durante a sua execução, armazenando também as soluções adotadas pela equipe técnica para garantir a qualidade do empreendimento.
- Ferramenta de “Controle de Serviço” controla a qualidade dos serviços realizados na obra, preenchendo as planilhas de controle on-line ou através de mecanismos móveis de captura de dados. A ferramenta usa “Editar / Criar Índice de Produtividade”, nela são armazenados dados de produtividade das equipes de trabalhadores para a execução dos serviços, representando uma ferramenta importante para a análise de empreendimentos futuros e de serviços repetitivos. A ferramenta inclui o “Controle de Problemas e Alterações de Projeto”, faz o armazenamento de todos os problemas e alterações ocorridos no projeto do empreendimento durante a sua execução, armazenando também as soluções adotadas pela equipe técnica para garantir a qualidade do empreendimento.
- Ferramenta “Controle de Planejamento” são gerenciadas as tarefas que devem ser executadas para cumprir o planejamento de longo prazo do empreendimento. A ferramenta inclui a “edição do planejamento” com dados reais de produção. Usa a “elaboração e edição de Planejamentos de Médio e Curto Prazo”, sendo realizados pela equipe técnica e pelo engenheiro de execução da obra.
- Ferramenta de “Fiscalização de Serviços”, o órgão governamental faz a visita e análise da execução do empreendimento. A ferramenta inclui a “edição e o envio dos laudos” de fiscalização de serviços.

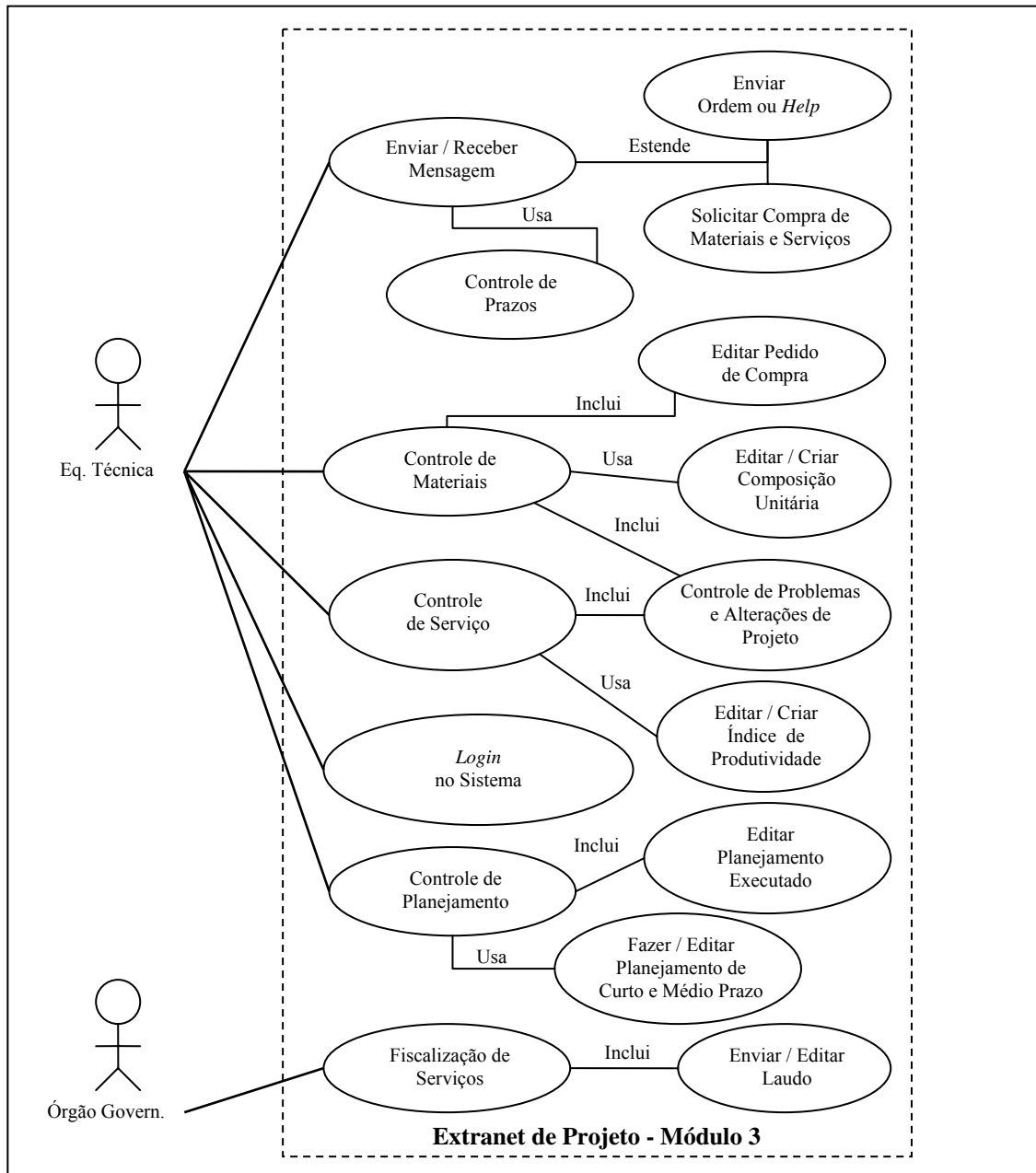


Figura 28: Diagrama de caso de uso do Módulo 3.

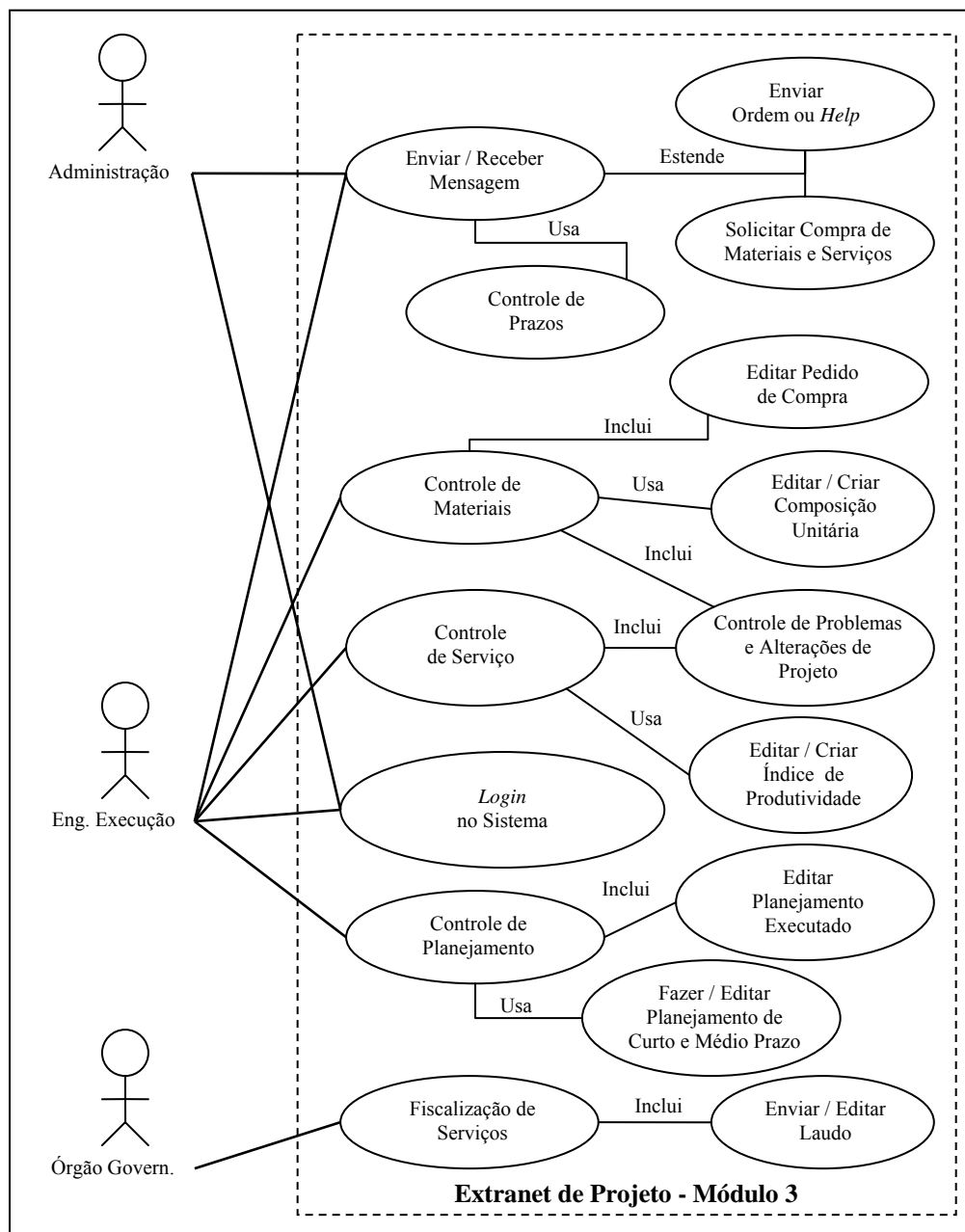


Figura 29: Diagrama de caso de uso do Módulo 3.

As Figuras 30 e 31 mostram o diagrama de caso de uso do módulo 4 – Gerenciamento financeiro do empreendimento. No diagrama, pode-se perceber que o usuário usa as ferramentas do módulo 4 da seguinte forma:

- Ferramenta “*Login no Sistema*”, na qual será garantida a segurança do sistema;
- Ferramenta “*Enviar / Receber Mensagem*”, envia e recebe mensagens para as equipes de trabalho. A ferramenta é estendida para a administração enviar mensagem especial “*Enviar Ordem*” para a realização de tarefas. A ferramenta é

estendida para enviar mensagem especial “Convite para Clientes”, com mensagem para os clientes convidando-os para fazer parte do sistema de gestão do empreendimento da empresa. A ferramenta usa o “Controle de Prazos”, gerenciando o cronograma das tarefas, enviando mensagens de alertas e de prazo para cumprir as tarefas;

- Ferramenta “Controle Gerencial”, o gerente da empresa ou do empreendimento faz o controle do planejamento estratégico do empreendimento e controle das receitas e saídas financeiras do negócio. A ferramenta inclui o “cadastramento dos clientes” armazenando os seus dados. A ferramenta inclui a “análise de relatórios” do empreendimento que são gerados pelo sistema, tais como: rastreamento dos serviços executados, atrasos no cumprimento das tarefas, fornecedores e empreiteiros com prestação de materiais e serviços, folha de pagamento de funcionários, laudos e controle do prazo do empreendimento. A ferramenta usa o “controle do fluxo de caixa” do empreendimento detalhando as entradas e saídas financeiras e o planejamento financeiro do empreendimento;
- Ferramenta “Controle de Recursos Humanos”, o profissional responsável pelo controle dos funcionários pode controlar as atividades e jornada de trabalho dos colaboradores através da recuperação dos dados coletados a partir do ponto eletrônico ou manual. A ferramenta inclui o “Cadastro de funcionários”, fazendo o armazenamento das informações de cada profissional. A ferramenta usa o “Cálculo da Folha de Pagamento” em que o sistema faz os cálculos e fornece os valores correspondentes a cada trabalhador;
- Ferramenta de “Controle da Contabilidade”, o contador organiza e controla todas as notas fiscais emitidas para os clientes e as notas fiscais recebidas dos fornecedores e empreiteiros, facilitando a criação do livro diário do período contábil do empreendimento. A ferramenta inclui o “cálculo de tributos e contribuições trabalhistas” que incidem sobre o empreendimento;
- Ferramenta “Controle de Compras”, o profissional responsável por realizar as compras dos insumos do empreendimento pode controlar todos os pedidos efetuando as compras nos fornecedores cadastrados, gerenciando a urgência dos pedidos. A ferramenta usa “Editar Dados de Compra e de Fornecedores”, detalhando e armazenando os dados das compras realizadas juntamente com os dados dos fornecedores onde foram feitas as compras;

- Ferramenta de “Espaço para clientes”, a administração do empreendimento disponibiliza todo o material de marketing aos clientes, nesse espaço o cliente poderá verificar o saldo devedor e quantas parcelas faltam para quitar o financiamento (quando houver). O cliente também irá se valer desse espaço durante os primeiros anos de utilização do imóvel para solicitar atendimento pós-ocupação. A ferramenta inclui a “Visualização dos Dados das Características e dos Projetos do Empreendimento”, o cliente poderá acessar todas as informações, previamente selecionadas, do empreendimento.

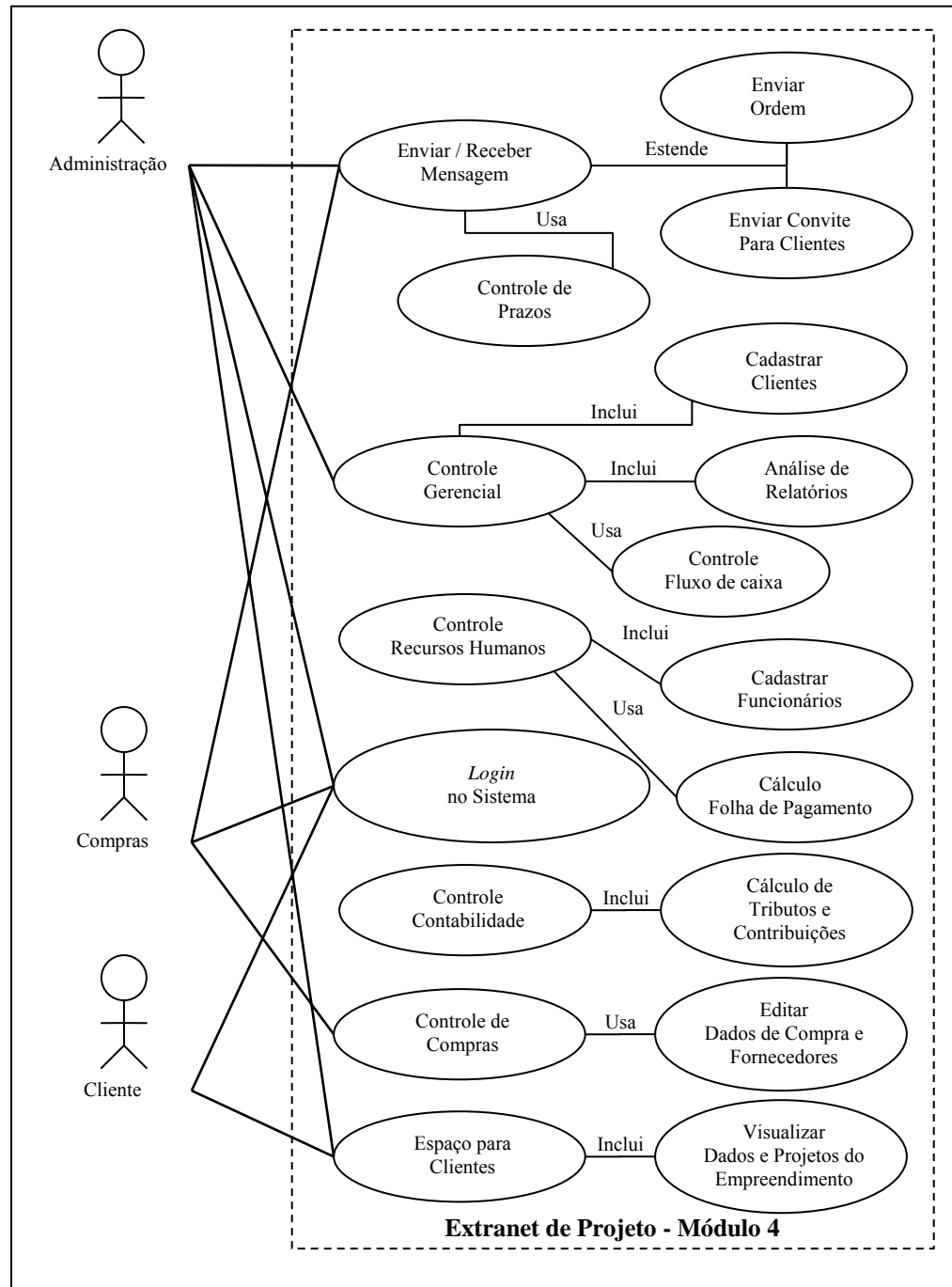


Figura 30: Diagrama de caso de uso do Módulo 4.

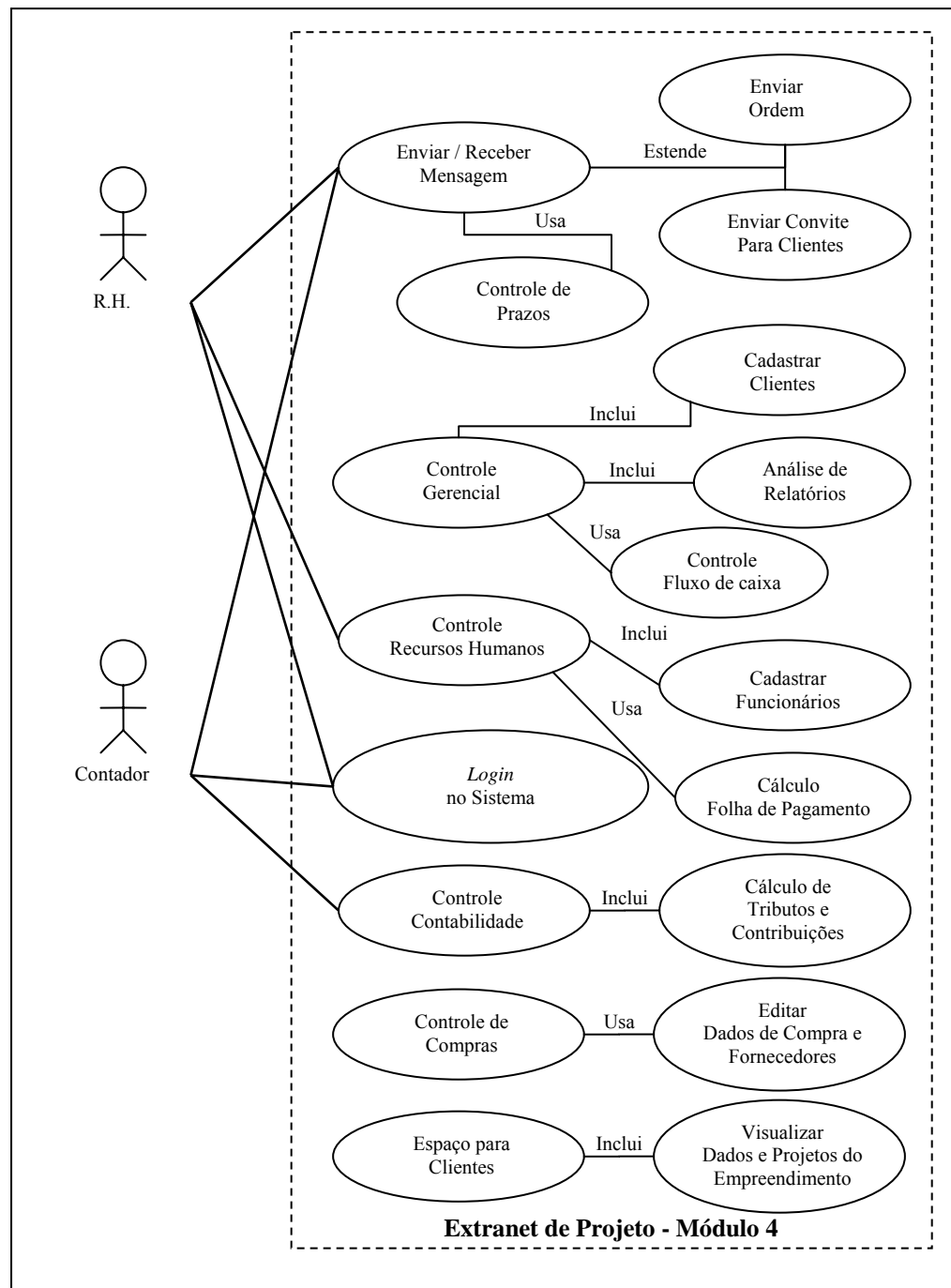


Figura 31: Diagrama de caso de uso do Módulo 4.

4.4 DIAGRAMA DE SEQUÊNCIA

O diagrama de seqüência tem o objetivo de mostrar a interação e o fluxo de informação dos agentes de acordo com o tempo, facilitando a visualização da lista de trabalho pessoal que contém as tarefas atuais e as tarefas em potencial do usuário na ordem cronológica. O diagrama de seqüência também garante a observação dos recursos necessários para a realização das tarefas na ordem cronológica dos processos realizados pelos usuários.

No início de um empreendimento, tem-se o seguinte desfecho, alguém solicita o empreendimento (pode ser o governo, um cliente, ou visão empreendedora da própria empresa incorporadora imobiliária). Com a solicitação do empreendimento, a incorporadora deve fazer um levantamento dos dados, como descreve Tzortzopoulos (1999), são coletados dados da prefeitura, registro de imóveis, cartórios e dados topográficos gerais, a fim de verificar as condições legais do terreno e possibilitar a execução do estudo numérico. Algumas das informações básicas são índices da prefeitura (como a taxa de ocupação, índice de aproveitamento, recuos) e a escritura do terreno. São verificadas também as condições pré-existentes do terreno e eventuais restrições ao projeto, sendo físicas ou legais. Ainda, é prevista a coleta de todos os dados do terreno necessários.

Nessa etapa, o corpo administrativo do empreendimento, com posse dos dados do negócio, faz uma análise financeira prévia. Então, quando é aprovada a proposta, dá-se início aos estudos preliminares do empreendimento, sendo definidas as suas características, o público-alvo, padrão de construção. E depois de feito o estudo preliminar, é verificada a viabilidade legal do empreendimento junto ao órgão governamental competente. Se aprovado legalmente, então se inicia o projeto arquitetônico preliminar, e, após sua conclusão, será realizada a análise financeira do empreendimento, fazendo-se a estimativa dos custos, do valor de mercado do imóvel e da taxa mínima de atratividade.

Com a aprovação do projeto arquitetônico preliminar, inicia-se o projeto arquitetônico, que, quando finalizado, é analisado pela administração e então submetido à análise de viabilidade técnica junto ao órgão governamental competente (no caso prefeitura). Esse processo é interativo até que o projeto arquitetônico fique de acordo com as exigências da administração e do órgão governamental, podendo então o projeto

arquitetônico sofrer várias revisões, necessitando de um mecanismo de controle e de armazenamento das alterações realizadas durante o processo, para proporcionar um aprendizado organizacional.

Após a conclusão do projeto arquitetônico, devidamente aprovado, iniciam-se os projetos complementares e o processo de venda do imóvel, com propaganda focada na visita ao portal do empreendimento, onde o cliente terá todas as informações técnicas e legais do imóvel oferecido, e também a visualização de maquetes eletrônicas e demais artificios. Durante a confecção dos projetos complementares, são feitas análises de viabilidade técnica junto aos órgãos governamentais competentes (prefeitura, corpo de bombeiros, etc.), juntamente com o intercâmbio de informações e projetos entre os profissionais responsáveis, para que eles possam fazer a compatibilização técnica dos projetos, evitando, assim, problemas de execução, o que acarreta atrasos na obra e aumento do custo estimado para o empreendimento.

Nas Figuras 32 e 33 está exposto o diagrama de seqüência do módulo 1 “Gerenciamento dos projetos do empreendimento”, podendo ser acompanhado o desfecho da fase de projeto na ordem cronológica das atividades.

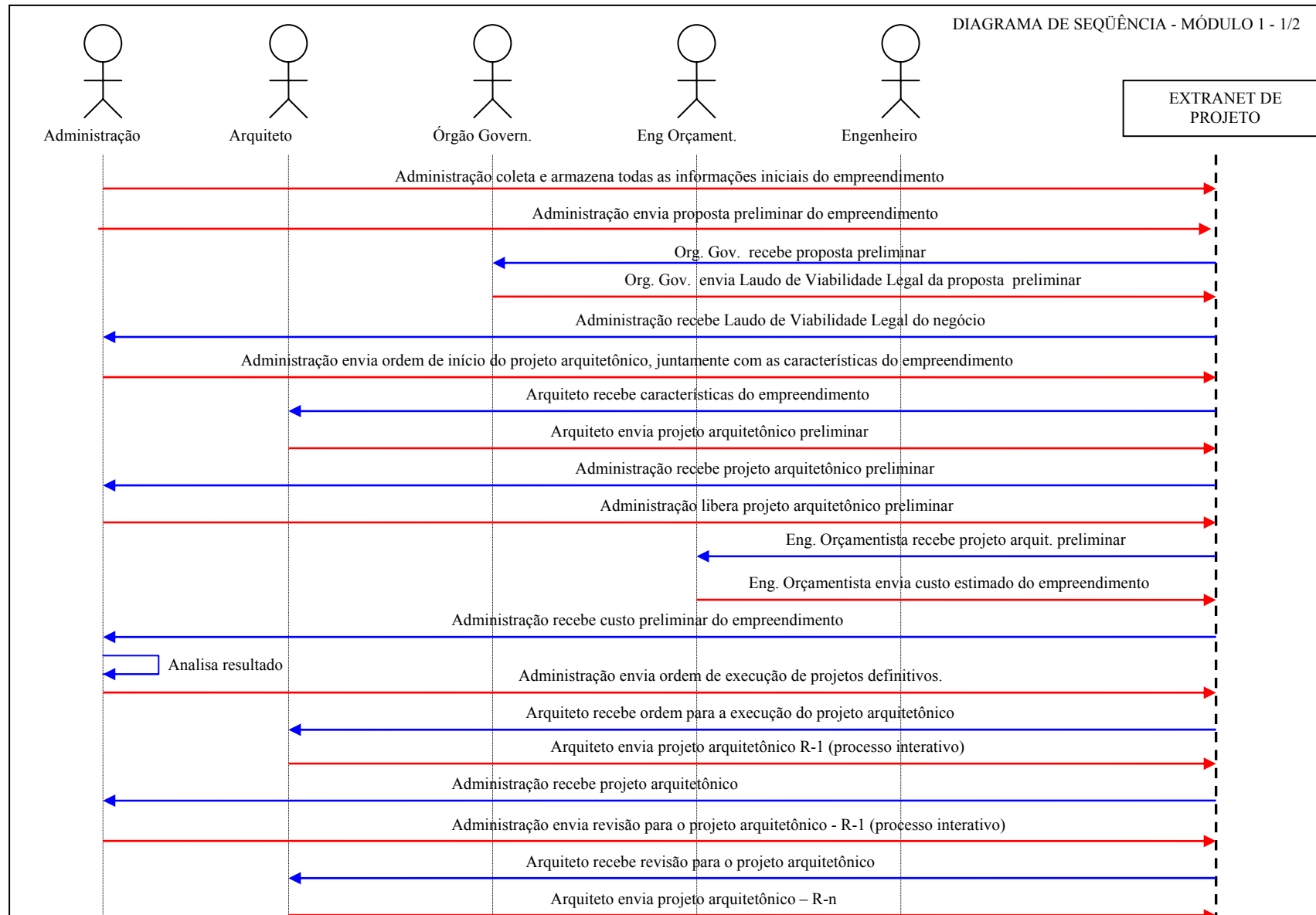


Figura 32: Diagrama de seqüência do módulo 1 - Gerenciamento dos projetos do empreendimento.

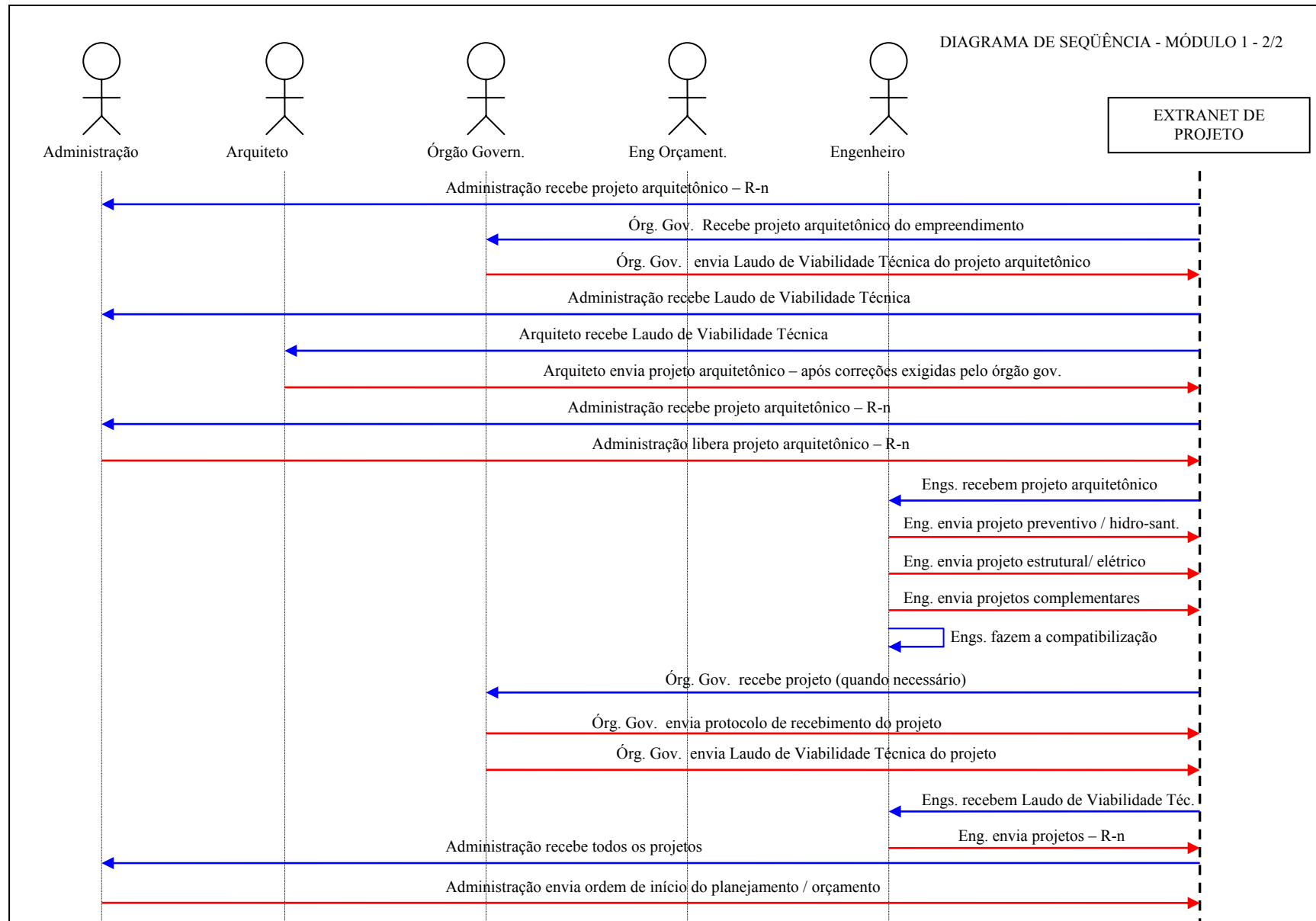


Figura 33: Continuação do Diagrama de seqüência do módulo 1 - Gerenciamento dos projetos do empreendimento.

Após a finalização dos projetos (arquitetônico, estrutural, elétrico, e outros), a administração libera esses projetos e envia ordem de início do orçamento e planejamento para os engenheiros responsáveis pelo orçamento, planejamento e execução do empreendimento utilizando, a partir daí, o Módulo 2.

Assim, o engenheiro de orçamento recebe todos os projetos para dar início ao orçamento. Desse modo, ele irá buscar informações nas especificações dos projetos, tais como quantitativos e especificações de materiais, caso não constar dados ou esses dados forem incompletos, então o engenheiro orçamentista faz o levantamento dos quantitativos e especificações dos materiais ou serviços para atualizar o sistema.

A partir das cotações, o sistema poderá avaliar quais fornecedores apresentam os menores valores, assim o quantitativo integral será enviado para os fornecedores escolhidos, para que esses lancem o seu orçamento definitivo dos materiais e serviços. Essa etapa, por sua vez, pode ser realizada tanto na fase de orçamento quanto na fase de construção do empreendimento.

O engenheiro de planejamento busca informações das especificações dos serviços, e buscará dados de produtividade no módulo de execução do empreendimento, esses dados serão referentes aos resultados alcançados em empreendimentos executados no passado. Dessa forma, a produtividade da empresa representará o potencial da força de trabalho das equipes de produção e da tecnologia da construção empregada pela empresa. Assim, o engenheiro de planejamento terá os dados necessários para realizar um planejamento confiável, em seguida, após a finalização do planejamento, realiza-se o cronograma físico-financeiro, sendo que esse processo poderá alterar o planejamento até que encontre a melhor curva de desembolsos financeiros.

Na Figura 34 está exposto o diagrama de seqüência do módulo 2 “Gerenciamento do planejamento e orçamento do empreendimento”, podendo ser acompanhado o desfecho da fase de planejamento e programação do empreendimento na ordem cronológica das atividades.

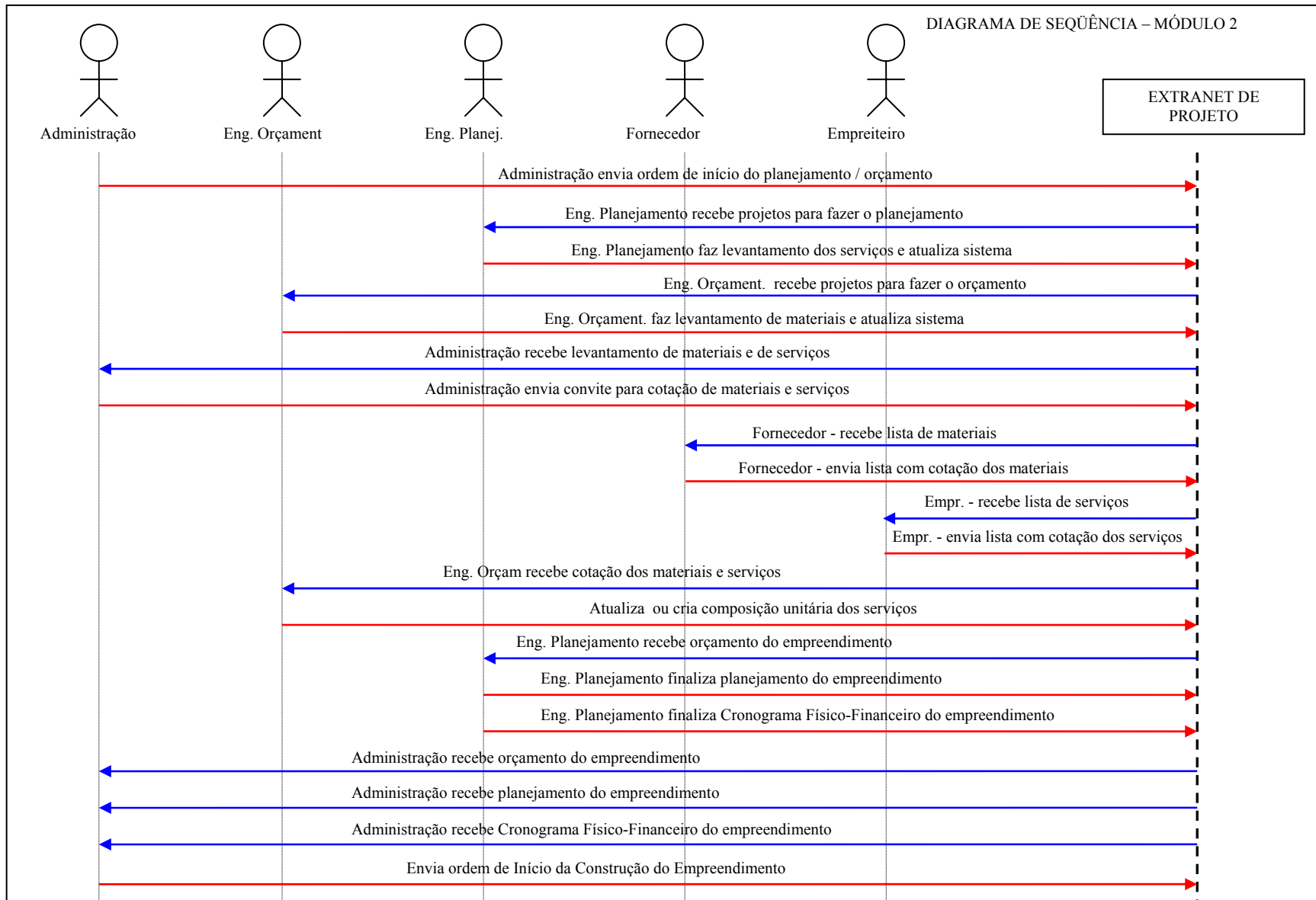


Figura 34: Diagrama de seqüência do módulo 2 - Gerenciamento do planejamento e orçamento do empreendimento.

Após a finalização do planejamento e orçamento do empreendimento, a administração libera os projetos e os planejamentos e envia ordem de início da execução do empreendimento para o engenheiro de execução e para os todos os engenheiros do apoio técnico.

Dessa maneira, o engenheiro de execução recebe todos os projetos e planejamentos para dar início à construção do empreendimento, ele irá buscar informações nas especificações dos serviços, tais como quantitativos de materiais, especificações de materiais e data de início e fim do serviço. Fará então o pedido de compra dos materiais e definição das equipes de trabalho necessários para executar o serviço. Caso não constar equipe qualificada, o engenheiro solicitará o pedido de mão-de-obra ou de empreiteiros.

Após terminado o serviço, o engenheiro de execução tira fotografias do serviço finalizado e as adiciona ao sistema, além disso, atualiza a data de fim do serviço e os profissionais que o executaram. Com isso, o sistema será capaz de calcular o índice de produtividade, pois contará com o tempo e com a força de trabalho para realizar o serviço. Contudo, nesse caso, o índice de produtividade leva em conta o tempo global para a realização do serviço incluindo tempos improdutivos, tempos de transporte e tempos de preparação do local de trabalho. Assim, em planejamentos futuros, poderá ser feita uma estimativa mais real para a execução de serviços semelhantes. O sistema também poderá enviar relatórios comparando o planejamento real com o estimado.

Nas Figuras 35 e 36 está exposto o diagrama de seqüência do módulo 3 “Gerenciamento da execução do empreendimento”, podendo ser acompanhado o desfecho da fase de execução do empreendimento na ordem cronológica das atividades.

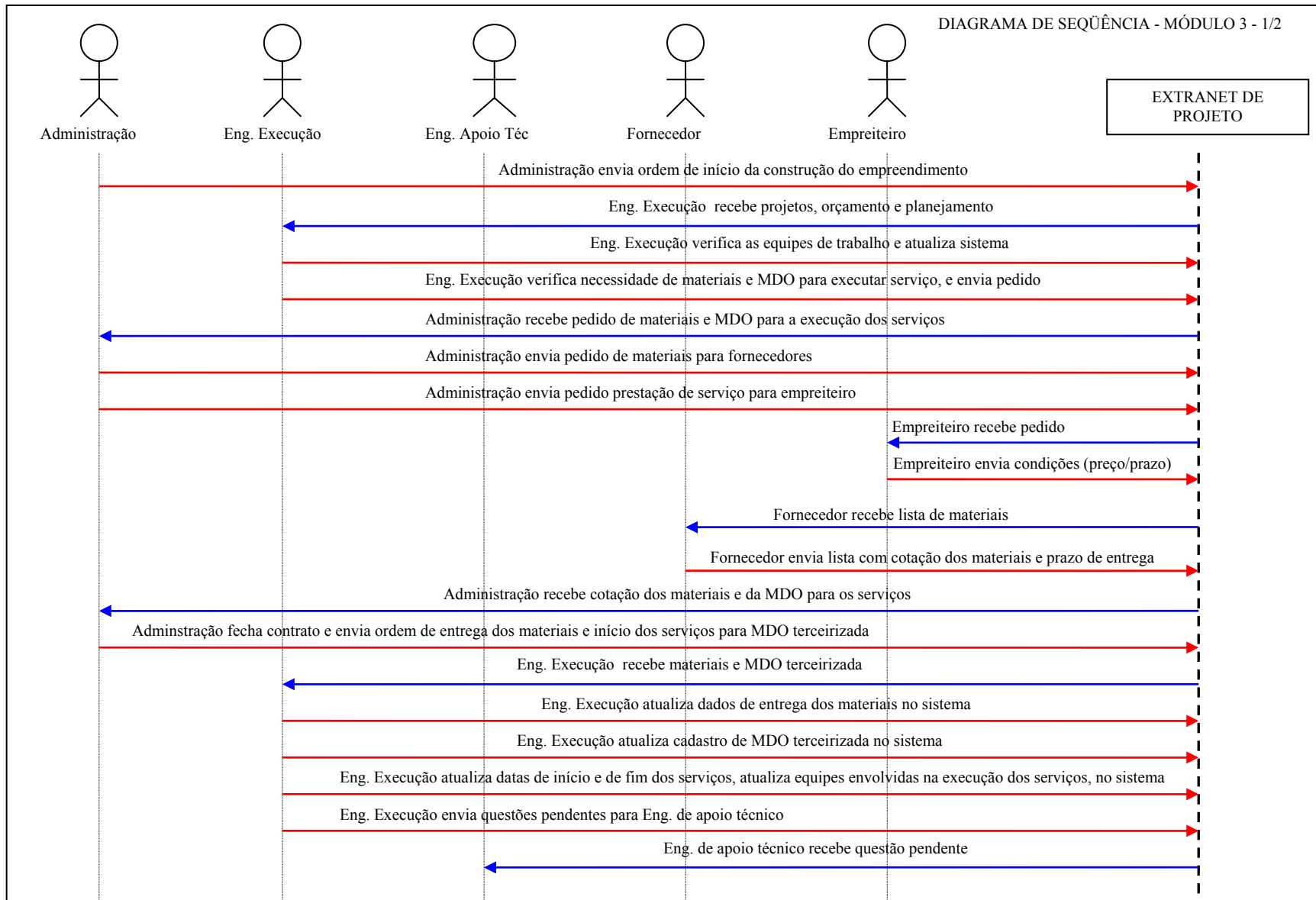


Figura 35: Diagrama de seqüência do módulo 3 - Gerenciamento da execução do empreendimento.

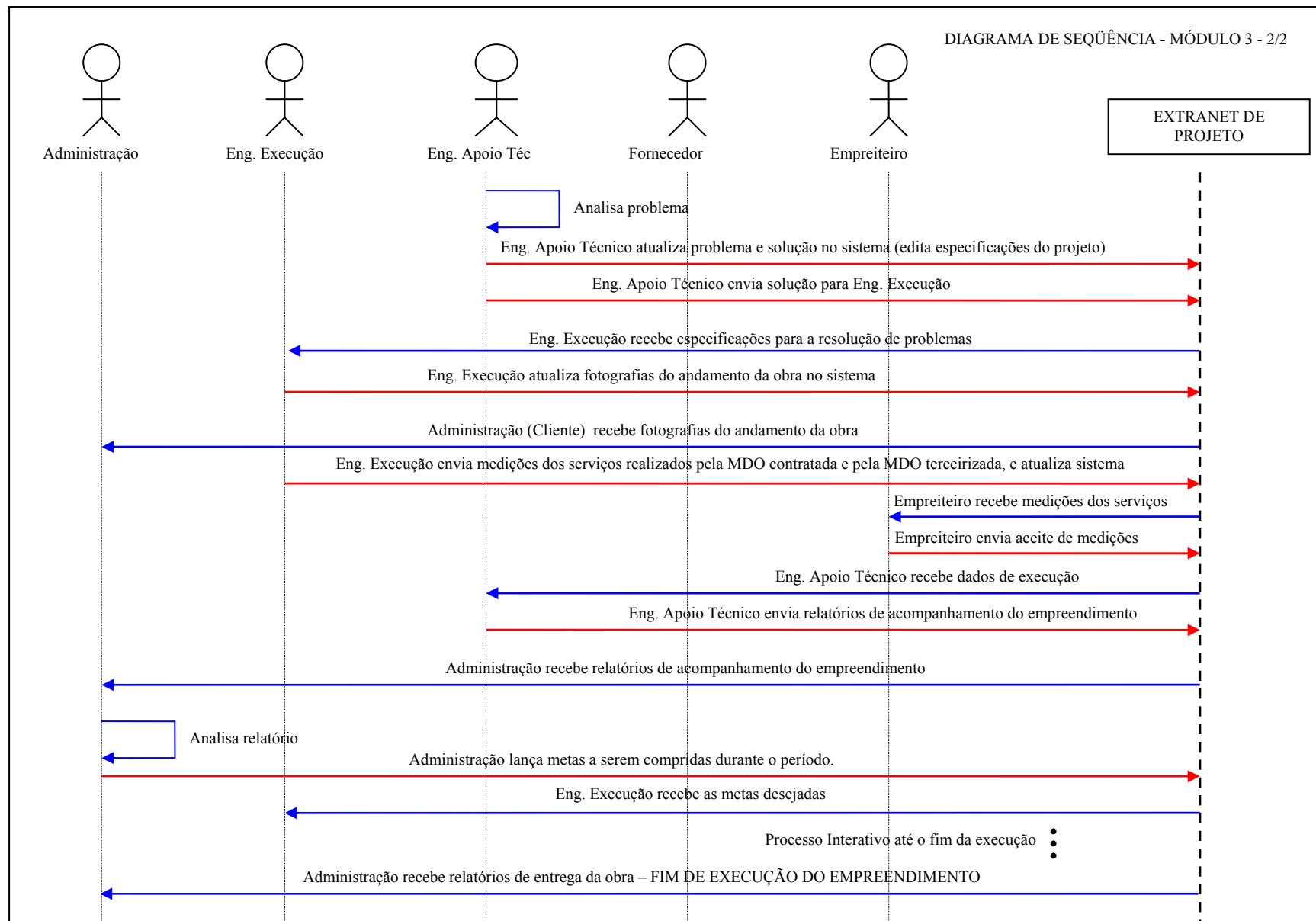


Figura 36: Continuação do Diagrama de sequência do módulo 3 - Gerenciamento da execução do empreendimento.

Durante todo o ciclo de vida do empreendimento, é feito o gerenciamento financeiro que é dividido em quatro partes, administração gerencial, recursos humanos, contabilidade e gestão das compras.

Assim, a administração gerencial tem o papel de analisar os relatórios enviados pelos setores de recursos humanos, contabilidade e gestão de compras, com esses relatórios, a administração gerencial terá dados suficientes para avaliar a saúde financeira de cada empreendimento e da empresa.

Os clientes do empreendimento terão nesse módulo um tratamento especial. Cada cliente terá um *login* e uma senha para analisar as características do empreendimento, o andamento da sua execução através de fotos e vídeos, e em casos de clientes que efetuaram a compra na forma financiada, esses terão acesso ao saldo devedor, dados sobre as parcelas a vencer, e sistema de cálculo para desconto em pagamento adiantado das parcelas.

O setor de Recursos Humanos terá um sistema de edição e criação de folha de pagamento no qual o cartão ponto dos funcionários, sendo informatizado, poderá gerar, por meio de uma rotina de cálculo, as folhas de pagamento, reduzindo assim o tempo e os erros nessa tarefa.

O setor de compras receberá automaticamente a lista de materiais necessários em obra através do planejamento que é constantemente atualizado com dados reais da produção, desse modo, o setor de compras terá tempo para efetuar a compra avaliando detalhadamente o custo-benefício de cada produto ou fornecedor. E, em caso de produtos necessários fora do orçado, então o engenheiro de execução edita o pedido diretamente no sistema, recebendo a confirmação de recebimento das compras mediante o sistema.

A contabilidade da empresa terá um espaço no sistema para inserir os dados de todas as notas fiscais de materiais e serviços comprados e dos dados de pagamento de funcionários, facilitando a elaboração do balanço financeiro do empreendimento e agilizando o resgate de dados para a geração do balanço financeiro da empresa.

Na Figura 37 está exposto o diagrama de seqüência do módulo 4 “Gerenciamento financeiro do empreendimento”, podendo ser acompanhado o desfecho do controle financeiro do empreendimento na ordem cronológica das atividades.

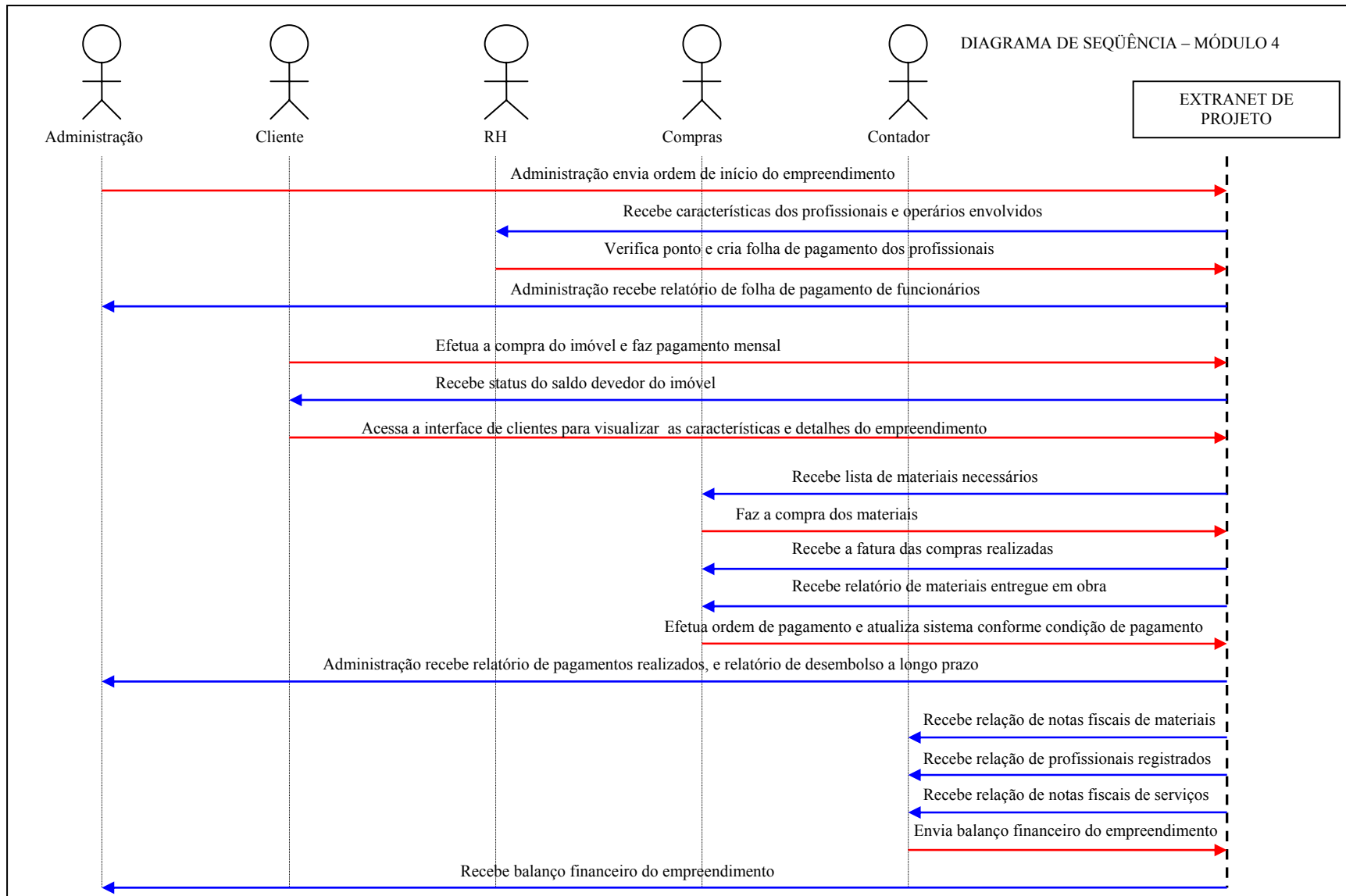


Figura 37: Diagrama de seqüência do módulo 4 - Gerenciamento financeiro do empreendimento.

4.5 DIAGRAMA DE CLASSE

O diagrama de classe mostra as dependências entre as classes, facilita a visualização dos atributos e métodos. Os atributos tratam dos dados e constantes que cada classe possui e os métodos tratam das operações e funções que cada classe irá desempenhar. Por exemplo, toma-se como classe um “Carro”, os atributos dessa classe são as “rodas”, “motor”, “combustível” e todas as outras partes que o compõem, os métodos são “dar partida”, “acelerar” e todas as operações necessárias para fazer o carro andar.

A Figura 38 apresenta uma proposta preliminar do diagrama de classes do módulo 1 “Gerenciamento dos projetos do empreendimento”, podendo se verificar as classes, os atributos e os métodos necessários para a programação do modelo no padrão orientado a objeto.

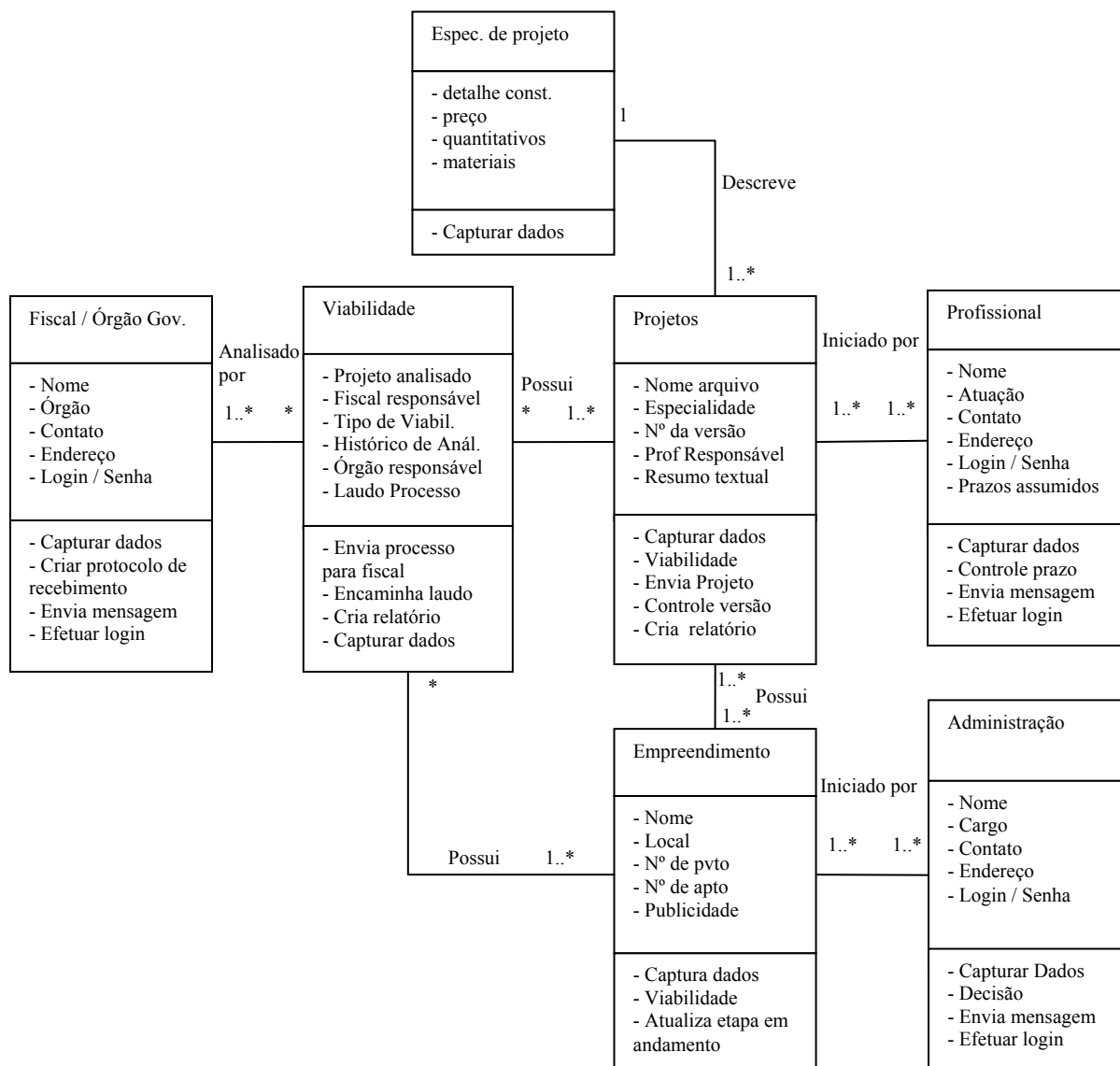


Figura 38: Diagrama de classes do módulo 1 - Gerenciamento dos projetos do empreendimento.

O módulo 1 tem o papel de gerenciar a integração do empreendimento, onde todos os projetos podem ser controlados e compatibilizados de forma mais rápida e segura, pois as modificações serão armazenadas no sistema. Também são gerenciados os objetivos e os riscos do empreendimento, pois os administradores irão armazenar no sistema todas as características e expectativas esperados para o mesmo. A comunicação é garantida e gerenciada. Cada usuário pode enviar mensagem para outros usuários do sistema, no entanto, essas mensagens seguem um padrão pré-estabelecido para possibilitar o armazenamento das mensagens por assunto, sendo que todos os módulos possuem a mesma forma de gerenciamento das mensagens.

Na Figura 39 está exposta uma proposta preliminar do diagrama de classes do módulo 2 “Gerenciamento do planejamento e orçamento do empreendimento”, na qual

podem ser verificados os objetos necessários para a fase de planejamento e programação do empreendimento.

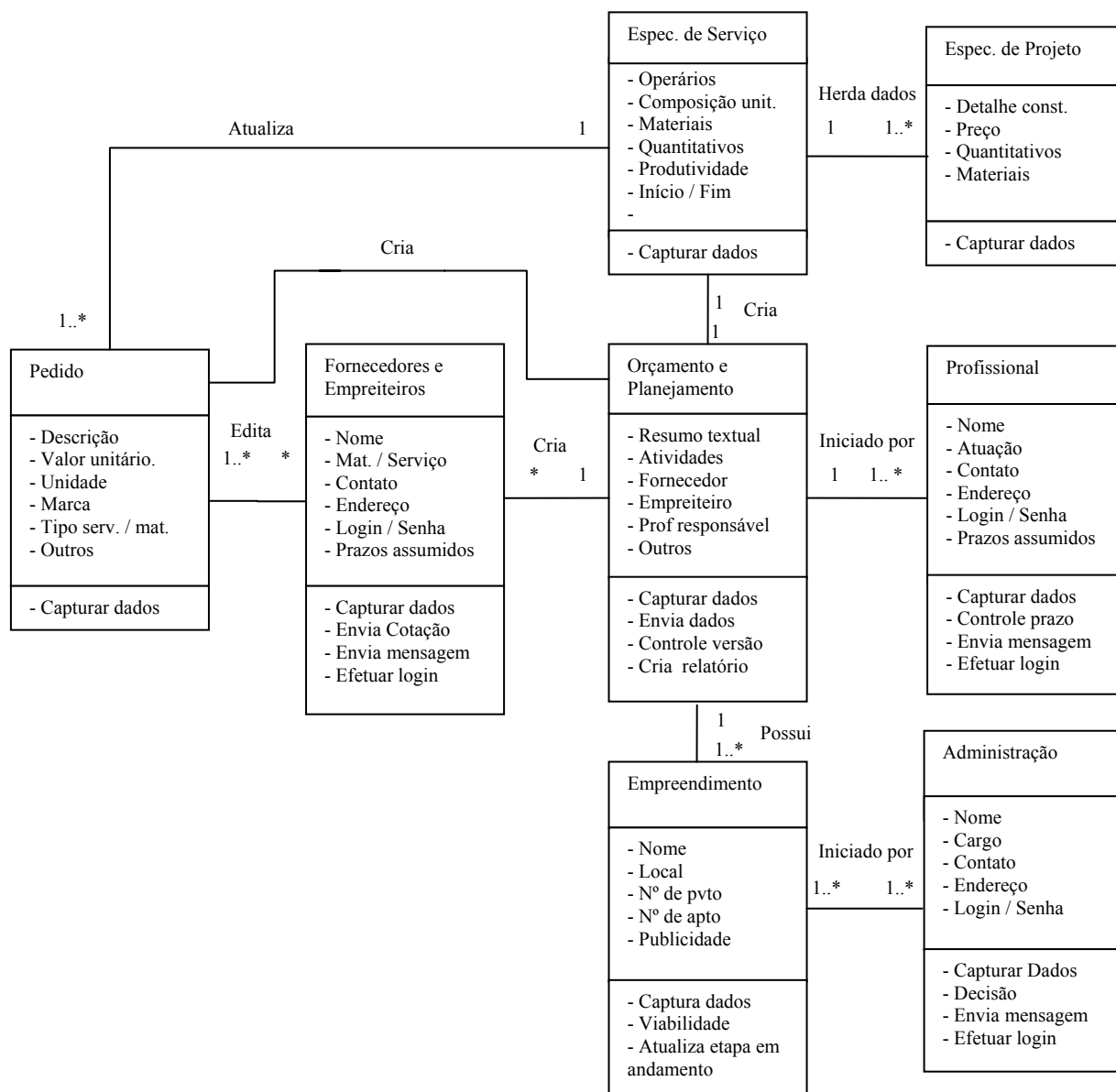


Figura 39: Diagrama de classes do módulo 2 - Gerenciamento do planejamento e orçamento do empreendimento.

O módulo 2 tem o papel principal de gerenciar o tempo planejado e o orçamento do empreendimento. Com o planejamento do processo construtivo, é possível gerenciar a previsão de custos, através da previsão de recursos humanos e orçamento dos insumos. Também pode ser feito o planejamento das compras do empreendimento.

Na Figura 40 tem-se uma proposta preliminar do diagrama de classes do módulo 3 “Gerenciamento da execução do empreendimento”, em que podem ser verificados os objetos necessários para a fase de execução do empreendimento.

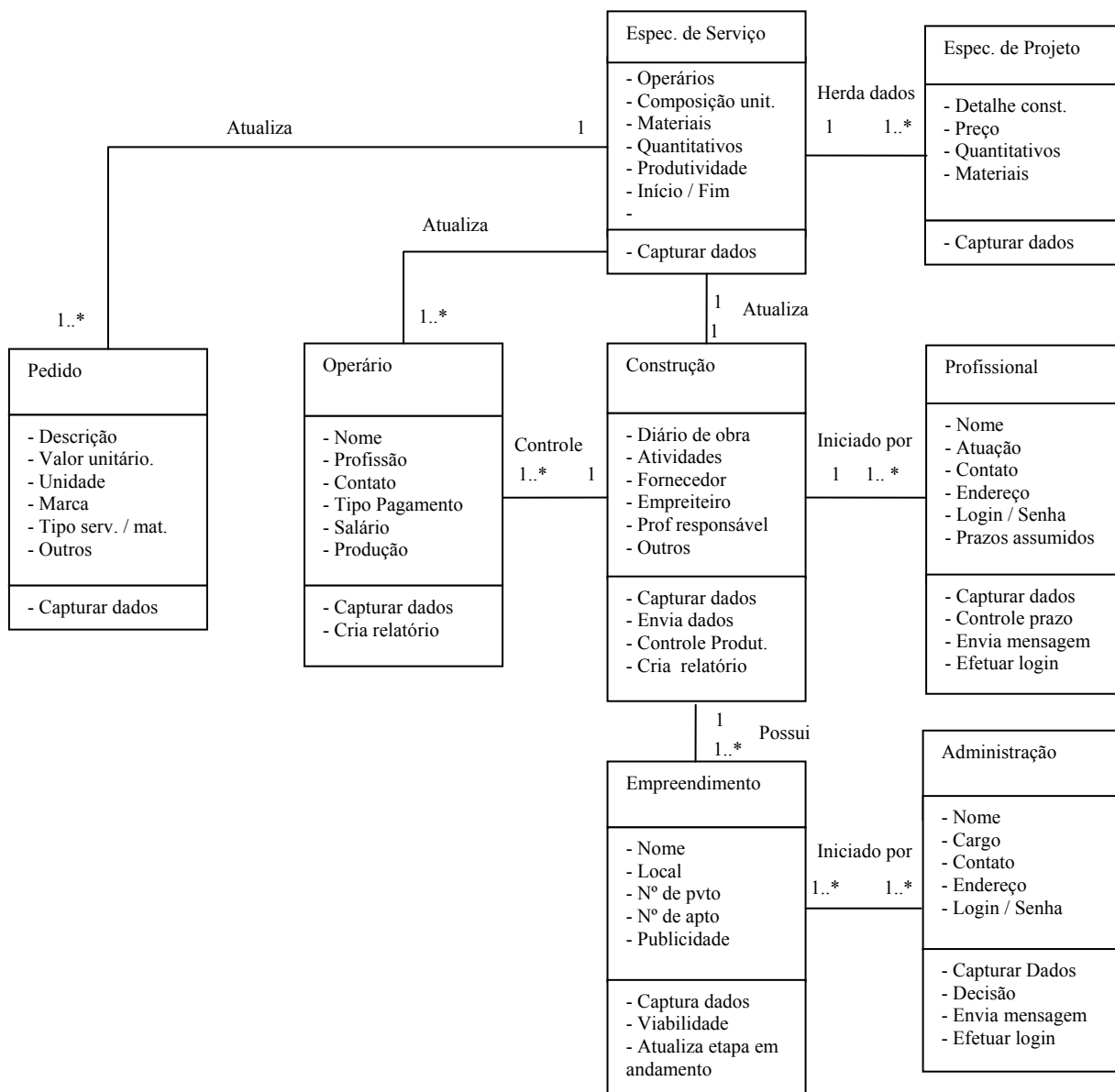


Figura 40: Diagrama de classes do módulo 3 - Gerenciamento da execução do empreendimento.

No módulo 3 é garantido o gerenciamento da qualidade do empreendimento, resgatando todas as informações de execução da obra, no qual também se gerencia a produtividade dos recursos humanos e o tempo real de execução de cada etapa ou serviço.

A Figura 41 apresenta uma proposta preliminar do diagrama de classes do módulo 4 “Gerenciamento financeiro do empreendimento”, podendo se verificar os objetos necessários para a fase de controle financeiro do empreendimento.

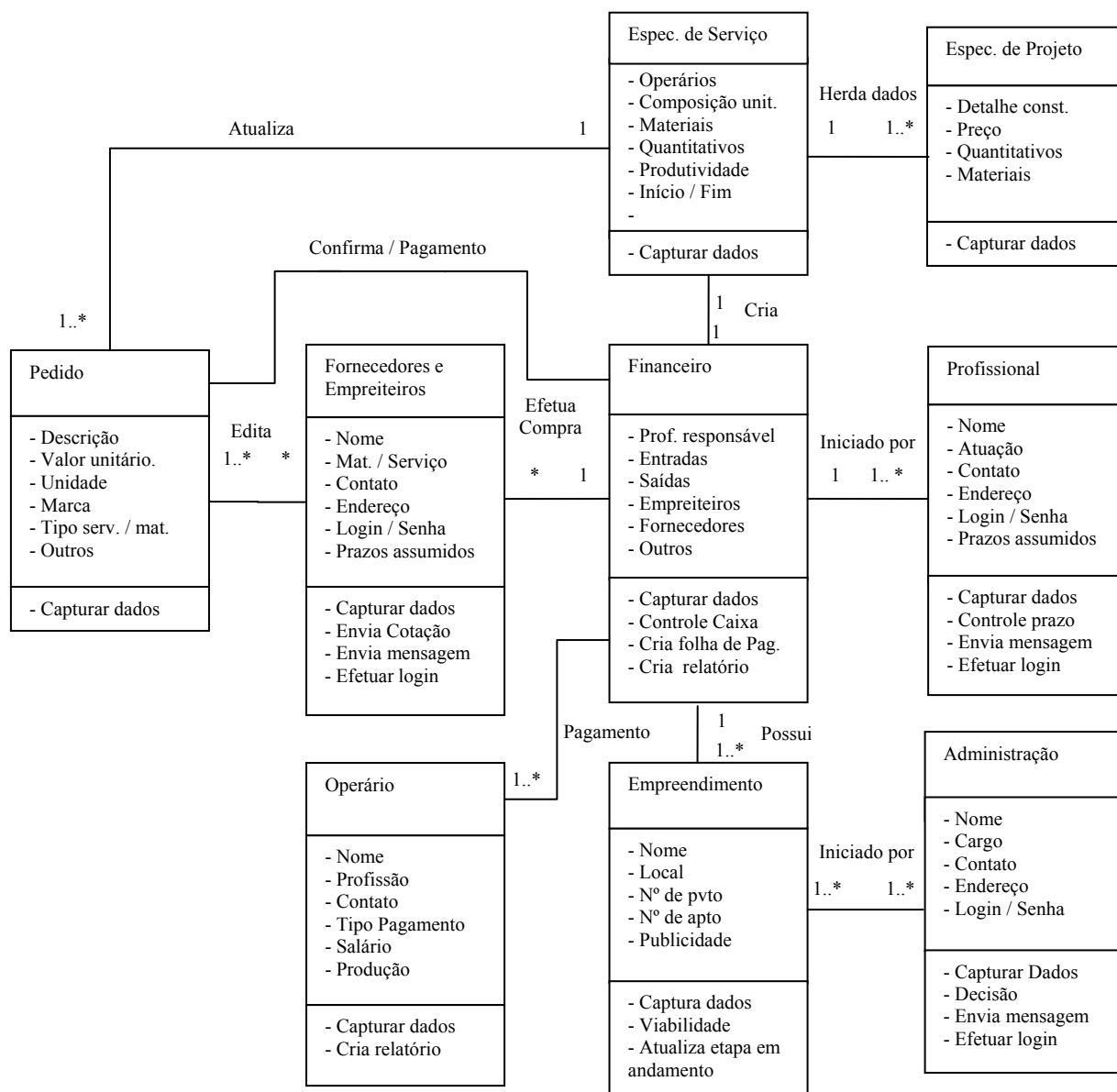


Figura 41: Diagrama de classes do módulo 4 - Gerenciamento financeiro do empreendimento.

O módulo 4 tem o papel de finalizar o gerenciamento dos custos do empreendimento, são gerenciadas as compras e os gastos com os recursos humanos do empreendimento.

A Figura 42 mostra uma proposta preliminar do diagrama de classes do modelo de colaboração e interoperabilidade em gerenciamento de empreendimentos, em que é feita a integração dos 4 módulos até então abordados. Nesse diagrama, as classes “financeiro”, “orçamento planejamento”, “construção” e “projeto” representam os 4 módulos, e as demais classes representam a interoperabilidade entre os módulos, pois as informações inseridas no sistema são úteis para todos os módulos.

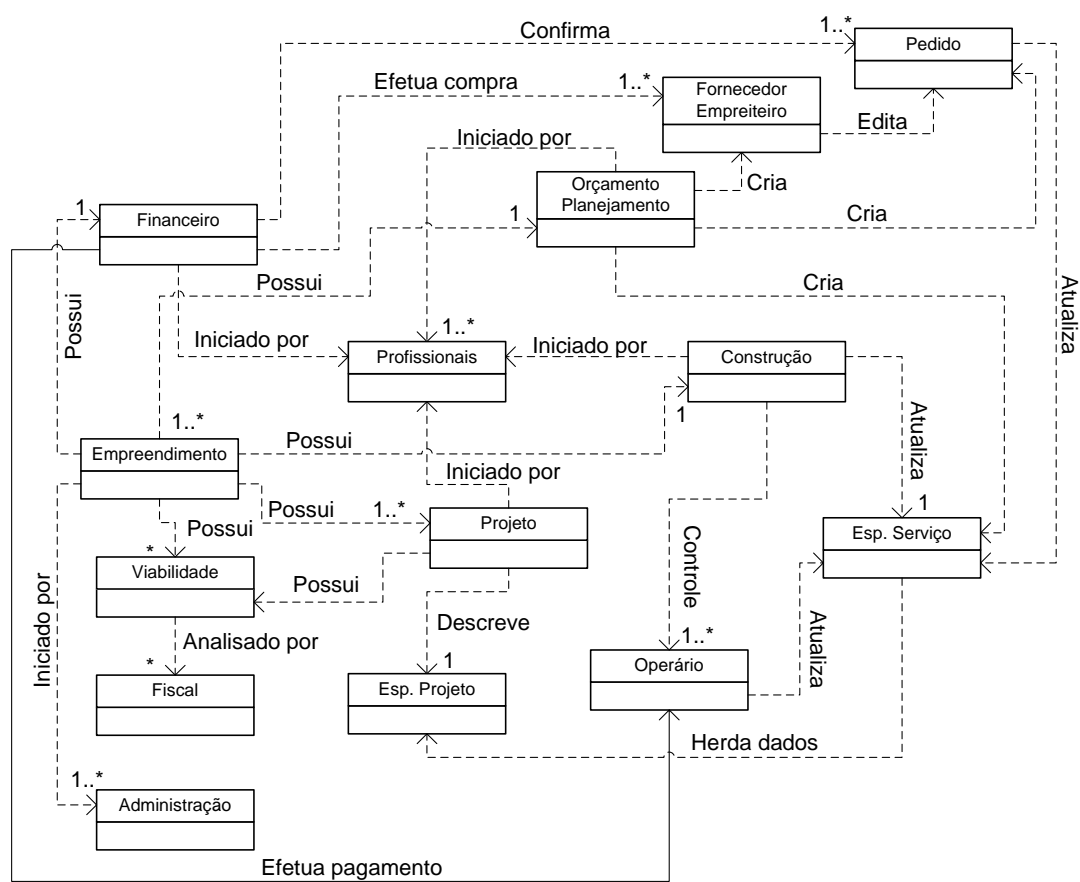


Figura 42: Diagrama de classe do modelo de colaboração e interoperabilidade em gerenciamento de empreendimento.

A seguir é detalhada uma proposta preliminar da descrição das classes, dos atributos e dos métodos avaliados através do modelo, sendo que boa parte dos atributos e métodos só é visível na fase de implementação do sistema, quando é possível identificar peculiaridades necessárias à interação dos objetos dentro do sistema em funcionamento:

- **O-1: Classe Administração**, nessa classe serão armazenados os dados sobre as características do corpo administrativo da empresa juntamente com os dados dos clientes do empreendimento. No entanto, o cliente terá acesso restrito, possibilitando apenas a visualização de dados previamente preparados para marketing e assistência ao cliente. Assim, o objeto contém alguns atributos e alguns métodos, como os seguintes:
 - A-1.1: Nome;
 - A-1.2: Cargo (gerente geral, gerente de marketing, **CLIENTE**, ...);

- A-1.3: Contatos (telefone residencial, telefone comercial, e-mail, celular, ...);
- A-1.4: Endereço (residencial, comercial);
- A-1.5: *Login* de acesso;
- A-1.6: Senha de acesso;
 - M-1.1: Captura dados dos administradores e clientes, desempenha a função de capturar e armazenar informações no banco de dados;
 - M-1.2: Tomada de decisão, desempenha a função que possibilita aos administradores dar o parecer negativo ou positivo sobre uma determinada questão;
 - M-1.3: Efetuar Login, função que garante a privacidade das informações confidenciais e acesso ao sistema;
 - M-1.4: Mensagens, função que facilita a comunicação entre administradores e profissionais, envia, recebe e armazena as mensagens entre os usuários;
 - M-1.5: Criar empreendimento, função que dá início a um empreendimento.
- **O-2: Classe Empreendimento**, nessa classe serão armazenados os dados sobre as características do empreendimento. Assim, o objeto contém alguns atributos e alguns métodos, como os seguintes:
 - A-2.1: Nome;
 - A-2.2: Número de Pavimentos;
 - A-2.3: Número de Apartamentos ou Salas;
 - A-2.4: Finalidade (residencial, comercial);
 - A-2.5: Publicidade (materiais de propaganda);
 - A-2.6: Público-alvo;
 - A-2.7: Características do terreno (área, índice de aproveitamento, etc.);
 - M-2.1: Captura dados dos empreendimentos, desempenha a função de capturar e armazenar informações no banco de dados;
 - M-2.2: Verificação da viabilidade, desempenha a função de envio e recebimento de informações sobre a viabilidade do empreendimento;
 - M-2.3: Verifica etapa em andamento, desempenha a função que analisa qual etapa do empreendimento está sendo executada;
 - M-2.4: Envia ordem de início do projeto, função que envia mensagem especial de início do projeto para o profissional responsável;

- M-2.5: Envia ordem de início de orçamento e planejamento, função que envia mensagem especial de início do orçamento e do planejamento para os profissionais responsáveis;
 - M-2.6: Envia ordem de início da construção, função que envia mensagem especial de início da construção para o profissional responsável;
 - M-2.7: Criar financeiro, função que cria o objeto financeiro do empreendimento.
- **O-3: Classe Projeto**, nessa classe serão armazenados os dados sobre as características dos projetos. Assim, o objeto contém alguns atributos e alguns métodos, como os seguintes:
 - A-3.1: Nome do arquivo;
 - A-3.2: Especialidade (arquitetônico, estrutural,...);
 - A-3.3: Número da versão;
 - A-3.4: Profissional responsável;
 - A-3.5: Data de início;
 - A-3.6: Alterações realizadas;
 - A-3.7: Profissionais revisores;
 - A-3.8: Resumo textual do projeto;
 - M-3.1: Captura dados dos projetos, desempenha a função de capturar e armazenar informações no banco de dados;
 - M-3.2: Verificação da viabilidade, desempenha a função de envio e recebimento de informações sobre a viabilidade do projeto;
 - M-3.3: Verifica projeto em andamento, desempenha a função que analisa qual projeto do empreendimento está sendo executado e faz o controle de versão;
 - M-3.4: Cria especificações de projeto, desempenha a função que cria um objeto para armazenar as especificações do projeto;
 - M-3.5: Cria relatório, desempenha a função de criar um documento relatando o andamento dos projetos;
 - M-3.6: Enviar e receber projetos, desempenha a função de enviar e receber projetos para os profissionais envolvidos no empreendimento;
 - M-6.7: *Download* e *upload* de projetos, desempenha a função de poder inserir ou buscar documentos do projeto.

- **O-4: Classe Profissional**, nessa classe serão armazenados os dados sobre as características do corpo profissional da empresa. Assim, o objeto contém alguns atributos e alguns métodos, como os seguintes:
 - A-4.1: Nome;
 - A-4.2: Atuação (Arquiteto, Engenheiro de execução, Recursos humanos,...);
 - A-4.3: Contatos (telefone residencial, telefone comercial, e-mail, celular, ...);
 - A-4.4: Endereço (residencial, comercial);
 - A-4.5: Prazos assumidos (data de início e de entrega dos serviços);
 - A-4.6: Serviços realizados;
 - A-4.7: Serviços a realizar;
 - A-4.8: Login de acesso;
 - A-4.9: Senha de acesso;
 - M-4.1: Captura dados dos profissionais, desempenha a função de capturar e armazenar informações no banco de dados;
 - M-4.2: Criar projeto, função que inicia os projetos após o recebimento da ordem de início dos projetos de sua responsabilidade;
 - M-4.3: Criar orçamento e planejamento, função que inicia o orçamento e planejamento após o recebimento da ordem de início dos projetos de sua responsabilidade;
 - M-4.4: Criar construção, função que inicia o objeto construção após o recebimento da ordem de início dos projetos de sua responsabilidade;
 - M-4.5: Efetuar Login, função que garante a privacidade das informações confidenciais e acesso ao sistema;
 - M-4.6: Mensagens, função que facilita a comunicação entre administradores e profissionais, envia, recebe e armazena as mensagens entre os usuários;
 - M-4.7: Controle de prazos, função que envia alerta de cumprimento do prazo.
- **O-5: Classe Especificação de Projeto**, nessa classe serão armazenados os dados sobre as características do projeto. Assim, o objeto contém alguns atributos e alguns métodos, como os seguintes:
 - A-5.1: Quantitativos;
 - A-5.2: Materiais;
 - A-5.3: Detalhes construtivos;

- A-5.4: Equipamentos necessários;
 - M-5.1: Captura dados das especificações dos projetos, desempenha a função de capturar e armazenar informações no banco de dados.
- **O-6: Classe Viabilidade**, nessa classe serão armazenados os dados sobre as características dos processos de viabilidade da empresa e das viabilidades consultadas em órgãos governamentais. Assim, o objeto contém alguns atributos e alguns métodos, como os seguintes:
 - A-6.1: Projeto ou documento analisado;
 - A-6.2: Nome do fiscal;
 - A-6.3: Histórico das análises;
 - A-6.4: Tipo de viabilidade (técnica, legal, financeira, ambiental,...);
 - A-6.5: Órgão responsável;
 - A-6.6: Laudo de análise da viabilidade;
 - M-6.1: Captura dados dos projetos analisados, desempenha a função de capturar e armazenar informações no banco de dados;
 - M-6.2: Iniciar objeto fiscal, função que cria o objeto fiscal e faz o convite para o fiscal acessar o sistema, somente quando esse faz parte da empresa, método presente para a verificação de viabilidades internas, como a viabilidade financeira;
 - M-6.3: Enviar processo para fiscal ou órgão governamental, função que faz o envio de documentações para serem analisadas pelo fiscal ou pelo órgão governamental;
 - M-6.4: Editar e encaminhar laudo de análise, função que faz o resgate de informações editadas pelo fiscal e as encaminha para o corpo administrativo responsável.
- **O-7: Classe Fiscal / Órgão Governamental**, nessa classe serão armazenados os dados sobre as características do fiscal ou do Órgão Governamental que irá analisar os processos. O fiscal fará parte da empresa e analisa a viabilidade financeira, executará *login* para ter acesso ao sistema e à documentação analisada. O Órgão Governamental faz as análises de viabilidades técnicas, legais, ambientais e outras, como não terá acesso ao sistema, receberá a documentação através de correio eletrônico, e remeterá os laudos da mesma forma. Assim, o objeto contém alguns atributos e alguns métodos, como os seguintes:
 - A-7.1: Nome;

- A-7.2: Contatos (telefone residencial, telefone comercial, e-mail, celular, ...);
- A-7.3: Endereço (residencial, comercial);
- A-7.4: Órgão responsável;
- A-7.5: *Login* de acesso;
- A-7.6: Senha de acesso;
 - M-7.1: Captura dados dos fiscais, desempenha a função de capturar e armazenar informações no banco de dados;
 - M-7.2: Enviar protocolo de recebimento de processo, desempenha a função que possibilita aos administradores ter o conhecimento que o processo já foi recebido pelo fiscal;
 - M-7.3: Efetuar *login*, função que garante a privacidade das informações confidenciais e acesso ao sistema;
 - M-7.4: Mensagens, função que facilita a comunicação entre administradores e profissionais, envia, recebe e armazena as mensagens entre os usuários.
- **O-8: Classe Orçamento-Planejamento**, nessa classe serão armazenados os dados sobre as características do orçamento e planejamento do empreendimento. Assim, o objeto contém alguns atributos e alguns métodos, como os seguintes:
 - A-8.1: Tipo (longo prazo, curto prazo, material, mão-de-obra,...);
 - A-8.2: Documentos;
 - A-8.3: Tarefas, caixa de seleção para a escolha dos serviços e dos vínculos entre as tarefas e serviços;
 - A-8.4: Fornecedor;
 - A-8.5: Empreiteiro;
 - A-8.6: Profissional responsável;
 - A-8.7: Resumo textual do orçamento e do planejamento;
 - M-8.1: Captura dados sobre as características do orçamento e planejamento, desempenha a função de capturar e armazenar informações no banco de dados;
 - M-8.2: Enviar dados, desempenha a função que possibilita aos profissionais enviarem e receberem dados dos fornecedores e empreiteiros;

- M-8.3: Controle de versão, função que garante o histórico das alterações efetuadas no orçamento e no planejamento, retornando sempre a versão mais atualizada;
 - M-8.4: Criar relatório, função que cria documento que apresenta o detalhamento das tarefas;
 - M-8.5: Criar especificação de serviço, função que cria um objeto para o detalhamento de um serviço;
 - M-8.6: Criar fornecedores e empreiteiros, função que cria um objeto para o cadastramento de fornecedores e empreiteiros;
 - M-8.7: Criar pedido, função que cria um objeto para encaminhar os pedidos aos fornecedores.
- **O-9: Classe Fornecedor e Empreiteiro**, nessa classe serão armazenados os dados sobre as características dos fornecedores e empreiteiros que irão fazer as cotações. Assim, o objeto contém alguns atributos e alguns métodos, como os seguintes:
 - A-9.1: Nome Fantasia / CNPJ;
 - A-9.2: Contatos (telefone residencial, telefone comercial, e-mail, telefone móvel, ...);
 - A-9.3: Endereço (residencial, comercial);
 - A-9.4: Nome do representante;
 - A-9.5: Login de acesso;
 - A-9.6: Senha de acesso;
 - A-9.7: Tipo de material ou serviço que trabalha;
 - M-9.1: Captura dados dos empreiteiros e fornecedores, desempenha a função de capturar e armazenar informações no banco de dados;
 - M-9.2: Enviar protocolo de recebimento do pedido, desempenha a função que possibilita aos administradores terem o conhecimento que o pedido já foi recebido pelo representante;
 - M-9.3: Efetuar *login*, função que garante a privacidade das informações confidenciais e acesso ao sistema;
 - M-9.4: Mensagens, função que facilita a comunicação entre administradores e profissionais, envia, recebe e armazena as mensagens entre os usuários;

- M-9.5: Preencher pedido com proposta comercial, função que facilita o preenchimento do pedido efetuado.
- **O-10: Classe Especificação de Serviço**, nessa classe serão armazenados os dados sobre as características do serviço. Assim, o objeto contém alguns atributos e alguns métodos, como os seguintes:
 - A-10.1: Quantitativos;
 - A-10.2: Materiais;
 - A-10.3: Detalhes construtivos;
 - A-10.4: Equipamentos necessários;
 - A-10.5: Operários, detalhamento dos operários;
 - A-10.6: Composição unitária adotada, para a execução do serviço;
 - A-10.7: Unidade de medição;
 - A-10.8: Produtividade adotada;
 - A-10.9: Início planejado;
 - A-10.10: Fim planejado;
 - A-10.11: Vínculo entre outros serviços, caixa de seleção de serviços e vínculos;
 - A-10.12: Início real;
 - A-10.13: Fim real;
 - A-10.14: Produtividade real;
 - A-10.15: Materiais comprados;
 - A-10.16: Composição unitária real;
 - M-10.1: Captura dados das especificações dos projetos, desempenha a função de capturar e armazenar informações no banco de dados;
 - M-10.2: Calcular índices, função que executa os cálculos dos índices reais atingidos durante a execução do serviço;
 - M-10.3: Atualizar valores monetários, função que faz a atualização dos preços dos insumos a partir dos valores dos pedidos;
 - M-10.4: Criar operário, função que cria objeto para o detalhamento das equipes de execução dos serviços.
- **O-11: Classe Pedido**, nessa classe serão armazenados os dados sobre as características do pedido. Assim, o objeto contém alguns atributos e alguns métodos, como os seguintes:
 - A-11.1: Fornecedor ou empreiteiro;

- A-11.2: Produto ou serviço;
- A-11.3: Quantidade;
- A-11.4: Unidade de medida;
- A-11.5: Documento com descrição ou detalhamento do material ou serviço;
- A-11.6: Código do produto ou serviço;
- A-11.7: Valor unitário;
- A-11.8: Data de validade da proposta;
- A-11.9: Marca comercial do produto ou serviço;
- A-11.10: Desconto;
 - M-11.1: Captura dados do pedido, desempenha a função de capturar e armazenar informações no banco de dados;
 - M-11.2: Calcular valor total, função que executa os cálculos dos valores totais para a compra dos insumos;
- **O-12: Classe Operário**, nessa classe serão armazenados os dados sobre as características do operário que irá executar o serviço. Assim, o objeto contém alguns atributos e alguns métodos, como os seguintes:
 - A-12.1: Nome;
 - A-12.2: Contatos (telefone residencial, telefone comercial, e-mail, telefone móvel, ...);
 - A-12.3: Endereço (residencial, comercial);
 - A-12.4: Profissão;
 - A-12.5: Salário;
 - A-12.6: Tipo de pagamento (por produção, por mês, por empreitada);
 - A-12.7: Data e horas trabalhadas;
 - A-12.8: Código;
 - A-12.9: Serviço executado;
 - A-12.10: Equipe;
 - A-12.11: Produção diária;
 - M-12.1: Captura dados dos operários, desempenha a função de capturar e armazenar informações no banco de dados;
 - M-12.2: Criar relatório, função que cria um relatório de produção do operário.

- **O-13: Classe Construção**, nessa classe serão armazenados os dados sobre as características da construção. Assim, o objeto contém alguns atributos e alguns métodos, como os seguintes:
 - A-13.1: Profissional responsável;
 - A-13.2: Descrição de problemas, campo de seleção para a escolha dos profissionais que devem resolver o problema;
 - A-13.3: Solução de problemas;
 - A-13.4: Controle de estoque;
 - A-13.5: Pedido de compra;
 - A-13.6: Controle (fotos com descrição do serviço);
 - A-13.7: Tarefas em andamento, campo de seleção para a escolha da tarefa em andamento;
 - A-13.8: Início da tarefa;
 - A-13.9: Fim da tarefa;
 - A-13.10: Equipes, campo de seleção de operários e serviços;
 - M-13.1: Captura dados, desempenha a função de capturar e armazenar informações no banco de dados;
 - M-13.2: Criar relatório, função que cria um relatório de andamento das tarefas, compara o planejado com o real;
 - M-13.3: Enviar alerta de problema, função que envia um alerta para os profissionais envolvidos sobre o problema ocorrido;
 - M-13.4: Enviar pedido de compra, função de envia um pedido de compra para o profissional responsável pelas compras da empresa;
 - M-13.5: Controle de produtividade, função que edita as informações de produtividade das equipes e operários;
 - M-13.6: Controle de empreiteiros e fornecedores, função que faz um relatório sobre os resultados atingidos pelos empreiteiros e fornecedores.
- **O-14: Classe Financeiro**, nessa classe serão armazenados os dados sobre as características financeiras. Assim, o objeto contém alguns atributos e alguns métodos, como os seguintes:
 - A-14.1: Profissional responsável;
 - A-14.2: Fornecedores;
 - A-14.3: Empreiteiros (contratos);
 - A-14.4: Compras (insumos e serviços);

- A-14.5: Data de compras;
- A-14.6: Entradas (vendas);
- A-14.7: Saídas (pagamento de insumos e de funcionários);
 - M-14.1: Captura dados, desempenha a função de capturar e armazenar informações no banco de dados;
 - M-14.2: Criar relatório, função que cria um relatório da situação financeira do empreendimento e cria o seu balanço financeiro;
 - M-14.3: Criar folha de pagamento dos funcionários, função que resgata os serviços realizados e calcula o valor que deve ser pago ao funcionário;
 - M-14.4: Fazer compra, função que escolhe o fornecedor com preço mais favorável e efetua a compra de insumos;
 - M-14.5: Controle de pagamentos e recebimentos, função que controla os compromissos planejados para datas futuras;
 - M-14.6: Controle de financiamento, função na qual o cliente pode fazer o controle da situação do financiamento, verificando prestações a vencer, saldo devedor.

CAPÍTULO - 5 CONCLUSÕES

Através do reconhecimento dos requisitos, foi possível resgatar as necessidades do sistema focado para a indústria da construção civil, propiciando a criação do modelo de colaboração e interoperabilidade em Extranet de Projeto. Com a implementação futura do modelo, a indústria da construção civil poderá gerenciar empreendimentos via Internet, por meio de uma única ferramenta capaz de atender todas as etapas do ciclo de vida de um empreendimento.

A modelagem no padrão UML possibilitou a abordagem do modelo sob três aspectos: situação de utilização, seqüência de utilização e as classes para programação. Essa abordagem permitirá que, na fase de criação, o sistema possa ser compatível para a implementação em diferentes linguagens de programação. Necessitar-se-á de detalhamento prévio do modelo por um analista de sistemas antes do início da fase de programação do sistema, já que o modelo primou pela visão didática focando o público da indústria da construção civil.

Conclui-se que o principal ganho de competitividade, alcançado mediante a implementação do modelo em empresas de construção civil, é a capacidade de armazenamento de todas as informações geradas durante a vida útil de um empreendimento. Assim, o modelo garante a gestão do conhecimento organizacional, fato que hoje pode agilizar as tomadas de decisões no planejamento estratégico das empresas.

O modelo, ao contrário das Extranets de Projetos correntes no mercado atualmente, conta com o gerenciamento de todas as etapas do empreendimento. O desenvolvimento do modelo resultará num único sistema com capacidade de gerenciar oito das nove áreas do gerenciamento descritas no PMBOK. Nele, os administradores poderão gerenciar: a integração, os objetivos, o tempo, o custo, os recursos humanos, as compras, a comunicação e a qualidade. E a divisão do modelo em 4 módulos facilitou a abordagem de todos os agentes participantes no empreendimento, independentemente do nível de envolvimento, e em cada etapa do ciclo de vida do empreendimento pode ser avaliado o papel dos agentes na utilização futura do sistema.

Também conclui-se que o modelo, após sua implementação, firma-se como um diferencial de marketing, agregando valor aos serviços prestados aos clientes, visto que

estes estarão conectados a um canal restrito de comunicação com a empresa e informados de todas as características e dos dados de execução em tempo real do empreendimento, e também do acompanhamento virtual do financiamento do seu imóvel.

Com o modelo, o empreendimento poderá ser gerenciado em tempo real, ficando evidenciada a facilidade na geração de relatórios em cada etapa do ciclo de vida do empreendimento. Em qualquer momento o usuário pode analisar e interpretar os relatórios sobre os dados inseridos no sistema.

5.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Para trabalhos futuros, recomenda-se a interpretação dos modelos propostos nesta dissertação por um analista de sistemas, para verificar e transcrever o modelo para programação em linguagem compatível com as necessidades do sistema.

No desenvolvimento futuro do modelo, recomenda-se o uso de softwares livres. Assim o diagrama físico das tecnologias de informação gratuitas, que poderão ser empregadas no desenvolvimento futuro do modelo, está apresentado na Figura 43

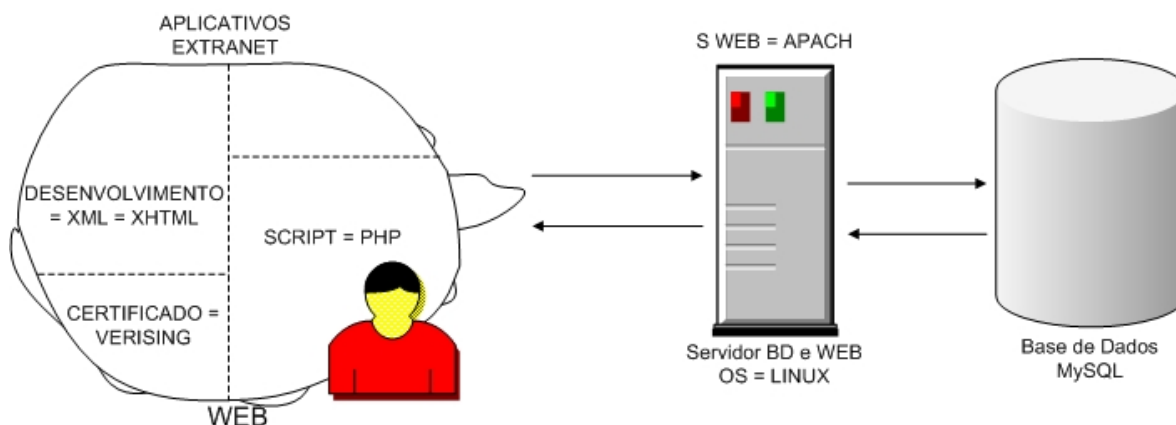


Figura 43: Diagrama físico da tecnologia de informação adotada.

BIBLIOGRAFIA

- AKHTER, S.H. **Strategic planning, hypercompetition, and knowledge management.** Business Horizons, V. 46, N. 1, p. 19-24, Janeiro/Fevereiro 2003.
- ALHIR, Sinan Si. **Learning UML.** O'Reilly, 2003.
- ANDRESEN, J. L.; CHRISTENSEN, K.; HOWARD, R.W. **Project Management with a Project Web.** Electronic Journal of Information Technology in Construction, V.8, p. 29-41, 2003.
- BOOCH, G.; JACOBSON, I.; RUMBAUGH, J. **The UML specification documents.** Santa Clara, CA.: Rational Software Corp. 1997.
- CHILD, J. **Information technology, organization, and the response to strategic challenges.** California Management Review. Berkley, v.30, n.01, p. 33-50, fev/1987.
- CHINOWSKY, Paul S.; ROJAS, Eddy M.. **Virtual Teams: Guide to Successful Implementation.** ASCE - Journal of Management in Engineering. V. 19, N. 3. p. 98-106, julho 2003.
- COMMINS, Fred. **Integração de sistemas: enterprise integration: arquiteturas para integração de sistemas e aplicações corporativas.** Tradução: Ana Beatriz Tavares, Daniela Lacerda. Rio de Janeiro: Campus, 2002.
- CRUZ, Tadeu. **Sistemas, organização & métodos: estudo integrado das novas tecnologias da informação.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 1998.
- DAVENPORT, T. H., SHORT, J. E. E ERNEST & YOUNG. **The new industrial engineering information technology and business process design.** Sloan Management Review. Cambridge, v.31, n.4, p. 11-27, Summer/1990.
- DICTER, D. e O'CONNOR, D. **Technology and global competition.** Paris: OCDE-OECD Bookship, 1989.
- DUNCAN, WILLIAM R. **A guide to the project management body of knowledge (PMBOK).** Project Management Institute, 1996.
- EAST, E. William; KIRBY, Jeffrey G.; PEREZ, Gonzalo. **Improved Design Review through Web Collaboration .** ASCE - Journal of Management in Engineering. V. 20, N. 2, p. 51-55, abril 2004.

FORMOSO, Carlos Torres; et all. **Plano Estratégico para Ciência, Tecnologia e Inovação na área de [Tecnologia do Ambiente Construído] com ênfase na Construção Habitacional**. http://www.antac.org.br/pdf/plano_estrategico.pdf. Versão 1, abril 2002.

FORMOSO, Carlos Torres; TZORTZOPOULOS, Patricia; JOBIM, Margaret Souza Schimidt, et al. **A protocol for managing the design process in the building industry in Brazil**. Londres, UK. 1999. p. 393-403. In: Profitable partnering in construction procurement, 1º, Chiang Mai, Tailândia, 1999. Artigo técnico.

GROTTO, Daniela. **Um olhar sobre a gestão do conhecimento**. Revista de Ciências da Administração – UFSC, Florianópolis – SC, Ano 3, N. 6, p. 31-37, setembro 2001.

HIREMATH H. R.; SKIBNIEWSKI M. J. **Object-oriented modeling of construction processes by unified modeling language**. Journal of Automation in Construction, V. 13, N. 3, p. 47-468, julho 2004.

JACOSKI, Claudio Alcides; LAMBERTS, Roberto. **Vetores de virtualização da indústria da construção: a integração da informação como elemento fundamental ao uso de TI**. Foz do Iguaçu, PR. 2002. p. 601-610. In: IX Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído. Artigo Técnico.

LARMAN, C. **Utilizando UML e padrões: uma introdução à análise e ao projeto orientado a objeto / Crain Larman**; trad. Luiz A. Meirelles salgado. – Porto Alegre : Bookman, 2000.

LOVE, Peter E. D.; JOSEPHSON, Per-Erik. **Role of Error-Recovery Process in Projects**. ASCE - Journal of Management in Engineering. V. 20, N. 2., p. 70-79, abril 2004.

MELHADO, SILVIO BURRATTINO. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção**. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 1994. 294 p.

NASCIMENTO, Luiz Antonio; SANTOS, Eduardo Toledo. **A indústria da construção na era da informação**. Ambiente Construído – Revista da Antac, Porto Alegre – RS, V. 3, N. 1, p. 69-81, jan./mar. 2003.

NICHOLAS, John M. **Project Management for Business and Engineering - Principles and Practices**. Second Edition. Ed. Elsevier Butterworth Heinemann. 2004.

NITITHAMYONG, P.; SKIBNIEWSKI, M. J. **Web-based construction project management systems: how to make them successful?**. Journal of Automation in Construction, V. 13, N. 4, p. 491-506, julho 2004.

NONAKA, IKUJIRO; TAKEUCHI, HIROTAKA. **The knowledge-creating company**. New York: Oxford University Press. 1995.

O'BRIEN, William J.. **Implementation Issues In Project Web Sites: A Practioner's Viewpoint**. ASCE - Journal of Management in Engineering. V. 16, N. 3, p. 34-39, maio/junho 2000.

POLANYI, MICHAEL. **The tacit dimension**. Garden City, NY: Anchor Books. 1967.

QIN, JIAN; TAFFET, MARY D.. **Vocabulary Use in XML Standards in the Financial Market Domain**. Journal of Knowledge and Information Systems, V. 6, N. 3, p. 269 – 289, maio 2004.

SANTOS, Adriana L. P.; WILLE, Silvio A. C.; SANTOS, Aguinaldo dos. **Implantação do comércio eletrônico na indústria da construção civil**. Curitiba, PR. 2002. In: TIC –Seminário de Tecnologia de Informação e comunicação da construção civil. Artigo Técnico.

SCHREYER, M; HARTMANN T.; FISCHER M. **Supporting project meetings with concurrent interoperability in a construction information workspace**. ITcon Vol. 10, pg. 153-167, <http://www.itcon.org/2005/12>.

SILVA NETO, Arlindino Nogueira. **Modelo conceitual de verificação do alinhamento entre as estratégias de negócios, de TI e de comércio eletrônico por meio do perfil do site web da organização**, 2004, 131 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis. Orientadora: Profa. Ilse Maria Beuren, Dra.

SILVA, RAFAEL FERREIRA. **A importância da interoperabilidade**. http://www.webphp.com.br/docs/art_inter.pdf. 2005.

SOIBELMAN, L.; CALDAS, C.H.S. O uso de extranets **no gerenciamento de projetos: o exemplo norte-americano**. In ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8., 2000, Salvador. Anais...

Salvador: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2000. p. 588-595. 1 CD-ROM

STEWART R. A.; MOHAMED S.; Daet R. **Strategic implementation of IT/IS projects in construction: a case study**. Journal of Automation in Construction, V. 11, N. 6, p 681-694, outubro 2002.

THOMAS, S. R.; LEE, Sang-Hoon; SPENCER J. D.; TUCKER R. L.; CHAPMAN R. E. **Impacts of Design/Information Technology on Project Outcomes**. ASCE - Journal of Construction Engineering and Management. V. 130, N. 4, p. 586-597, julho/agosto 2004.

TORRES, NORBERTO A.. **Competitividade empresarial com a tecnologia de informação**. São Paulo: Makron Books, 1995.

TSERNG, H. P.; LIN, W. Y. **Developing an electronic acquisition model for project scheduling using XML-based information standard**. Journal of Automation in Construction, V. 12, N. 1, p. 67-95, janeiro 2003.

TURBAN, Efraim; McLEAN, Ephraim; WETHERBE, James. **Tecnologia da informação para gestão – transformando os negócios na economia digital**. 3.ed. – Porto Alegre: Bookman, 2004.

TZORTZOPOULOS, Patricia. **Contribuições para o desenvolvimento de um modelo do processo de projeto de edificações em empresas construtoras incorporadas de pequeno porte**. Orientação de Carlos Torres Formoso. Porto Alegre, RS. UFRGS/NORIE. 1999. 163p., il. Dissertação (Pós-graduação em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1999.

USUDA, Fábio. **A Integração do Projeto Estrutural e Projetos Associados**. Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, 2003. 130p. Dissertação de Mestrado. Departamento de Arquitetura e Construção Civil.

VARGAS, Elisabeth. **Gestão do conhecimento é efeito**. Revista de Ciências da Administração – UFSC, Florianópolis – SC, Ano 3, N. 6, p. 38-46, setembro 2001.

VRIES, B. **Communication in the building industry - a strategy for implementing electronic information exchange**. PhD. Thesis. Technische Universiteit Eindhoven, Holanda 1996.