

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

ENOR JOSÉ TONOLLI JÚNIOR

**AMBIENTE COLABORATIVO PARA O APOIO AO
DESENVOLVIMENTO DE MOLDES PARA INJEÇÃO DE PLÁSTICOS**

Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina para obtenção
do grau de Mestre Em Engenharia de Produção

Orientador: Prof. Fernando Antônio Forcellini, Dr.

FLORIANÓPOLIS

2003

ENOR JOSÉ TONOLLI JÚNIOR

**AMBIENTE COLABORATIVO PARA O APOIO AO
DESENVOLVIMENTO DE MOLDES PARA INJEÇÃO DE PLÁSTICOS**

Esta dissertação foi julgada e aprovada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 27 de junho de 2003.

Prof. Edson Pacheco Paladini, Dr.
Coordenador

Banca examinadora:

Prof. Fernando Antônio Forcellini, Dr.
Orientador, UFSC

Prof. Carlos Alberto Costa, PhD
Co-orientador, UCS

Prof. Osmar Possamai, Dr.
UFSC

A minha esposa Marta e às minhas
filhas Bianca e Nicole, pelo amor, carinho e
incentivo durante a realização deste trabalho.
A meus pais Loiva e Enor (in memoriam)
que sempre apoiaram e incentivaram
o meu desenvolvimento.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Universidade de Caxias do Sul e a Universidade Federal de Santa Catarina pela oportunidade de desenvolver este trabalho.

Aos professores coordenadores do curso Prof. Dr. Ademir Galelli e Prof. Dr. Osmar Possamai pelo excelente encaminhamento do curso.

Ao Prof. Dr. Fernando Forcellini pela orientação dedicada e profissional com que direcionou este trabalho.

Ao Prof. Dr. Carlos Costa um agradecimento especial, suas idéias, orientação e profissionalismo foram fundamentais na realização deste trabalho.

Às empresas e seus profissionais, que permitiram a realização das pesquisas, fornecendo informações valiosas para esta dissertação.

Aos colegas pela amizade e carinho.

A todos, não citados diretamente neste trabalho, que contribuíram para a sua realização.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE QUADROS

LISTA DE SIGLAS

RESUMO

ABSTRACT

CAPÍTULO 1– INTRODUÇÃO.....	01
1.1 Descrição do problema.....	01
1.2 Objetivos da dissertação.....	02
1.3 Estrutura do trabalho.....	03
CAPÍTULO 2 – DESAFIOS DOS AMBIENTES DE DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS PARA MOLDES DE INJEÇÃO DE PLÁSTICOS.....	05
2.1 Introdução.....	05
2.2 A indústria de transformação de plásticos.....	05
2.3 Especificações para o desenvolvimento de projetos de moldes.....	07
2.3.1 O Projeto de moldes de injeção.....	07
2.3.2 Cavidades de injeção.....	10
2.3.3 Sistema de alimentação.....	11
2.3.4 Sistema de extração.....	14
2.3.5 Sistema de refrigeração.....	15
2.3.6 Sistema de ventilação.....	16
2.3.7 Distribuição de cavidades.....	17
2.4 Níveis de interferência no desenvolvimento do projeto de moldes.....	17
2.5 Ambientes computacionais de apoio ao desenvolvimento de moldes.....	19
2.6 Ambientes e projetos colaborativos.....	22
2.7 Considerações.....	22
CAPÍTULO 3 – AQUISIÇÃO E MODELAGEM DE INFORMAÇÕES NO AMBIENTE DE DESENVOLVIMENTO DE MOLDES DE INJEÇÃO.....	24
3.1 Introdução.....	24

3.2 Aspectos gerais da aquisição e modelagem das informações.....	24
3.3 As técnicas de modelagem IDEF.....	26
3.3.1 IDEF0.....	27
3.3.2 IDEF3.....	29
3.4 O fluxo de informações entre cliente, ferramentaria e escritórios de projeto..	31
3.5 Competências essenciais no desenvolvimento moldes de injeção.....	34
3.6 Considerações.....	38
CAPÍTULO 4 – AMBIENTE DE COMUNICAÇÃO ENTRE CLIENTE, FERRAMENTARIA E ESCRITÓRIOS DE PROJETO.....	39
4.1 Introdução.....	39
4.2 Ambiente colaborativo proposto.....	39
4.2.1 Relação entre Cliente e Ferramentaria.....	42
4.2.2 Relação entre Ferramentaria e Escritório de Projetos.....	43
4.3 Considerações.....	46
	48
CAPÍTULO 5 – AMBIENTE COLABORATIVO PARA O APOIO AO DESENVOLVIMENTO DE MOLDES DE INJEÇÃO.....	47
5.1 Introdução.....	47
5.2 Sistema computacional.....	47
5.3 Identificação dos atores.....	48
5.3.1 Competências do Cliente no Ambiente Colaborativo.....	50
5.3.2 Competências da Ferramentaria no Ambiente Colaborativo.....	53
5.3.3 Competências do Escritório de Projetos no Ambiente Colaborativo.....	59
5.4 Interatividade entre os atores do processo através do ambiente colaborativo.	61
5.5 Considerações.....	65
CAPÍTULO 6 – CONCLUSÕES.....	66
6.1 Contribuições deste trabalho.....	66
6.2 Conclusões.....	67
6.3 Sugestões para trabalhos futuros.....	67
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR.....	73
APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO ESTRUTURADO.....	74
APÊNDICE B – MODELAGEM IDEF0.....	90
APÊNDICE C – MODELAGEM IDEF3.....	105

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Atividades do projeto para moldes de injeção de plásticos.....	08
Figura 2.2 – Interação entre os componentes de um molde durante o seu projeto (Menges et al, 2001).....	09
Figura 2.3 – Componentes do Sistema de Alimentação. (C-Mold Design Guide, 2000).....	11
Figura 2.4 – Vista explodida de um sistema de câmara quente. (Cruz , 1997).....	13
Figura 2.5 – Configurações gerais dos sistemas de alimentação. (C-Mold Design, 2000).....	13
Figura 2.6 – Tipos de canais de corte. (C-Mold Design Guide, 2000).....	14
Figura 2.7 – Mecanismo da distorção geométrica causada por resfriamento desbalanceado. (C-Mold Design Guide, 2000).....	15
Figura 2.8 – Mecanismo de distorção geométrica causada por resfriamento desbalanceado. (C-Mold Design Guide, 2000).....	15
Figura 2.9 – Ambiente de decisão para a manufatura. (Zaremba e Prazad, 1994).....	20
Figura 2.10 – Modelagem de dados para a manufatura. (Zaremba e Prazad, 1994).....	21
Figura 3.1 – Caixa de atividades para o projeto do molde utilizando o software KBSI para modelagem IDEF0.....	28
Figura 3.2 – Caixa de atividades para o orçamento do molde utilizando o software KBSI para modelagem IDEF0.....	28
Figura 3.3 – Modelagem IDEF3 para o projeto do molde utilizando o software ProSim 5.0 da KBSI Tools.....	30
Figura 3.4 – Modelagem IDEF3 para o orçamento do molde utilizando o software ProSim 5.0 da KBSI Tools.....	31
Figura 3.5 – Relação entre Cliente, Ferramentaria e Projetos.....	32
Figura 3.6 – Comunicação entre Cliente, Ferramentaria e Projetos.....	32
Figura 3.7 – Representação do ambiente colaborativo para troca de informações.....	33
Figura 3.8 – Competências essenciais do cliente.....	35
Figura 3.9 – Competências essenciais da ferramentaria.....	36
Figura 3.10 – Competências essenciais do projeto.....	37
Figura 3.11 – Visão dos atores no ambiente colaborativo.....	37
Figura 4.1 – Representação geral do ambiente colaborativo.....	40
Figura 4.2 – Ação do aplicativo e localização da base de dados.....	41

Figura 4.3 – Banco de dados da Ferramentaria.....	41
Figura 4.4 – Fluxo de informações entre Cliente e Ferramentaria.....	43
Figura 4.5 – Geração de informações pelo projeto.....	44
Figura 4.6 – Fluxo de informações no ambiente colaborativo.....	46
Figura 5.1 – Acesso ao e-ACTIV.....	48
Figura 5.2 – Acesso ao cadastro geral de usuários.....	49
Figura 5.3 – Cadastro do usuário e definição do modo de operação do ambiente.....	49
Figura 5.4 – Máscara de proteção para soldagem.....	50
Figura 5.5 – Dados fornecidos pelo Cliente – Características do componente.....	51
Figura 5.6 – Dados fornecidos pelo Cliente – Dados gerais do molde.....	52
Figura 5.7 – Dados fornecidos pelo Cliente – Dados gerais do molde e da injetora.....	52
Figura 5.8 – Tela de acompanhamento de projetos – Visualização de todos os projetos.....	54
Figura 5.9 – Tela de acompanhamento de projetos – Visualização de um projeto específico.....	54
Figura 5.10 – Cadastro de Clientes.....	55
Figura 5.11 – Cadastro de materiais.....	55
Figura 5.12 – Cadastro de acabamentos.....	56
Figura 5.13 – Cadastro de modelos de porta moldes.....	56
Figura 5.14 – Cadastro de operações.....	56
Figura 5.15 – Cadastro das seqüências de desenvolvimento do molde.....	57
Figura 5.16 – Cadastro de componentes do molde.....	57
Figura 5.17 – Cadastro de mão-de-obra.....	57
Figura 5.18 – Análise de custos do molde.....	58
Figura 5.19 – Impressão do orçamento.....	59
Figura 5.20 – Área de dados alimentada pelo projeto.....	60
Figura 5.21 – Tela compartilhada para comentários e histórico.....	62
Figura 5.22 – Tela de justificativa para alteração de dados.....	63
Figura 5.23 – Tela de entrada de dados, comentários e histórico simultâneos.....	64
Figura 5.24 – Tela de inserção e acompanhamento de comentários.....	64
Figura 5.25 – Tela para o acompanhamento do histórico de alterações.....	65

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 – Crescimento da Indústria de Plásticos de Caxias do Sul.....	06
Quadro 2.2 – Sistemas e funções gerais para moldes de injeção de plásticos.....	10
Quadro 2.3 – Demonstrativo das especificações para o desenvolvimento do molde e o nível de interferência sobre as mesmas.....	18

LISTA DE SIGLAS

BRDE – Banco Regional de Desenvolvimento
CAD – Computer Aided Design
CAE - Computer Aided Engineering
CADFEED - Computer Aided Design of the Feed
CAM - Computer Aided Manufacturing
CAPP - Computer Aided Plan Process
CE – Concurrent Engineering
CII - Computer Integrated Inspection
CIM – Computer Information Manufacturing
CN – Controle Numérico
CNC – Computer Numerical Control
CORBA – Common Object Request Broker Arquitetura
CRM – Customer Relationship Management
DFM – Design for Manufacturing
DFA – Design for Assembly
DFMA - Design for Manufacturing and Assembly
FMEA – Failure Mode and Effect Analysis
IDEF0 – Integration Definition Language 0
IDEF3 - Integration Definition Process Description Capture Method Report
IICE – Information Integration Concurrent Engineering
MC – Morphological Chart
OMG – Object Management Group
P&D – Pesquisa e Desenvolvimento
PLAPSUL – Plataforma de Polímeros do Sul
QFD – Quality Function Deployment
UML – Unified Modeling Language
VA – Value Analysis
XML – Extensible Markup Language

RESUMO

TONOLLI, Enor José Jr. Ambiente Colaborativos para o Apoio ao Desenvolvimento de Moldes de Injeção de Plásticos, 2003, 135f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

O setor de transformação de plásticos, em particular o de moldagem por injeção, tem experimentado nos últimos anos um rápido crescimento e um aumento no conteúdo tecnológico dos produtos produzidos, além de um aumento na complexidade do projeto e da execução dos moldes de injeção. Neste cenário, o *time-to-market* dos produtos desenvolvidos pelas diversas empresas devem ser cada vez menores. Uma das formas de promover a redução deste tempo é pelo emprego de formas mais eficientes de comunicação, ou seja, obter as informações necessárias, no tempo certo e de forma objetiva e organizada. Este trabalho propõe um ambiente para troca de informações específicas para o apoio ao desenvolvimento de moldes de injeção, na forma de um ambiente colaborativo. Para tanto, foi realizada uma pesquisa de campo para verificar como são feitos os desenvolvimentos dos moldes de injeção e analisados estes procedimentos por meio de ferramentas padronizadas como o IDEF0 - *Integration Definition Language 0* e IDEF3 - *Integration Definition Process Description Capture Method Report*. Foram analisadas como se processam as trocas de informações durante o processo de desenvolvimento de projetos, as características das informações necessárias e como elas podem ser organizadas. Foram também, identificados três atores principais neste processo que são cliente, ferramentaria e escritórios de projeto bem como as competências essenciais de cada um deles. Como forma de testar as idéias apresentadas no trabalho, um sistema experimental foi desenvolvido para este fim. O sistema foi desenvolvido na linguagem Delphi versão 7 e utiliza o banco de dados paradox. Um estudo de caso foi desenvolvido comprovando-se a validade da idéia proposta e o sistema experimental.

Palavras-chave: ambientes colaborativos, projetos, comunicação, produção.

ABSTRACT

TONOLLI, Enor José Jr. Ambiente Colaborativos para o Desenvolvimento de Moldes de Injeção de Plásticos, 2003, 135p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

The industry related to plastic transformation process, in particular injection moulding, has grown significantly in the last years, increasing constantly the technological level of their product, mainly related to the product geometry (plastic components and injection moulds) and their development cycle management process. In this scenario, the time-to-market of these kind of product has become shorter reflecting in very limited design, planning, manufacturing, testing and delivery times. In the case of injection moulds, one of the life-cycle functions responsible for the success of the downstream development phases is its design, where efficient communication and quality information are required if reduction in the whole development time is aimed. This work discusses and presents a collaborative environment to support the information exchanging in the initial phases of injection mould development. The exchange of information among injection mould customers, mould makers and design offices has been explored and understood, as well as their relationships and core competencies, defining what kind of information are critical in beginning of the injection mould design process and who is responsible for processing it. IDEF0 (*Integration Definition Language for Function Modelling*) and IDEF3 (*Integration Definition Process Description Capture Method*) have been used to aid the understating and modelling of the information, activities and process related with the injection mould conception and design phases. To explore the ideas presented in this work and the feasibility of the proposed environment, and experimental system is being developed using Delphi® programming tool.

Key-Words: collaborative environment, project, communication, production.

CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO

1.1 Descrição do problema

Vive-se em um mundo globalizado onde a velocidade das transformações sociais, econômicas e tecnologias são cada vez maiores. Segundo Paladini (2000), as empresas estão inseridas em um ambiente dinâmico que requerem ações em níveis crescentes de eficiência (recursos, processos, serviços e métodos) e de eficácia (produtos, mercados, sociedade e meio-ambiente).

Neste panorama, um dos desafios que as empresas enfrentam é o de serem ágeis nos tempos de resposta às demandas dos seus clientes. Uma das formas de promover esta agilidade é a utilização de ferramentas computacionais, na forma de ambientes colaborativos para troca de informações, permitindo assim, que a comunicação entre clientes e fornecedores flua de forma simples, transparente e eficaz.

O segmento de moldagem por injeção, em especial, tem apresentado um grande crescimento ao longo do tempo devido as suas características inerentes que propiciam a fabricação de componentes mais baratos, de geometria complexa e com performance de operação tão boa quanto os materiais de construção mecânica característicos, dependendo da aplicação.

Investimentos têm sido feitos em CAD (*Computer Aided Design*), CAM (*Computer Aided Manufacturing*) e CNC (*Computer Numerical Control*) pelas empresas que produzem os moldes para este setor com o intuito de tornarem-se mais competitivas, melhorar e/ou aumentar a qualidade dos seus produtos, reduzir seus prazos de entrega e, conseqüentemente, aumentarem a sua participação no mercado. O uso destas ferramentas tem sido um importante fator para melhorar a efetividade dos projetos, aumentando a qualidade e reduzindo o tempo total de projeto. Contudo, o aumento da produtividade e a redução esperada do tempo de projeto com o uso de tais ferramentas, nem sempre são atingidos na prática. Isto ocorre devido a uma atuação restrita na operação destas ferramentas no que se refere ao gerenciamento global do desenvolvimento do molde. Portanto, a obtenção e a troca de informações para dar início ao desenvolvimento do projeto de um molde de injeção, por exemplo, não é satisfatório utilizando-se somente destas ferramentas computacionais.

Ao observar que este segmento está ciente da importância de tornar-se mais dinâmico, ocorre também uma precária utilização ou, até mesmo, a inexistência de procedimentos que visem à racionalização dos esforços e dos insumos despendidos no momento de iniciarem um

novo projeto. Além disso, existe uma forte tendência à terceirização da atividade de projeto dos moldes por parte das ferramentarias. Isto pode se tornar um fator complicador do desenvolvimento de novos projetos, uma vez que a comunicação pode ser dificultada caso não sejam desenvolvidas formas eficientes de troca de informações.

Tais aspectos, terceirização e a conseqüente dificuldade de comunicação, são ratificados por uma pesquisa de campo nas principais ferramentarias da região de Caxias do Sul, com o intuito de estudar o processo de desenvolvimento de moldes de injeção de plásticos, e o processo de troca de informações para este fim. Durante a pesquisa, percebeu-se que um dos grandes problemas que as ferramentarias enfrentavam juntamente com os escritórios de projeto, sejam estes terceirizados ou não, é a obtenção das especificações para iniciar um projeto. Estas especificações que a princípio deveriam partir completas do cliente (requisitos do cliente), normalmente chegam as ferramentarias de formas incompleta e desestruturada, e a própria ferramentaria ou o escritório de projetos, acaba por definir as especificações faltantes para então iniciar o desenvolvimento do molde. Isto acarreta uma demora maior que a necessária para a ferramentaria definir o orçamento do molde e, conseqüentemente, o setor de projetos iniciar o desenvolvimento do projeto do molde uma vez que as definições que não partiram do cliente devem ser submetidas de volta a este para sua aprovação.

Assim, a implementação de formas eficientes de aquisição e troca de informações para o desenvolvimento do projeto, pode tornar-se uma ferramenta importante na busca pela maior competitividade das empresas.

Este trabalho, portanto, busca explorar a questão relacionada ao desenvolvimento de moldes de injeção em um ambiente colaborativo para troca de informações entre cliente, ferramentaria e escritórios de projeto com vistas a agilizar o processo de desenvolvimento de moldes.

1.2 Objetivos do trabalho

Para desenvolver o trabalho foi definido como objetivo geral propor um ambiente de comunicação mais eficiente e dinâmico entre cliente, ferramentaria e escritórios de projeto para o apoio ao desenvolvimento de moldes de injeção.

Para alcançar o objetivo geral, delinear-se os seguintes objetivos específicos:

- 1) determinar quais são as especificações necessárias para o projeto de moldes para injeção de plásticos;
- 2) estabelecer o fluxo de informações entre cliente, ferramentaria e escritórios de projeto durante o desenvolvimento dos moldes de injeção;
- 3) estruturar um ambiente de comunicação para o desenvolvimento de moldes de injeção;
- 4) desenvolver um sistema experimental de um ambiente colaborativo para apoiar o desenvolvimento de moldes de injeção;
- 5) avaliar e testar os resultados obtidos deste ambiente colaborativo.

1.3 Estrutura do trabalho

O trabalho desenvolvido está estruturado em seis capítulos, incluindo a introdução.

O Capítulo 2 faz uma revisão dos principais itens que fazem parte das especificações necessárias para o desenvolvimento do projeto de moldes e quais são e como são utilizados os ambientes de comunicação.

O Capítulo 3 explora como as trocas de informações são tratadas, a fim de compreender, estruturar e propor alternativas para o processo de aquisição e troca de informações. Neste capítulo, o tratamento das informações é realizado com base na pesquisa de campo realizada, no uso das ferramentas de modelagem IDEF0 (*Integration Definition Language for Function Modeling*) e IDEF3 (*Integration Definition Process Description Capture Method*) e na definição das competências essenciais. Estes três elementos, a pesquisa de campo, as ferramentas IDEF e as competências essenciais servem de base para estruturar o ambiente colaborativo a ser desenvolvido no capítulo 4.

O Capítulo 4 discute como ocorrem às trocas de informação entre cliente, ferramentaria e escritórios de projeto, e propõe o ambiente colaborativo baseando-se numa pesquisa de campo realizada e nas modelagens realizadas no capítulo 3.

O Capítulo 5 testa o ambiente proposto no Capítulo 4, fazendo a aplicação do ambiente colaborativo proposto em um estudo de caso a partir do desenvolvimento de um aplicativo computacional para esta função. Neste capítulo é testado o processo de troca de informações para o desenvolvimento de moldes de injeção.

O capítulo 6 apresenta as conclusões obtidas e traz algumas sugestões como extensão deste trabalho.

CAPÍTULO 2 DESAFIOS DOS AMBIENTES DE DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS DE MOLDES PARA INJEÇÃO DE PLÁSTICOS

2.1 Introdução

Este capítulo faz uma revisão sobre as informações necessárias para o desenvolvimento de moldes de injeção onde são vistas as especificações necessárias para o desenvolvimento de um molde de injeção e quais são as interferências que o cliente, a ferramentaria e o escritório de projetos exercem sobre estas especificações.

Por fim, é feita uma revisão sobre os ambientes computacionais de apoio ao projeto e a forma pela qual os objetos do mundo real relacionam-se com os sistemas computacionais.

2.2 A Indústria de transformação de materiais plásticos

A dinâmica do “*modus vivendi*” da sociedade humana altera a característica da demanda de produtos, principalmente de plásticos, induzindo à criação de novos produtos, assim como novos produtos também podem induzir a outros comportamentos humanos e ambos interagem reciprocamente. Neste sentido, o plástico é portador de características que são funcionais a várias tendências de hábitos de consumo da sociedade moderna: consumo massificado, auto-serviço, embalagens para *fast-food*, descartabilidade, *one-way*, obsolescência planejada, consumo unitário, praticidade, leveza, atoxidade, segurança e custo acessível.

A região de Caxias do Sul, no estado do Rio Grande do Sul, é caracterizada pela atividade econômica eminentemente industrial tornando-se um pólo de desenvolvimento no ramo de processamento de plásticos e, em especial, na fabricação de moldes para injeção de termoplásticos. O crescimento deste segmento pode ser verificado na tabela 2.1, a qual mostra o desenvolvimento deste setor ao longo dos últimos anos.

Grande parte das empresas que produzem moldes nesta região é caracterizada como de pequeno porte (menos de 100 funcionários) e atendem principalmente os setores automotivos, agro-industrial, eletro-eletrônico e utensílios domésticos (injeção), em segundo plano ficam as embalagens (sopro) e construção civil (extrusão).

Quadro 2.1 - Crescimento da Indústria de Plásticos em Caxias do Sul.

	Crescimento Nominal	Crescimento Real
Mês Dezembro/1998	(0,76)	(8,23)
Mês Dezembro/1999	29,42	10,86
Mês Dezembro/2000	22,04	3,33
Mês Junho/2001	8,69	(3,81)

Fonte: Diretoria de Economia e Estatística da Câmara de Indústria e Comércio de Caxias do Sul, 2001.

Como forma de corroborar alguns dados das fontes citadas neste trabalho e identificar outros dados importantes, foi realizada uma pesquisa de campo. Esta pesquisa baseou-se em um questionário orientado ao segmento de transformação de plásticos abrangendo as principais ferramentarias, escritórios de projeto e empresas que estão diretamente relacionadas à área do plástico. Foram entrevistadas dezoito empresas no total e o questionário foi dividido em cinco grupos de perguntas para poder avaliar vários aspectos deste segmento, a saber:

1. Ambiente e Sistemas: este grupo de perguntas pesquisa quais são os sistemas comumente utilizados pelas ferramentarias e escritórios de projetos e como se processam as trocas de informações entre cliente, ferramentaria e escritórios de projeto e como este processo poderia ser melhorado;
2. Gerenciamento do Projeto: neste grupo são pesquisadas as formas de acompanhamento e o que é mais relevante durante o desenvolvimento dos projetos;
3. Pessoal: neste grupo é pesquisado o nível, a disponibilidade e como a mão-de-obra para este setor é vista pelas ferramentarias;
4. Empresa: este grupo de perguntas pesquisa o tamanho, volume de produção e o segmento de atuação das ferramentarias;
5. Processo: este grupo pesquisa como são as relações do processo de projeto e de que forma cada empresa pesquisada procura se posicionar no mercado.

O primeiro item, Ambientes e Sistemas, é mais importante da pesquisa no sentido de justificar este trabalho. Neste item é possível observar (ver tabulação no apêndice A) que a maioria das empresas não utiliza qualquer sistema para gerenciar projetos e que uma carência no sentido melhorar a comunicação entre cliente, ferramentaria e escritórios de projetos.

A importância do segmento plástico também é evidenciada como demonstra o relatório da Plapsul – Plataforma de Polímeros do Sul do Brasil (1999), o qual aborda as tendências das inovações tecnológicas de produto e processo, as tecnologias de gestão e as

tendências de P&D (Pesquisa e Desenvolvimento). Uma das informações importantes do resultado da pesquisa do Plapsul, (quadro 19, pág. 59), revela que grande parte das empresas transformadoras tem forte preocupação com a qualidade, com o processo e com a produção. O molde, embora seja parte crucial do processo, não é visto como um componente do processo a ser desenvolvido dentro da empresa, ou seja, a grande maioria das empresas transformadoras prefere que seu projeto e construção sejam feitos fora. Isto pode justificar o desenvolvimento e o crescimento do segmento de mercado marcado pelas ferramentarias e escritórios de desenvolvimento de projetos de moldes, fazendo do molde, um produto. Outro fator importante demonstrado no relatório da Plapsul (1999), é o porte das empresas transformadoras de plástico e de desenvolvimento de moldes. Em sua grande maioria são empresas de pequeno a médio porte e fornecem principalmente para as indústrias automotiva e de eletroeletrônicos.

Como pode ser visto na tabulação da pesquisa realizada, os dados levantados corroboram muito destes dados das fontes citadas neste trabalho, como, por exemplo, número de funcionários, setores de atuação e volume de produção visto nas questões 30, 31 e 32. Foi possível também, capturar o perfil da comunicação e do processo de troca de informações entre clientes e fornecedores desta área, item este que normalmente não é avaliado. Revelou também, que há uma forte tendência por parte das ferramentarias à terceirização do projeto. As questões de 1 a 17 do questionário demonstram estes fatos.

Na seqüência, serão estabelecidas quais são as especificações necessárias para o projeto de moldes de injeção de plásticos, com o intuito de desenvolver um ambiente colaborativo que atenda a estas especificações.

2.3 Especificações para o desenvolvimento de projetos de moldes

2.3.1 O Projeto do Molde de Injeção

Autores como Rees (1995) e Menges et al (2001), sugerem metodologias de projeto ou formas de trabalho específicas, em relação as metodologias genéricas, quando se referem ao projeto de moldes. Segundo Evbuomwan et al (1996), o estudo dos processos de projeto, teorias de projeto e metodologias têm sido a preocupação de engenheiros, projetistas e pesquisadores nas últimas quatro décadas. Estes estudos buscam o desenvolvimento de um processo organizado, investigativo e interativo de tomadas de decisões. Estes estudos levaram a elaboração de modelos genéricos para o desenvolvimento de projetos que são citados por

Evbuomwan et al (1996), e são: C. J. Jones, Asimov, Pahl e Beitz, VDI 2221, Watts, Marples, Archer, Krick, Nigel Cross, Hubka, French, Sir Alan Harris, Pugh e a norma BS 7000.

Devido a sua complexidade, o projeto de um molde é uma tarefa que demanda um grande esforço e competência para realizá-la, pois envolve conhecimentos de diversas áreas técnicas. A habilidade do projetista em reunir as informações necessárias para o desenvolvimento do projeto influenciará nas características, na qualidade e nas propriedades da peça moldada. A possibilidade de não se obter as informações para o desenvolvimento do molde no tempo necessário, pode levar o projetista a determinar certas características no molde que poderão comprometer a peça moldada. Outra possibilidade, talvez ainda mais danosa, é a do projetista estar trabalhando sobre uma informação errada ou desatualizada.

Desta forma, a compreensão da seqüência de atividades do projeto pode contribuir de forma a organizar melhor a atividade projetual. Assim, a atividade de projeto de um molde e injeção pode ser dividida em dois grandes grupos. O primeiro trata da concepção do molde por meio do projeto preliminar que irá esboçar a forma que o molde terá. O segundo grupo trata de desenvolver o molde nos seus mínimos detalhes já objetivando a sua fabricação. A figura 2.1 ilustra estes dois estágios do processo de projeto do molde.

Embora estejam representadas de forma seqüencial, todas as atividades de projeto possuem elevado grau de interação entre si.

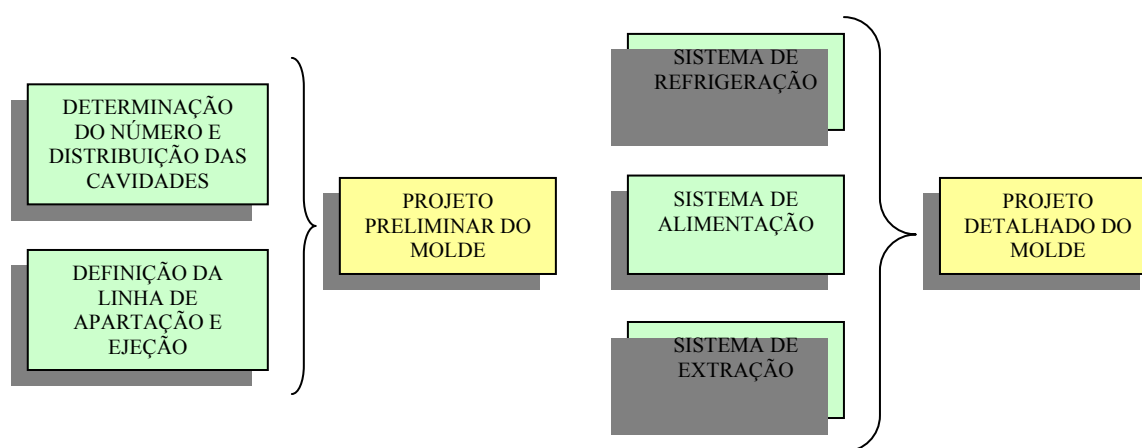


Figura 2.1 Atividades do projeto para moldes de injeção de plásticos.

Para demonstrar a forte interação que existe entre as diversas etapas do projeto, a figura 2.2 apresenta um diagrama de relacionamento entre os diversos elementos necessários para o desenvolvimento de projeto de moldes sugerido por Menges et al (2001).

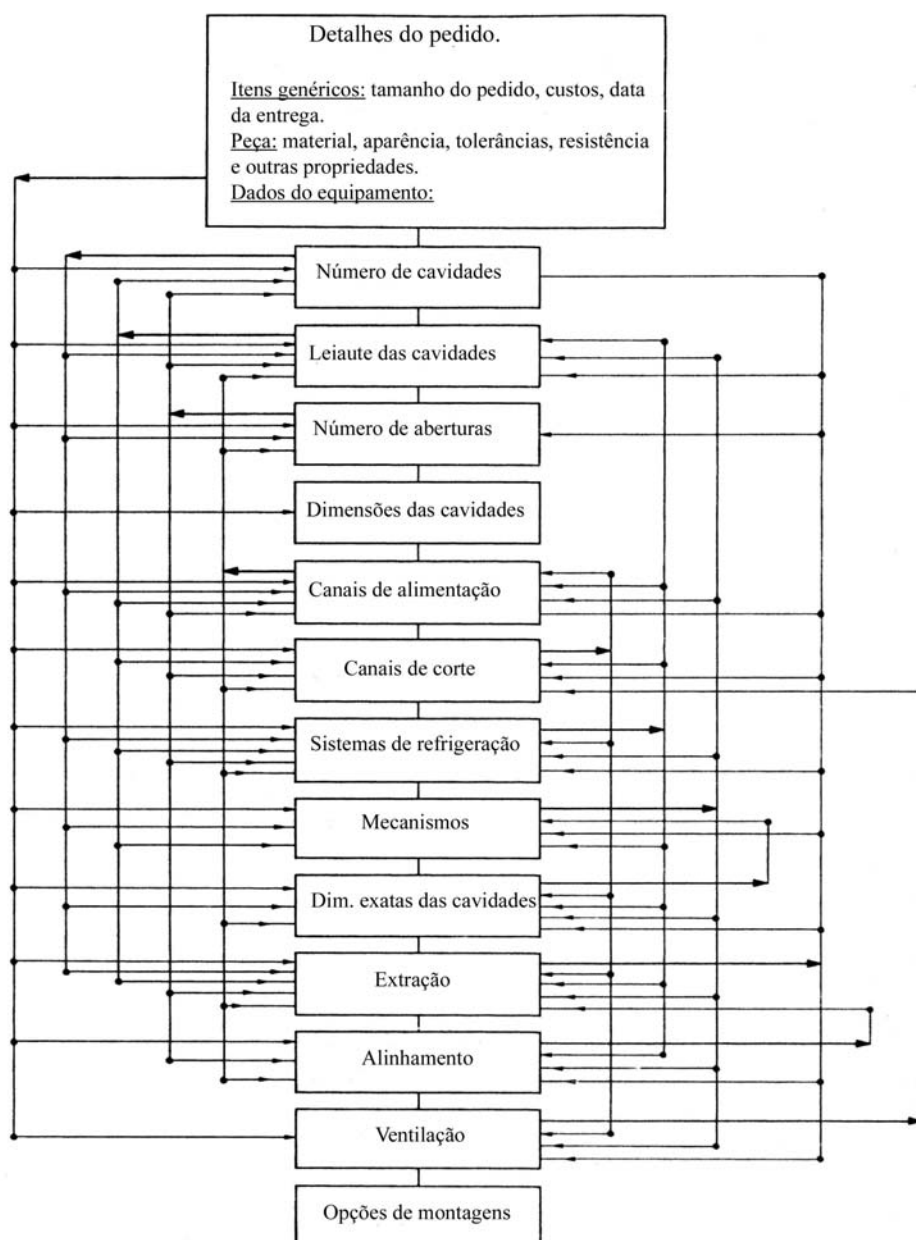


Figura 2.2 – Interação entre os componentes de um molde durante o seu projeto.
(Menges et al, 2001).

O molde pode ser dividido em seis sistemas principais, sendo que cada um está diretamente relacionado a uma função. Estas funções já haviam sido identificadas em Rees (1995), Stoeckert e Mennig (1998) e Menges et al (2001).

No quadro 2.2, pode-se observar como se relacionam estes sistemas em relação as suas funções.

Quadro 2.2 – Sistemas e funções gerais para moldes de injeção de plásticos

Funções do Molde de Injeção	Sistemas do Molde de Injeção
Dar forma, tamanho e acabamento superficial do componente moldado.	Cavidades e machos.
Facilitar o escape de ar e gases do molde.	Sistema de ventilação.
Prover o adequado fluxo do material a partir do bico da injetora até as cavidades.	Sistemas de alimentação.
Extração dos componentes após a injeção.	Sistema de extração.
Controlar a temperatura do molde para resfriar o plástico até o estado rígido.	Sistema de resfriamento.
Manter cavidades e machos fixos e na posição correta.	Placas do molde e sistema de alinhamento.
Cumprir os requisitos de produção de forma econômica e produzir componentes funcionais.	Sistema cavidade/macho e configuração do molde.

As funções, interações e formas de desenvolvimento de projetos de moldes são de importância fundamental para que se possa desenvolver o ambiente colaborativo no sentido de que, a partir da compreensão destas formas de projeto e dos elementos relevantes ao projeto, é que se poderá estabelecer a forma mais adequada de comunicação entre as partes envolvidas.

2.3.2 Cavidades de Injeção

É o componente do molde responsável pelas definições de tamanho, dimensões e acabamento superficial do produto injetado. Diversos são os critérios e os fatores limitantes que devem ser considerados da definição do número de cavidades. Alguns critérios que devem ser levados em consideração são, tamanho e capacidade da máquina injetora, geometria da peça e tempo do ciclo de injeção. A informação do número de cavidades deve ser acompanhado dos dados da máquina que receberá o molde, uma vez que há uma relação direta entre número de cavidades e máquina injetora. Este vínculo dá-se em relação à força de fechamento da máquina injetora, dimensões da máquina, quantidade de material capaz de ser injetada por ciclo de injeção, quantidade de material plastificado que a máquina pode fornecer ao molde. Informações detalhadas podem ser obtidas em Provença (1993), Rees (1995), Stoeckhert e Mennig (1998), Menges et al (2001).

Como o volume de produção e todo o processo produtivo estão sob o controle do cliente, o número de cavidades normalmente é por este, ficando a cargo da ferramentaria e/ou

do projeto, a distribuição e a posição destas cavidades no interior do molde. Em algumas situações, a ferramentaria e/ou o escritório de projetos podem sugerir o número de cavidades do molde a pedido do cliente.

2.3.3 Sistema de Alimentação

O sistema de alimentação é responsável por conduzir o material desde a saída do canhão da injetora até o interior das cavidades, e é composto por três subsistemas denominados: canal de injeção (resultado da bucha de injeção, também chamado de “jito”), canais de alimentação (principal e secundário) e canais de corte (passagem do canal de alimentação para o interior da cavidade).

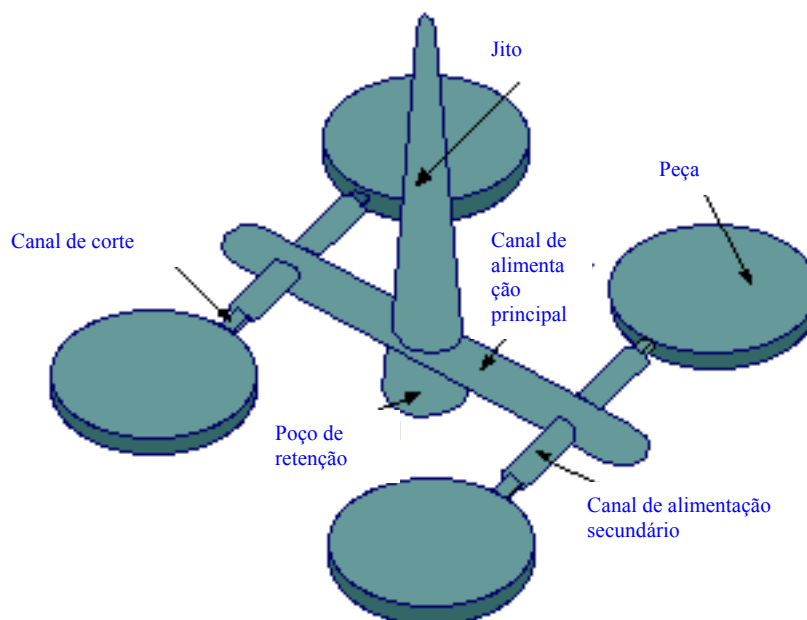


Figura 2.3 – Componente do Sistema de Alimentação. (C-Mold Design Guide, 2000).

Os canais de alimentação devem ser projetados de forma a fornecer o mesmo volume de material fundido e a mesma pressão de injeção por todo o percurso de alimentação, até a entrada e preenchimento das cavidades. Como requisito adicional, deve oferecer o menor peso possível e ser facilmente desmoldado. Os canais de alimentação podem ser divididos em canais frios e canais quentes.

Os canais quentes também conhecidos por câmara quente podem ser entendidos como uma extensão das condições presentes no bico do canhão da injetora, que se prolongam até o canal de entrada na cavidade do molde. O uso desta tecnologia resulta em menos refugo de

material no processo de injeção, em contrapartida, o custo do molde torna-se mais elevado. O sistema de câmara quente é normalmente adquirido como um componente padrão para um determinado molde cujos principais elementos a serem considerados são: número de cavidades, distribuição e distâncias entre os bicos de alimentação do sistema de câmara quente e o material plástico que será processado. Na figura 2.4, podem-se ver os elementos que compõe um sistema de câmara quente.

Devido a grande importância dos canais de alimentação, sejam estes aquecidos ou não, foram desenvolvidos sistemas computacionais específicos para esta atividade como o CADFEED (Computer Aided Design of the FEED), Ong (1995), entretanto, sistemas comerciais mais genéricos como o MoldFlow® e o C-MOLD® também podem ser utilizados para avaliar os canais de alimentação.

Para os sistemas de canais frios, dois aspectos devem ser considerados, que são: a forma da seção transversal e o leiaute do canal. O formato da seção transversal deve ser projetado de forma a permitir o melhor fluxo do material através do molde, enquanto que o leiaute, deve prover o menor, ou o melhor, caminho para o material. Na figura 2.5, são apresentadas as configurações gerais dos sistemas de alimentação.

O tipo de alimentação que será implementado no molde tem forte influência do projetista, entretanto é o cliente quem decide num primeiro momento qual dos sistemas será utilizado.

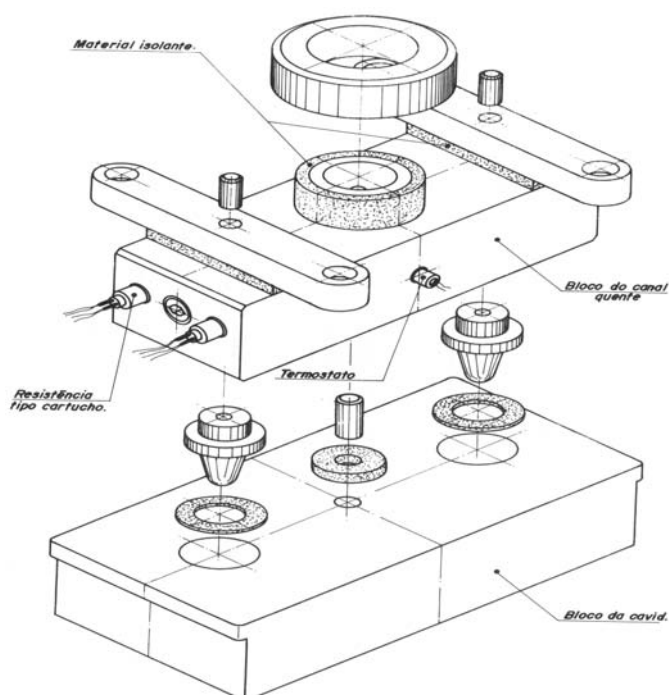


Figura 2.4 – Vista explodida de um sistema de câmara quente. (Cruz, 1997).

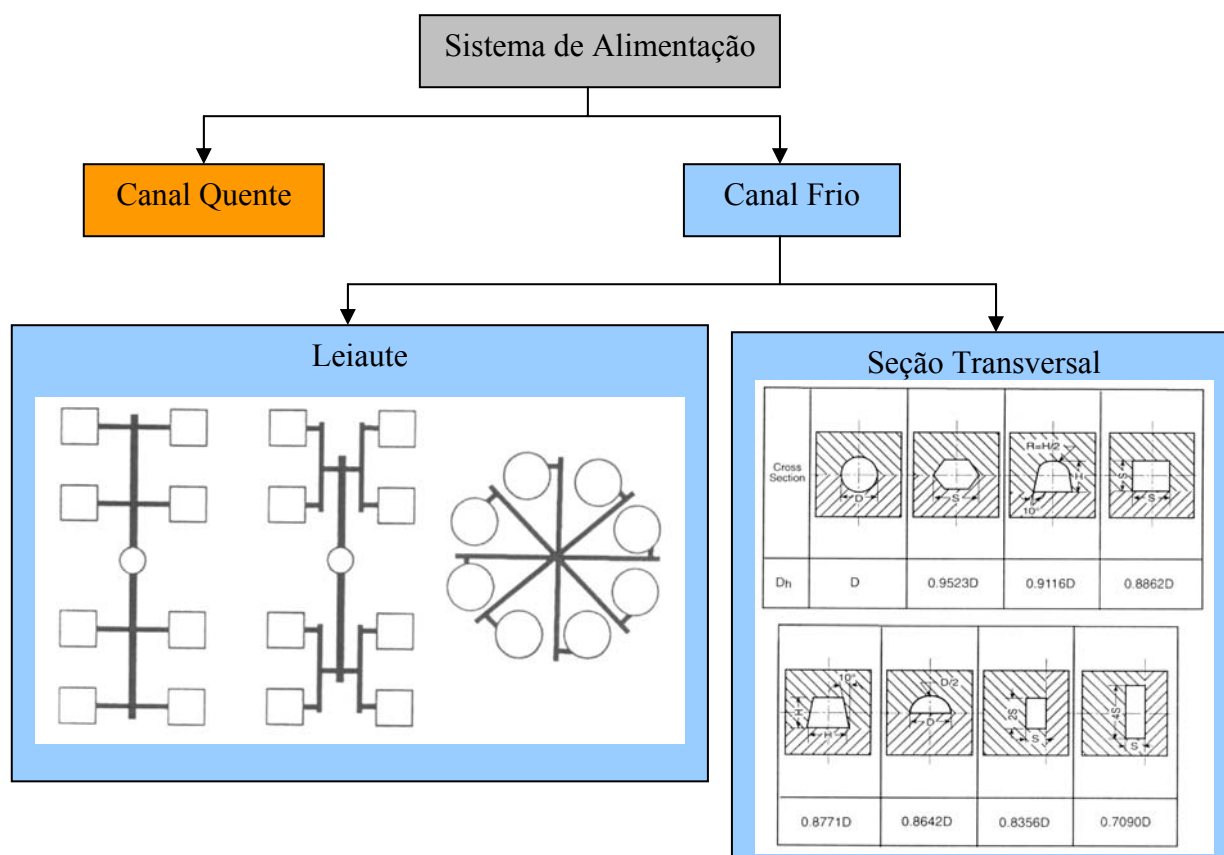


Figura 2.5 - Configurações gerais dos sistemas de alimentação. (C-Mold Design Guide, 2000).

O canal de corte, que também integra o sistema de alimentação, é uma pequena abertura (ou orifício) através do qual o polímero fundido penetra na cavidade. O desenho deste canal para uma aplicação em particular, inclui a seleção do tipo de canal, dimensões e localização. Estes elementos podem ser definidos pela peça a ser injetada ou pelo projeto do molde. Alguns dos fatores restritivos por parte da peça a ser injetada podem ser as especificações (aparência, tolerância, concentricidade) e tipo de material a ser moldado. Por parte do molde, podem ser tipo de placas utilizadas e fatores econômicos (custo da ferramenta, tempo de ciclo, volume de sucata permitido). O desenho do canal de corte é de extrema importância para a qualidade da peça injetada e para a produtividade. Basicamente, estes pontos devem ser pequenos de forma a garantir a fácil desmoldagem e separação da peça injetada. Em contrapartida, devido a elevada restrição imposta, grande parte da pressão de injeção é consumida neste ponto e, conseqüentemente, a temperatura do material eleva-se consideravelmente. Na figura 2.6 são mostrados alguns dos tipos de canais de corte utilizados.

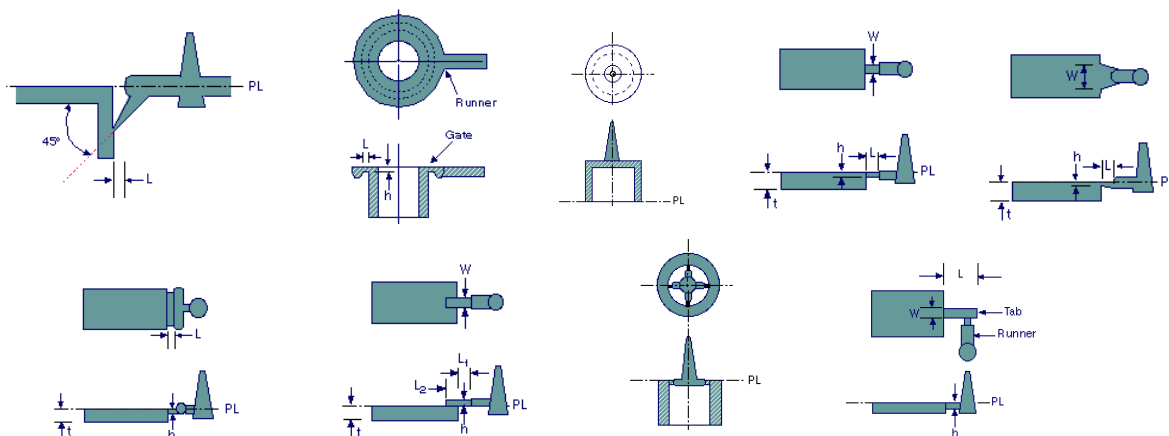


Figura 2.6 – Tipos de canais de corte. (C-Mold Design Guide, 2000).

2.3.4 Sistema de Extração

O sistema de extração tem como função principal, remover a peça moldada do interior do molde, após os processos de injeção (preenchimento do molde e compactação do material) e resfriamento terem terminado. As formas de extração da peça do interior do molde podem ser feitas por meio de pinos extratores, buchas extratoras, lâminas extratoras, placas extratoras, pinças extratoras ou ar, Cruz (1993). Os extratores devem ser posicionados preferencialmente em áreas onde poderão atuar sobre cantos, nervuras e/ou paredes laterais das peças. A extração é uma situação crítica no processo pois pode comprometer permanentemente a peça moldada devido ao posicionamento inadequado dos extratores, gerando empenamentos, tensões residuais ou marcas. Uma análise mais aprofundada sobre um sistema de extração otimizado, pode ser visto em Wang et al (1996), onde é sugerido um algoritmo para calcular os pontos ótimos para colocação dos extratores bem como sua área de contato.

2.3.5 Sistema de Refrigeração.

O sistema de refrigeração tem como principal função, o controle de temperatura do molde, a fim de permitir condições adequadas ao fluxo do material no interior do molde e garantir o resfriamento do componente moldado até atingir o estado sólido. Durante este processo, o sistema deve trabalhar de forma a reduzir ou eliminar possíveis tensões residuais termo-induzidas provenientes do resfriamento desbalanceado, figura 2.7 e figura 2.8.

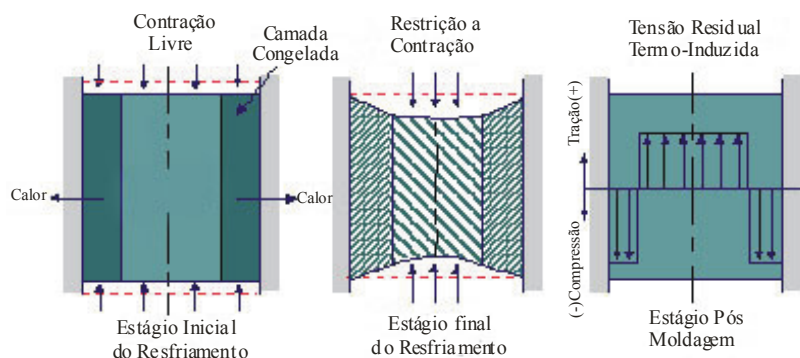


Figura 2.7 – Mecanismo da distorção geométrica causada por resfriamento desbalanceado (C-Mold Design Guide (2000)).

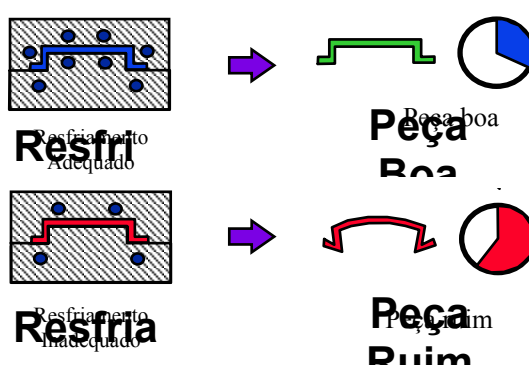


Figura 2.8 – Mecanismo da distorção geométrica causada por resfriamento desbalanceado (C-Mold Design Guide, 2000).

A refrigeração é um dos elementos mais críticos no projeto de um molde. Dela dependerá o tempo de ciclo o qual influenciará diretamente na produção e produtividade do molde que por sua vez influenciará no custo final do produto injetado. Além disso, as características do polímero devem ser consideradas no projeto da refrigeração, ou seja, a estrutura do polímero sendo amorfa ou cristalina, repercutirá no projeto. Dependendo das características do produto e da configuração do molde, diferentes mecanismos para os sistemas de resfriamento podem ser utilizados como mostram, Cracknell e Dyson (1993), Dubois e Prinble's (1995), Rees (1995) e Menges et al (2001).

2.3.6 Sistemas de Ventilação

Os sistemas de ventilação em um molde de injeção tem por finalidade, permitir o escape do ar e dos gases gerados no processo que poderiam ficar retidos no interior do molde durante a fase de preenchimento. A retenção desses gases coloca em risco a adequada operação do molde, uma vez que retardam o preenchimento e podem provocar pontos de queima no produto injetado. A solução para este problema é relativamente simples bastando

apenas prover pequenas aberturas em pontos estratégicos do molde. Estas aberturas podem ser pequenas ranhuras entre duas placas, folgas de ajuste entre os insertos de cavidades, machos e extratores ou pela inserção de elementos porosos como grãos de bronze aglomerados, os quais permitem a passagem dos gases pelos espaços intergranulares.

2.3.7 Distribuição das Cavidades

A distribuição das cavidades no molde definirá o leiaute do mesmo de forma a ter o melhor aproveitamento de espaço além de prover o adequado balanceamento das forças de injeção. O item 2.3.2, figura 2.5 dá uma idéia geral sobre as possíveis distribuições das cavidades. Maiores informações podem ser obtidas em Rees (1995), Rosato e Rosato, (1995), Menges et al (2001).

2.4 Níveis de interferência no desenvolvimento do projeto de moldes

É importante salientar que todo o processo de desenvolvimento de um ambiente colaborativo depende da definição de quais informações serão tratadas, por quem e a que momento.

No item 2.3 deste capítulo, foram abordadas as especificações necessárias ao desenvolvimento do projeto de moldes de injeção e, na pesquisa de campo realizada, pode-se definir quem são os atores que tratarão estas informações e em que momento.

Três atores principais estão envolvidos na fabricação de um molde, que são: cliente, ferramentaria e escritório de projeto.

- o cliente: é o início do processo. Este é o elemento responsável por fazer a solicitação de fabricação do molde e por fornecer os dados do componente a ser produzido posteriormente;
- a ferramentaria: é quem fabrica o molde propriamente dito e é o elo de ligação entre o cliente e o projeto. Sua atuação dá-se sobre o processo de fabricação e cotação do molde.
- escritório de projetos: este é o responsável por aplicar no projeto do molde os requisitos solicitados pelo cliente no que se refere ao produto que a ser injetado. Sua atuação se dá eminentemente sobre as características técnicas de concepção do molde.

Estes atores do processo estabelecem em suas relações, o nível de interferência de cada um sobre as informações que definirão o projeto do molde. Esta definição torna-se

importante, uma vez que o ambiente é orientado para o campo de atuação específico de cada um onde cliente, ferramentaria e escritório de projeto, executam atividades distintas que ao longo do processo devem ser constantemente monitoradas e tratadas.

O quadro 2.3 apresenta uma síntese das informações específicas para o projeto do molde, bem como os atores do processo e seu grau de interferência em cada informação durante o desenvolvimento do projeto. Tais informações foram baseadas no questionário aplicado durante a pesquisa de campo e na bibliografia específica para projeto de moldes.

Quadro 2.3 - Demonstrativo das especificações para o desenvolvimento do molde e o nível de interferência sobre as mesmas.

Requisitos/Especificações	Cliente	Ferramentaria	Projetos
1.Dados do cliente	xx	o	o
2.Dados do componente injetado:			
2.1 Geometria	xx	x	x
2.2 Material	xx	o	o
2.3 Volume de Produção	xx	o	o
3.Dados da injetora	xx	o	o
4.Dados do Molde			
4.1 Material do molde	xx	x	x
4.2 Acabamento	xx	o	o
4.3 Sistema de troca rápida	xx	o	o
4.4 Gravações	xx	o	o
5. Fabricação do Molde			
5.1 Equipamentos	o	xx	x
5.2 Tratamentos térmicos	x	xx	x
5.3 Tempo de fabricação	o	xx	o
6. Projeto			
6.1 Custo do projeto	o	o	xx
6.2 Tempo de projeto	o	o	xx
6.3 Número de cavidades	xx	x	xx
6.4 Leiaute das cavidades	x	x	xx
6.5 Sistema de alimentação	x	x	xx
6.6 Leiaute do sistema de alimentação	o	x	xx
6.7 Sistema de extração	x	x	xx
6.8 Leiaute da extração	o	x	xx
6.9 Leiaute da refrigeração	o	x	xx
6.10 Gerenciamento do projeto	o	xx	x

Níveis de interferência: xx – muita interferência
 x – pouca interferência
 o – nenhuma interferência

Além das informações do nível de interferência e das relações de cada um dos atores sobre o desenvolvimento do molde, é necessário também conhecer a seqüência de eventos de como o processo é iniciado. Assim, o início do processo é feito pelo cliente no momento em que este deseja fabricar um novo molde. Posteriormente, deverão ser providas as informações do escritório de projetos e, por fim, as da ferramentaria.

Esta seqüência deve-se ao fato da ferramentaria ser o elo de ligação entre todos os atores deste processo e, portanto, cabe a ela compilar todos os dados fornecidos ao ambiente para posteriormente coordenar as ações.

2.5 Ambientes computacionais de apoio ao desenvolvimento de moldes

As tecnologias computacionais disponíveis no mercado associadas às possibilidades de tratamento dos dados tornaram os computadores e softwares ferramentas de trabalho fundamentais para as empresas. Entretanto, é necessário ser criterioso sobre quais sistemas comprar, o que esperar deles e, principalmente, como avaliá-los dada a grande quantidade de sistemas computacionais disponíveis.

Na pesquisa realizada, 67% das ferramentarias pesquisadas, buscam suas informações para projeto de moldes em sistemas CAD/CAM. Sabe-se que apesar destes sistemas serem necessários, os mesmos apresentam-se básicos dentro de um sistema de informação para desenvolvimento de moldes. A pesquisa também revelou que apenas 8% das empresas utilizam outros sistemas de apoio ao projeto e, nenhuma das empresas pesquisadas, possui sistemas que auxiliem na aquisição e troca de informações em novos projetos. A aquisição das informações é feita de maneira informal e sem conectividade com as atividades posteriores executadas no desenvolvimento do projeto. Os ambientes de *internet*, *intranet* e *extranet* não estão sendo adequadamente explorados para este fim conforme os resultados das questões de 1 a 17 do questionário.

É importante ressaltar que diversos trabalhos como, por exemplo, Shashuki et al (2002), Zhou et al (2002), Deneux e Wang (2000) entre outros, têm sido desenvolvidos no sentido de auxiliar o desenvolvimento de projetos e de criar ambientes colaborativos de informação, porém, nenhum destes sistemas fixou-se nas fases iniciais do projeto, onde as decisões e informações são cruciais para o desenvolvimento refletindo-se tanto na qualidade do projeto e do molde como no tempo de execução deste.

A modelagem de informações e de decisões pode ser utilizada em uma vasta gama de ambientes incluindo projeto, manufatura, compras, vendas, etc. Zaremba e Prasad (1994),

criaram para a manufatura, um ambiente como mostra a figura 2.9. Como mencionado anteriormente, as ferramentarias da região de Caxias do Sul, baseiam suas decisões estratégicas e aplicam seus investimentos basicamente em sistemas CAD, CAM e CNC, focado somente no ambiente fabril e não no suporte ao projeto e a decisão criando interfaces com seus clientes e fornecedores. Conclui-se, portanto, que as ferramentas citadas na figura 2.9, são de fundamental importância para as empresas, mas, no entanto, tem ação restrita e necessitam de ambientes as apoiem de uma forma mais abrangente.

O ambiente de decisão apresentado na figura 2.9, dá-se normalmente no ambiente interno da empresa, isto possibilita definir, estabelecer ou até mesmo testar alguma especificação mais facilmente. Diferentemente, o ambiente ao qual se refere este trabalho, diz respeito a uma contratação de serviços externos por parte do cliente, ou seja, cliente, ferramentaria e projetos serão tratados como empresas independentes e, portanto, o estabelecimento das especificações torna-se uma tarefa mais difícil.

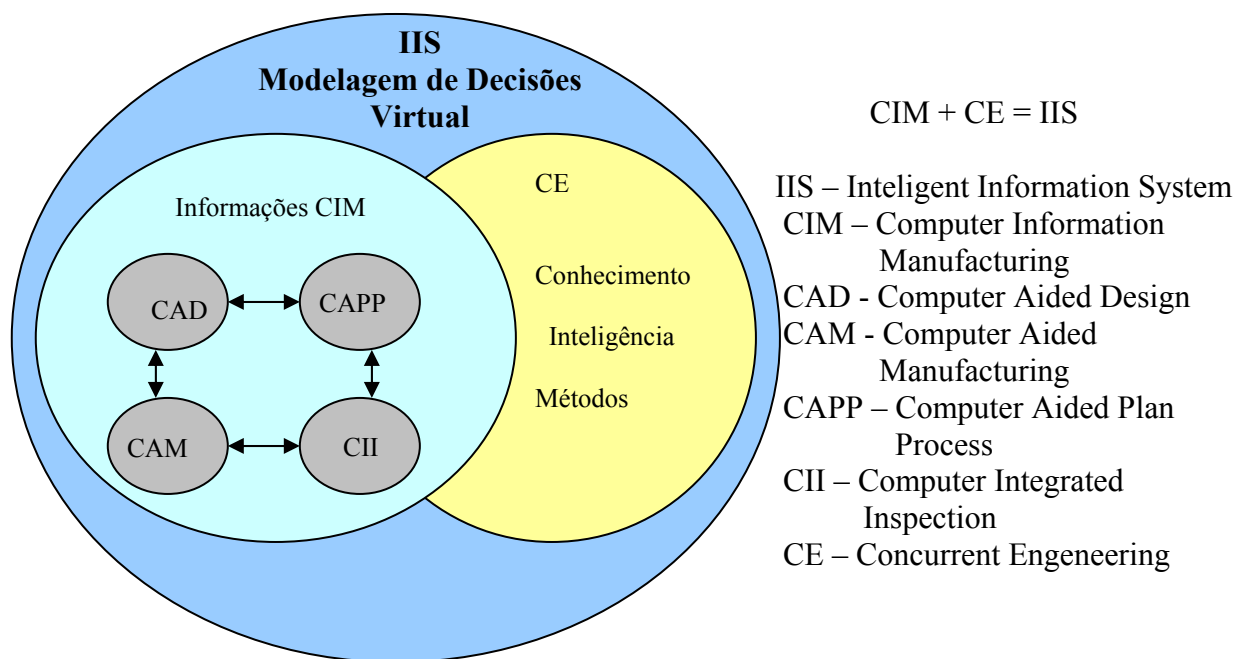


Figura 2.9 – Ambiente de decisão para a manufatura. (Zaremba e Prasad ,1994).

Dada a importância do ambiente mostrado na figura 2.9, muitos autores desenvolveram trabalhos especializados como Zhou (1994), que sugere um método de programação orientado a objeto para sistemas de informação para manufatura, Molina (1995), que situa o modelagem da capacidade de manufatura, em um ambiente de engenharia

concorrente e Willems (1996), que aborda os vários níveis de informações dentro de um sistema de suporte inteligente para o projeto de moldes de injeção.

Para tornar o fluxo das informações mais dinâmico será necessário um ambiente que extrapole as fronteiras da empresa, de forma que possamos relacionar o mundo externo (cliente) com o mundo interno (fornecedor).

Zaremba e Prasad (1997), na figura 2.10, mostram outro nível de relação entre as informações e a forma como os objetos do mundo real são transformados em objetos de um sistema de informações. Assim, o ambiente colaborativo pode ser o meio pelo qual os objetos do mundo real são traduzidos para um sistema de informação e vice-versa.

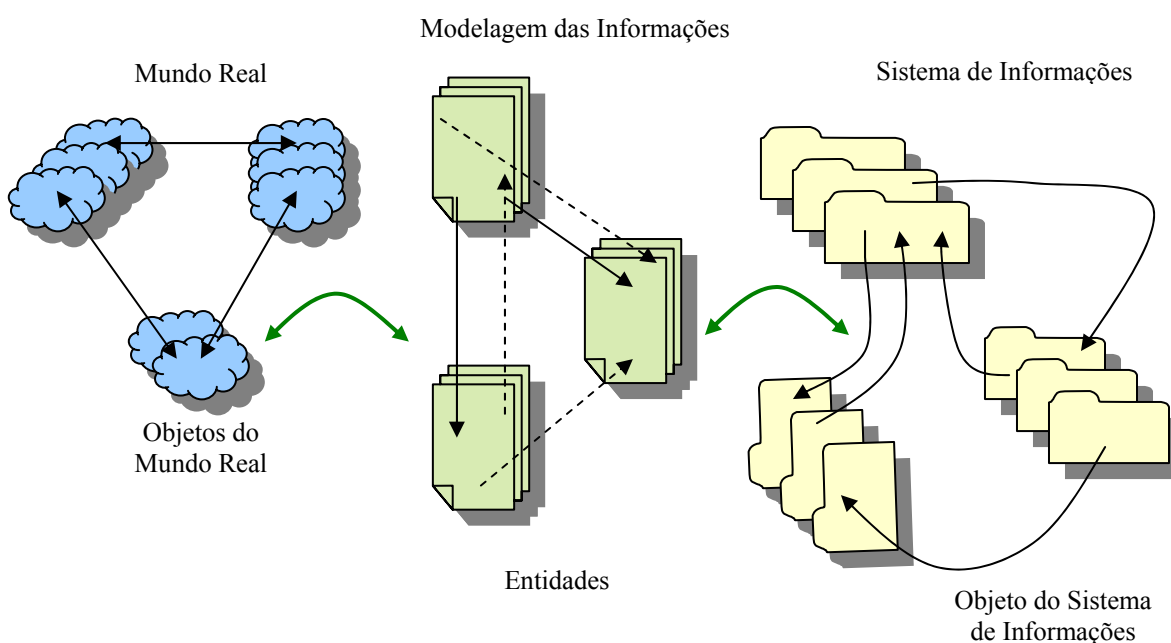


Figura 2.10 – Modelagem de dados para manufatura (Zaremba e Prasad, 1997).

Shashuki et al (2002), já demonstram em seu trabalho, uma arquitetura para sistemas de informação cooperativa utilizando a Internet e baseada em agentes inteligentes de comunicação semelhantes ao CORBA (*Common Object Request Broker Architecture*). Contudo, estes requerem níveis de inteligência dos componentes de comunicação altamente desenvolvidos e que devem ser padronizados para serem utilizados.

Zhou et al (2002), propõe uma plataforma para desenvolvimento de produto também baseada na Internet onde o foco é mostrar a possibilidade de interoperabilidade entre sistemas para que possam trocar informações. Contudo, esta plataforma não contempla a partir destas trocas, a aquisição de dados para iniciar um projeto.

Baseado nisto, torna-se clara a necessidade de se propor um canal de comunicação entre cliente e fornecedor baseado em uma seqüência organizada de fatos e dados e que culminem nas especificações finais de projeto.

2.6 Ambientes de projetos colaborativos

Os ambientes e os projetos colaborativos estão cada vez mais em evidência no mundo dada à perspectiva de se obter melhor desempenho das equipes de trabalho e da redução das possibilidades de falha. Isto se deve ao fato de que as equipes podem operar em situações, onde as informações são obtidas em tempo real ou, na pior das hipóteses, em curtíssimo espaço de tempo, além de poderem interagir diretamente com quem está gerando a informação.

A colaboração, portanto, nada mais é do que colocar equipes de desenvolvimento, produção, clientes, fornecedores, entre outros, para trabalharem juntos, independente da distância física e do fuso horário que os separa.

Maria Edicy Moreira, (CADESIGN, 88, outubro, 2002, p. 12), mostra em sua reportagem sobre Projetos Colaborativos, que no Brasil já existem vários ambientes colaborativos na forma de portais voltados ao desenvolvimento de projetos. Contudo, estes portais são em sua maioria voltados para as áreas de arquitetura e engenharia civil. Como exemplo destes portais pode-se citar o GPro, Neogera, Construtivo, Sistrut e Allproject.

Já no setor de mecânica, além dos portais de colaboração serem bastante escassos, os poucos existentes localizam-se nos Estados Unidos como, por exemplo, o 3D Team-Works e o 3D Parstream.net, da SoliWorks, o Streamline, da Autodesk e o Enovia, da IBM. É importante salientar que os portais voltados para mecânica baseiam-se fundamentalmente nos softwares de CAD desenvolvido por estas empresas, ou seja, elaboram e gerenciam dados a partir das geometrias.

A realidade, porém, extrapola as geometrias e necessita que outros dados do produto como produção, custos e equipamentos também participem do ambiente colaborativo.

2.7 Considerações

Este capítulo explorou as especificações necessárias para o desenvolvimento de projetos do molde injeção, identificando quem são os atores do processo e os desafios a serem vencidos na elaboração de um ambiente colaborativo. Apesar de existirem diversos trabalhos

realizados no sentido de agilizar o processo de projeto, os trabalhos analisados estão focados para o projeto do molde após os parâmetros iniciais terem sido estabelecidos. Não há, nos trabalhos analisados, nada que integre os dados das necessidades do cliente com os prestadores de serviços subseqüentes, ou seja, ferramentaria e projetos.

A proposição de um ambiente que integre as etapas iniciais do processo vem de encontro a esta lacuna na integração dos dados necessários ao desenvolvimento de um molde.

No próximo capítulo, serão estudadas as formas pelas quais as informações entre os atores do processo trocam informações para que, posteriormente, um ambiente de troca de informações seja proposto.

CAPÍTULO 3 AQUISIÇÃO E MODELAGEM DE INFORMAÇÕES NO AMBIENTE DE DESENVOLVIMENTO DE MOLDES

3.1 Introdução

Este capítulo discute a modelagem do processo de troca de informações entre os atores do processo que são: cliente, ferramentaria e escritórios de projeto. Para tanto, foram utilizadas as ferramentas IDEF0 e IDEF3 na análise e tratamento das informações utilizadas no início do desenvolvimento do projeto.

Cada ator do processo de desenvolvimento de moldes é definido em termos das suas competências essenciais as quais, juntamente com a modelagem das informações, possuem papel fundamental na estrutura do ambiente proposto.

A análise e o tratamento das informações juntamente com o conhecimento das competências essenciais de cada ator, servirão de base para a proposta do ambiente colaborativo que será demonstrado no capítulo 5.

3.2 Aspectos gerais da aquisição e modelagem de informações

O projeto de um molde para injeção de plásticos é uma tarefa complexa e demanda conhecimentos de diversas áreas da engenharia. Assim sendo, torna-se difícil, embora não impossível, que um projeto seja iniciado e concluído sem que haja algo para ser alterado. Isto se mostra mais crítico à medida que a complexidade do molde aumenta.

Buscando esclarecer alguns dos aspectos mais significativos no ambiente de projeto de molde, foi realizada uma pesquisa de campo para saber como as empresas estão trabalhando no desenvolvimento de moldes. Para esta pesquisa foram selecionadas 18 empresas que representam mais significativamente a produção de moldes na região. Esta seleção compõe-se de 10 ferramentarias, 3 escritórios de projeto e mais 5 empresas que, embora o foco do seu produto não seja moldes, possuem ferramentarias de alto nível.

Como demonstra o resultado da pesquisa nas questões de 11 a 14, há necessidade de se melhorar a forma pela qual se gerencia o processo de desenvolvimento dos moldes. Uma das formas possíveis, e que será abordada neste trabalho, é melhorar a comunicação entre os diversos elementos que fazem parte do processo, ou seja, fazer com que as informações sobre o projeto a ser desenvolvido trafeguem de forma transparente entre os integrantes do projeto unindo as equipes de trabalho do cliente, da ferramentaria e do projeto.

A pesquisa, portanto, procurou estabelecer os seguintes pontos:

- 1) verificar como é o fluxo de informações entre cliente (contratante) e fornecedor (ferramentaria) durante a fase inicial do projeto e identificar possíveis diferenças entre as ferramentarias que desenvolvem o seu próprio projeto daquelas que terceirizam o projeto;
- 2) identificar quais são as competências essenciais do cliente, da ferramentaria e do projeto visando compreender qual a atuação de cada um no processo de desenvolvimento do projeto de moldes para injeção de plásticos;
- 3) verificar se as ferramentarias e/ou escritórios de projeto adotam alguma metodologia para desenvolvimento de projetos;
- 4) verificar se as empresas reutilizam informações de projetos anteriores no seu processo de desenvolvimento e como isto é gerenciado;
- 5) detectar qual o nível de conhecimento e formação das pessoas envolvidas no desenvolvimento do projeto.

A pesquisa, bem como seus resultados, encontram-se no apêndice A deste trabalho.

Em seu trabalho, Daré (2000), cita a necessidade de estabelecer uma comunicação clara entre as diversas partes, onde um eficiente sistema de troca de informações, com informações atualizadas sobre as necessidades do projeto, incluindo desde equipamentos de produção disponíveis, materiais e processos até cronogramas, são fundamentais. Da mesma forma, Daré (2000), comenta que muitos erros de projeto e a falta de adequação ao processo de fabricação são detectados somente na manufatura devido a falta de informação o que demonstra novamente a necessidade de se trabalhar no sentido de criar um ambiente que permita a troca e o fluxo de informações.

Na região de Caxias do Sul 58% das ferramentarias não possuem projeto próprio. Esta peculiaridade da região de separar o desenvolvimento do projeto da fabricação do molde tem se tornado mais comum nas empresas. Entende-se que estas atividades, embora afins, podem estar em locais diferentes. Contudo, a preocupação de se adotar estratégias para um bom desempenho foi unânime entre as ferramentarias e os escritórios de projeto.

Quanto à tecnologia empregada, 80% das ferramentarias utilizam sistemas CAD, 67% utilizam CAM, 70% utilizam máquinas CNC e nenhuma utiliza CAE como demonstram as perguntas de 1 a 7.

Quanto ao acompanhamento e gerenciamento do orçamento, do projeto e da fabricação, as ferramentarias estão, gradativamente, incorporando formas mais efetivas de gerenciamento, porém, ainda muito insípidas.

Durante a análise das informações da pesquisa de campo e da definição das competências essenciais, pôde-se detectar que ocorre significativo atraso na fabricação da ferramenta se o projeto for realizado fora da ferramentaria que produzirá o molde. Aproximadamente 10% do tempo de fabricação do molde é atribuída a necessidade de se recolher e atualizar as informações para o projeto. Isto pode ser minimizado ou até mesmo eliminado, se houver um ambiente de integração entre os envolvidos. Esta última situação em particular é muito interessante, pois permite que métodos de desenvolvimento de projeto de produto e de ferramental sejam desenvolvidos em empresas diferentes sem que haja prejuízo para qualquer um dos envolvidos.

Outro problema encontrado durante a pesquisa e que afeta diretamente o desempenho do processo de desenvolvimento de projetos de moldes, é a capacitação profissional e a experiência das pessoas. Dificilmente encontram-se pessoas capazes de exercer a atividade de desenvolvimento de projetos sem que estas pessoas tenham de ser treinadas na própria empresa. Como não há uma garantia de que o profissional depois de treinado permaneça na empresa, ou até mesmo que dê o rendimento esperado, isto se constitui em um problema a ser administrado por estas empresas.

Para permitir uma melhor compreensão das informações coletadas durante a pesquisa de campo, foram utilizadas ferramentas de modelagem de informações. Na seqüência, serão descritas as ferramentas IDEF0 e IDEF3 e as suas respectivas modelagens as quais servirão de base para estruturar o ambiente colaborativo apresentado no capítulo 5.

3.3 As técnicas de modelagem IDEF

Técnicas de apoio à modelagem de atividades, fluxo e processo de informações, constituem-se em um importante suporte à adequada interpretação de dados e a tomada de decisões a partir dos dados analisados.

3.3.1 IDEF0

Este processo de modelagem começou a ser desenvolvido no início dos anos 70 pela Força Aérea Americana, com base em uma estratégia relacionada à indústria aeroespacial. O subsequente desenvolvimento desta iniciativa foi o ICAM (*Integrated Computer Aided Manufacturing*). A finalidade do programa ICAM era realizar e beneficiar a integração de subsistemas de manufatura e estender para os demais envolvidos, o nível de tecnologia da

indústria aeroespacial. Maiores explanações sobre a técnica de modelagem IDEF0 podem ser vista nos trabalhos de Colquhoun et al (1993) e Cheng-Leong (1999).

IDEF0 (*Integration Definition Language for Function Modeling*) é uma técnica de modelagem que consiste de uma série hierárquica de diagramas relacionados incluindo textos e um glossário de referencias cruzadas entre si. A modelagem IDEF0 pode ser usada para modelar uma ampla variedade de sistemas automatizados e não automatizados. Para um novo sistema, a IDEF0 pode ser usada primeiramente para definir os requisitos e especificar funções e então, projetar a implementação que representará os requerimentos que, por sua vez, realizarão as funções. Para sistemas existentes, a modelagem IDEF0 pode ser usada para analisar as funções que estes sistemas estejam realizando e criar mecanismos para verificá-los. As figuras 3.1 e 3.2 mostram as caixas de atividades iniciais da modelagem realizada com o IDEF0 para o projeto e orçamento do molde.

Como uma técnica de modelagem de funções, IDEF0 tem as seguintes características:

- é ampla, explícita e capaz de representar graficamente uma ampla variedade de negócios, fabricação e qualquer outro tipo de operações empresariais em qualquer nível de detalhe.
- é uma linguagem simples e coerente, provê expressões rigorosas e precisas e promove consistência no seu uso e interpretação.
- ressalta a comunicação entre sistemas analistas, desenvolvedores e usuários por meio do fácil aprendizado e na ênfase da exposição hierárquica do detalhe.
- é testado e aprovado através do uso durante muitos anos na Força Aérea dos EUA além do desenvolvimento de outros projetos governamentais, e pela indústria privada.
- Pode ser gerado por uma variedade de ferramentas computacionais gráficas.

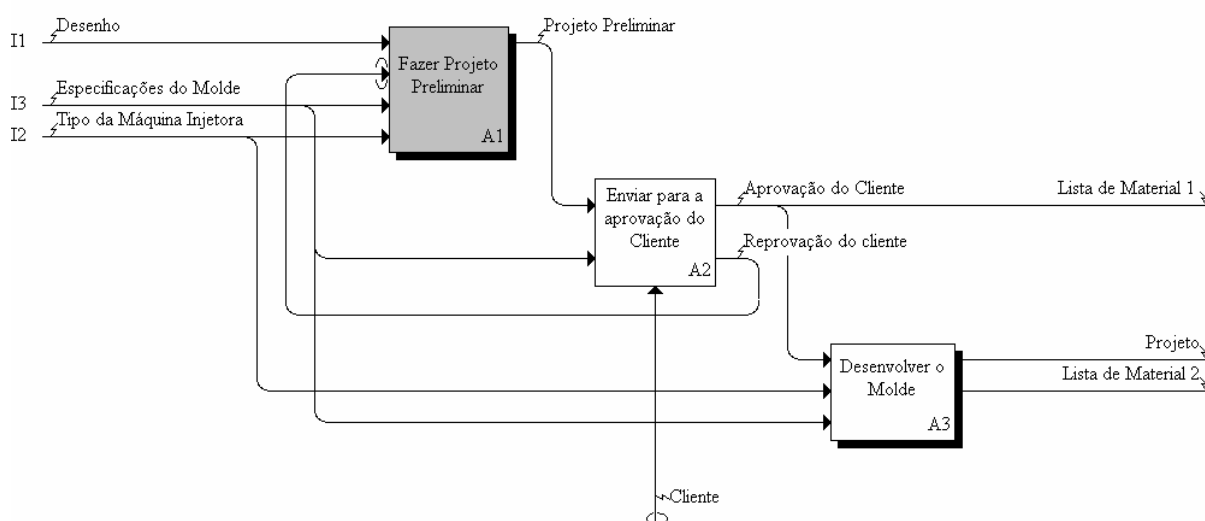


Figura 3.1 – Caixas de atividades para o projeto do molde utilizando o software AI0 WIN 2.3 da KBSI Tools.

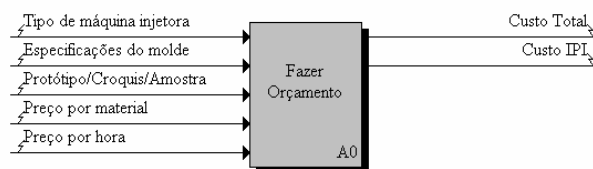


Figura 3.2 – Caixa de atividades para o orçamento do molde utilizando O software AI0 WIN 2.3 da KBSI Tools.

Resumidamente, a aplicação desta ferramenta é fortemente recomendada para projetos que:

- requerem técnicas de modelagem para análise, desenvolvimento, reengenharia, integração ou aquisição de sistemas de informação.
- incorporam um sistema ou técnicas de modelagem empresarial dentro da análise de processo de negócio ou metodologia de engenharia de software.

Este trabalho situa-se no primeiro item, ou seja, na questão da aquisição de informações iniciais para o projeto de moldes de injeção.

Fonseca (2000), aponta a não existência de consenso quanto a forma de obtenção das especificações de projeto. Portanto, a modelagem de funções é importante para que sejam focados os principais dados a serem tratados durante a fase de desenvolvimento de um projeto.

Outras aplicações desta ferramenta de análise podem ser vistas no trabalho de Cho et al (1999) que faz uma aplicação do IDEF0 no chão de fábrica e de Lee et al (1997), onde o autor emprega a modelagem de funções (IDEF0) para uma metodologia genérica de projeto (Azimov apud Ewbuoman (1996)) para estruturar uma seqüência de projeto. Portanto, pode-se concluir que, é possível fazer a análise de um processo específico para desenvolvimento de projetos de moldes e detectar pontos passíveis de melhoramento no processo.

Para este trabalho, a modelagem será composta por dois grandes grupos. Um será a atividade de projeto do molde e o outro será a atividade de orçamento do molde. A técnica de modelagem IDEF0 realizada neste trabalho foi feita utilizando-se o software AI0 WIN 2.3 da KBSI Tools. A modelagem IDEF0 completa pode ser vista no apêndice B.

3.3.2 IDEF3

A IDEF3 (*Integration Definition Process Description Capture Method*) é um método de captura e descrição de processo que foi criado especificamente para capturar descrições do fluxo de atividades.

Este sistema foi desenvolvido pelo projeto IICE (*Information Integration for Concurrent Engineering*), constituído pelo Armstrong Laboratory, Logistic Research Division e Wright-Patterson Air Force Base sob a coordenação da Força Aérea Americana. Assim, o sistema foi desenvolvido a partir de uma necessidade própria, pois trabalhava com diversas indústrias aeroespaciais. Como cada uma destas indústrias trabalhava de sua maneira, era difícil controlar e documentar todos esses processos. Desta forma, em um primeiro momento, esta linguagem permite modelar os processos “como são”, para posteriormente modelá-los “como deveriam ser” e desta forma poder ter uma visão ampla dos processos.

Benefícios previamente analisados, simulados, e posteriormente implementados com esta ferramenta, podem ser mensurados em termos de economia nos custos, melhorias na qualidade, ganhos na capacidade dos processos e ainda servir de base para mudanças na cultura organizacional. A modelagem IDEF3 tem sido utilizada também para identificar relacionamentos ou ligações que não são claras entre organizações, evidenciar redundâncias ou atividades de valor não agregado nos processos e servir como meio para rápidos desenvolvimentos de novos processos.

Os processos IDEF são compatíveis entre si, ou seja, as análises realizadas com um determinado processo podem ser lidas em outro. Assim, a base formada pela análise feita com a IDEF0 será utilizada para iniciar a análise com a IDEF3, acrescentando-se a esta os elementos relativos ao método agora utilizado.

Ressalta-se como característica específica da IDEF3, a descrição e a organização dos eventos na ordem cronológica dos acontecimentos. Isto permite uma organização mais crítica do que está sendo analisando.

A mesma seqüência analisada com a IDEF0, que foram o projeto e o orçamento na fase inicial do molde, será adotada também para o IDEF3. Na figura 3.3 é apresentada a estrutura geral da modelagem IDEF3 feita com o software ProSim 5.0 da KBSI Tools para o projeto do molde.

Da mesma forma como foi procedida a análise do projeto, será realizada a análise do orçamento do molde. É importante lembrar que o desenvolvimento do projeto de um molde deve passar pelo desenvolvimento do orçamento e as devidas aprovações do cliente.

A figura 3.4 apresenta a modelagem da estrutura geral do desenvolvimento do orçamento com o IDEF3 feita com o software ProSim 5.0 da KBSI Tools. É possível observar que o nível de detalhamento tanto para o projeto como para o orçamento é maior e, portanto, mais criterioso com o IDEF3 do que com o IDEF0. Portanto, a figura 3.4 tem por objetivo

mostrar apenas a estrutura geral da modelagem do orçamento estando todo o desenvolvimento desta modelagem no apêndice C.

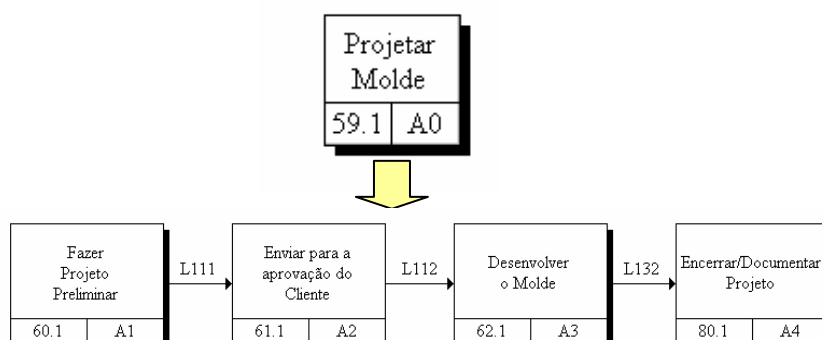


Figura 3.3 – Modelagem IDEF3 para o projeto do molde utilizando o software ProSim 5.0 da KBSI Tools.

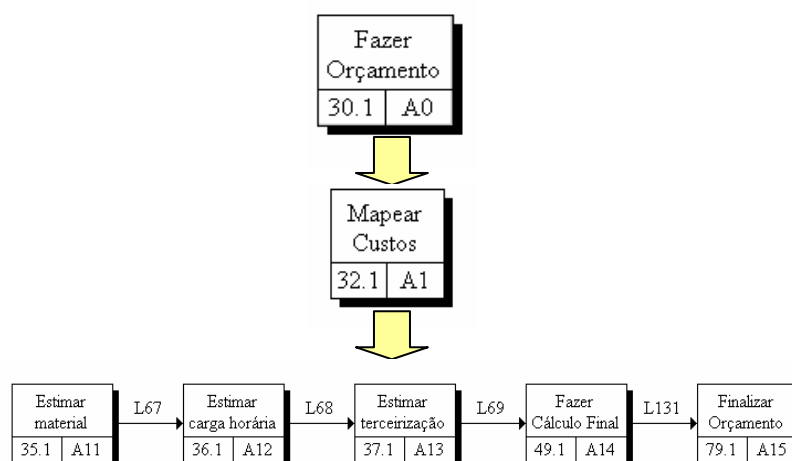


Figura 3.4 – Modelagem IDEF3 para o orçamento do molde utilizando o software ProSim 5.0 da KBSI Tools.

A modelagem IDEF3 completa feita com o software ProSim 5.0, incluindo a modelagem de objetos e estados podem ser vista no apêndice C.

3.4 Fluxo de informações entre cliente, ferramentaria e escritórios de projeto

Um novo molde pode vir a ser fabricado, no momento que uma empresa (cliente), procura uma das ferramentarias da região para cotar preços de moldes e avaliar a viabilidade de fabricar um determinado produto. Quando isto acontece, inicia-se um ciclo de troca de informações. O questionário aplicado nas empresas da região evidencia uma grande informalidade na troca de informações além de uma forte bilateralidade na forma pela qual os atores se comunicam.

Como mostra a figura 3.5, a ferramentaria é o elo de ligação entre o cliente e o escritório de projetos. No contexto da região de Caxias do Sul, a ferramentaria é o ator central do processo. É ela a responsável por manter o contato com o cliente e de repassar para o escritório de projetos os requisitos necessários para o desenvolvimento do projeto do molde. Cliente e escritórios de projeto embora pareçam ter ligação, não caracterizam necessariamente cliente e fornecedor uma vez que o contratante do projeto é a ferramentaria. No entanto, a comunicação e a troca de informações entre o escritório de projeto e o cliente ocorrem de forma indireta, ou seja, ambos acabam trocando informações independentemente da ferramentaria. Isto torna as relações entre os atores e o processo de troca de informações instável uma vez que se cria uma comunicação paralela e, portanto uma fonte redundante de informações. Quando isto acontece, às informações podem ser confundidas e ficarem fora de controle especialmente quando envolve a aprovação do cliente.

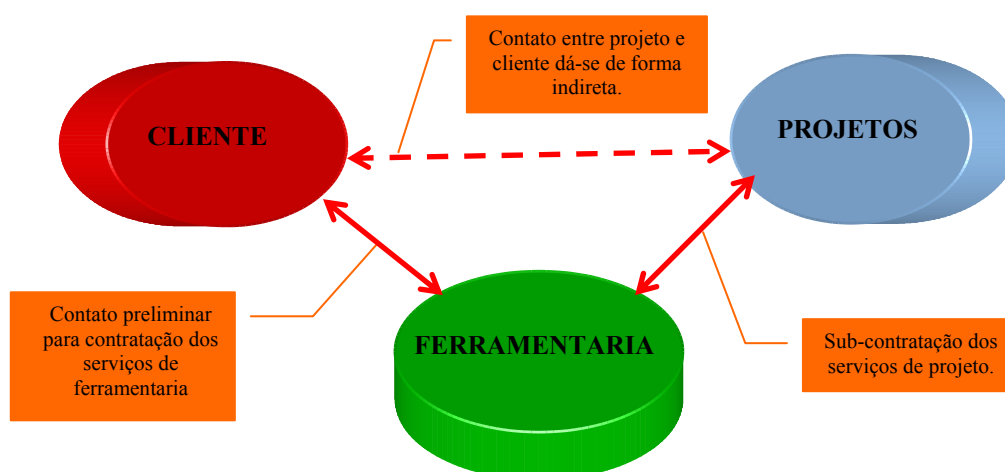


Figura 3.5 - Relação entre Cliente, Ferramentaria e Projetos.

Para que o processo ocorra sem transtornos, viu-se a necessidade de proceder a uma análise criteriosa deste processo visando compreendê-lo e, posteriormente, organizá-lo de forma adequada. As análises efetuadas foram baseadas nas modelagens IDEF0 e IDEF3, mostradas no item anterior, irão auxiliar na compreensão do processo identificando os pontos onde o processo pode ser melhorado. Isto permitirá que as trocas de informações privilegiem todos os envolvidos agilizando o processo de troca informações e, ao mesmo tempo, mantendo o controle sobre as mesmas. Na figura 3.6 são mostrados os pontos e as formas pelas quais os atores envolvidos no processo, tenham informações claras, rápidas e organizadas permitindo desta forma agilizar o processo.

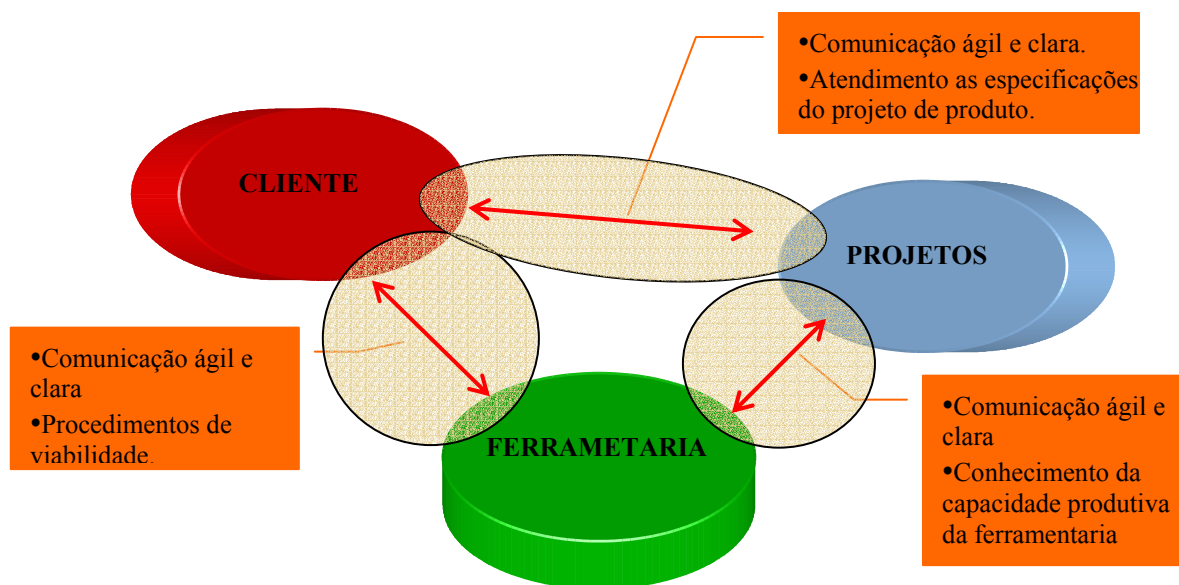


Figura 3.6 - Comunicação entre cliente, ferramentaria e projetos.

Trabalhos como o de Huang e Mak (1999), mostram que significativos avanços têm ocorrido no que se refere ao desenvolvimento e aplicação das ferramentas para auxiliar no desenvolvimento do projeto ou, para definir metodologias de projeto. Alguns exemplos destas técnicas incluem QFD (*Quality Function Deployment*), FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*), DFMA (*Design for Manufacturing and Assembly*), VA (*Value Analysis*), MC (*Morphological Charts*). Apesar disso, a pesquisa realizada mostrou que aproximadamente 8% das empresas utilizam sistemas de apoio ao projeto ou a tomada de decisão (questões 5, 6, 9 e 10). Portanto, o primeiro passo é promover mecanismos que simplifiquem a tarefa de comunicar-se claramente e, ao mesmo tempo, documentar estas etapas.

Os avanços dos meios de comunicação e da tecnologia da informação contribuem no sentido de fornecer condições para que os projetos sejam conduzidos de forma integrada, sem a necessidade da reunião física dos participantes do projeto e sem que para isso tenha que se fazer uso de sofisticada infra-estrutura.

A criação de um ambiente de trabalho colaborativo que possa ser suportado pela atual tecnologia, pode fornecer o meio pelo qual as informações críticas para o início do projeto do molde e, seu posterior acompanhamento, possa ser realizado. Os itens 2.5 e 2.6 do capítulo 2 fazem uma revisão sobre ambientes e projetos colaborativos. Assim, as partes envolvidas participariam de uma espécie de parceria onde poderiam trafegar dados de interesse comum para agilizar o trabalho. A figura 3.7 faz uma representação da transparência que a comunicação e a troca de informações de um ambiente integrado específico para esta finalidade poderia ser utilizado entre atores do processo.

A idéia básica é, portanto, utilizar a facilidade de comunicação existente atualmente, associada a um sistema simples de troca de informação que contenha as informações necessárias para o desenvolvimento do projeto do molde de injeção e, ao mesmo tempo, mantendo o controle sobre estas informações.

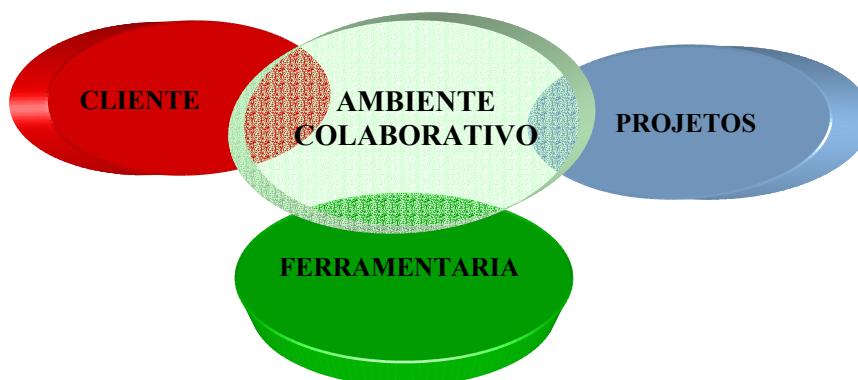


Figura 3.7 – Representação do ambiente colaborativo para troca de informações.

3.5 Competências essenciais no desenvolvimento de moldes de injeção

Segundo Abreu (2000), as competências essenciais são o conjunto de habilidades necessárias ou fundamentais que devem ser definidas e organizadas, para que uma determinada atividade seja desenvolvida de forma adequada. Neste trabalho, as competências essenciais foram abordadas com o intuito de definir quais são as habilidades e funções desenvolvidas por cada ator do processo, e assim poder compreender melhor suas relações com as informações envolvidas no processo de desenvolvimento do molde.

As modelagens IDEF0 e IDEF3 tiveram uma importância fundamental para conhecer quais são as competências essenciais de cada ator do processo. Pela própria característica da ferramenta de modelagem, foi necessário estabelecer quais seriam os dados de entrada e de saída em cada etapa do processo de troca de informações, na fase inicial de desenvolvimento do projeto do molde. No momento em que estes dados são apurados, surge também a necessidade de se definir a fonte destes dados. Assim, com o estabelecimento de quais são os dados de entrada necessários ao processo, quais são os dados de saída que se pretende obter e quem opera estes dados, define-se também as competências essenciais, a partir da função que cada ator exerce no processo.

Segundo Burgelman et al (1996), pelo menos três análises podem ser feitas para identificar as competências essenciais em uma organização:

- primeiro, uma competência essencial provê acesso a uma ampla variedade de mercados. A competência em mostrar seus sistemas e recursos, por exemplo, habilita a organização a participar de mercados e negócios diversificados;
- segundo, as competências essenciais poderiam fazer uma significativa contribuição na percepção do consumidor sobre os benefícios do produto, e
- finalmente, as competências essenciais poderão ser muito difíceis para os concorrentes imitarem. Isto será tanto mais difícil quanto maior for a complexidade na harmonização das tecnologias individuais e nas habilidades de produção. Um concorrente pode adquirir algumas das tecnologias que por sua vez podem compreender algumas das competências essenciais desenvolvidas, mas encontrará mais dificuldade de duplicá-las dentro dos padrões de coordenação e aprendizado.

As análises feitas por Burgelman estão diretamente relacionadas às necessidades e aos objetivos corporativos das empresas pesquisadas. O conhecimento das competências essenciais do cliente, da ferramentaria e do escritório de projetos, permitirá adequar melhor o ambiente colaborativo de forma que atenda a todos os envolvidos no processo.

Analisando as competências relativas ao cliente, estas referem-se ao fornecimento das especificações que o componente injetado terá, como: material a ser utilizado, contração do material, geometria da peça, requisitos de aparência, produção e produtividade, características de processo e características construtivas do molde. Na figura 3.8 estão representadas esquematicamente as competências do cliente e sua relação com as modelagens IDEF0 e IDEF3.

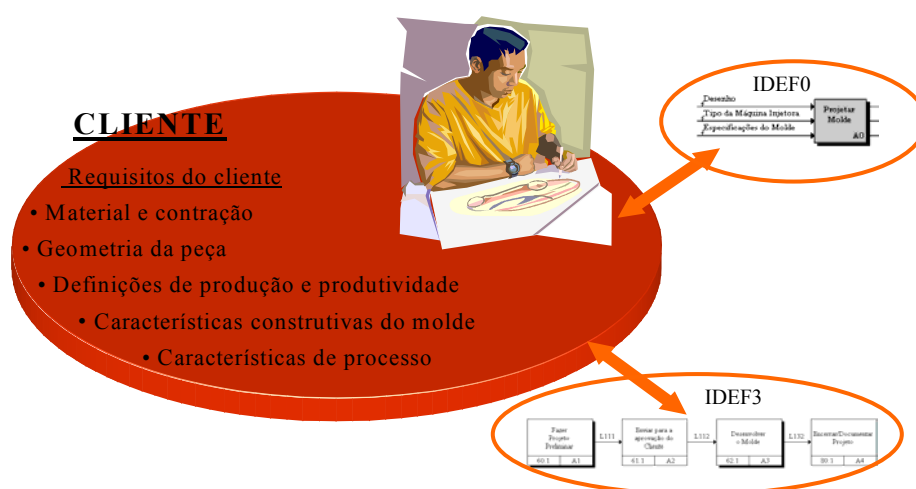


Figura 3.8 – Competências essenciais do cliente.

Na análise das competências relativas a ferramentaria, percebe-se a complexidade e a abrangência desta atividade. A ferramentaria realiza as atividades de orçamento,

gerenciamento do projeto, processos de usinagem, tratamentos térmicos, seleção de máquinas, equipamentos e ferramentas para a fabricação de moldes, modelagem da geometria CN, montagens e ajustes. Na figura 3.9 estão representadas estas competências e a necessidade de interação com as equipes internas e externas.

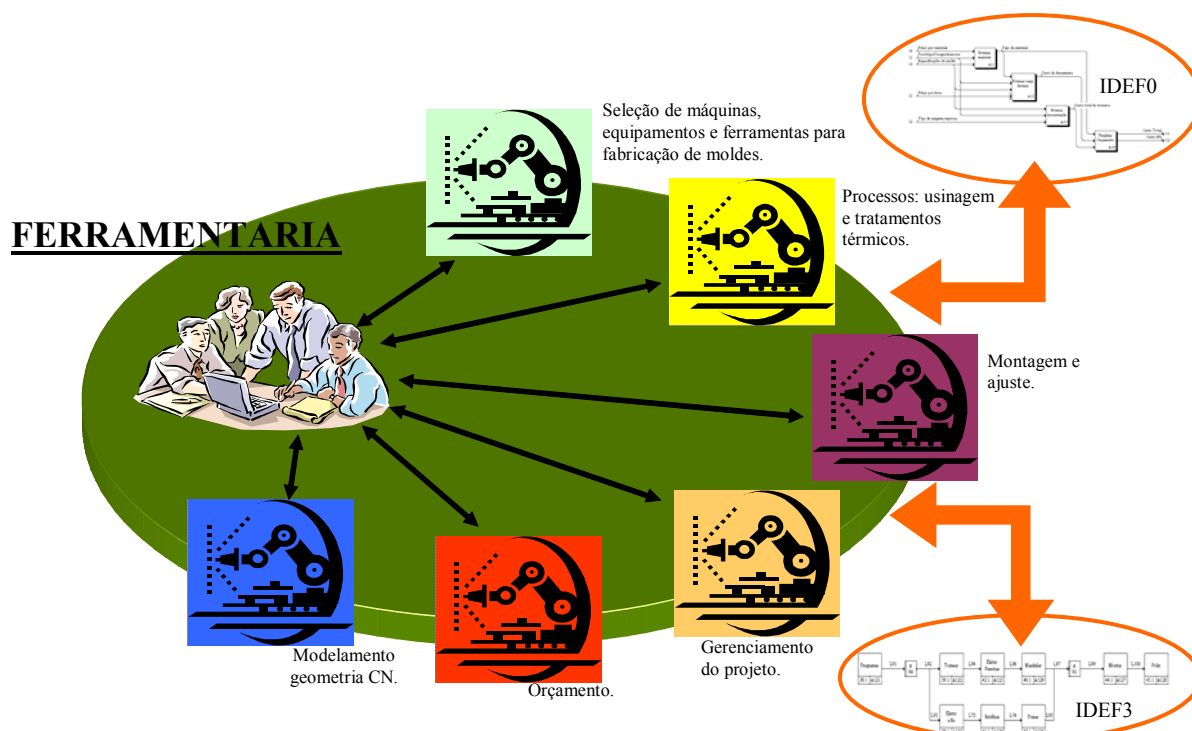


Figura 3.9 – Competências essenciais da ferramentaria.

Quanto ao projeto, independentemente de fazer parte ou não da ferramentaria, cabe executar a tarefa do projetar o molde propriamente dito. Para isso, elabora o modelagem 3D em CAD do componente que será injetado, da cavidade e do macho, sistemas de refrigeração e extração, sistema de alimentação, mecanismos, estrutura do molde e os demais desenhos dos componentes relativos ao molde como colunas, buchas, parafusos, etc. A figura 3.10 mostra as competências essenciais desenvolvidas pelo projeto.

Segundo Evbuomwan et al (1996), a atividade de projeto tem evoluído e tomado destaque ao longo do tempo dentro das organizações ou como empresas independentes. A partir de um estudo bem elaborado e criterioso, os processos subseqüentes ao projeto podem tornar-se mais eficientes e mais econômicos, tornando as empresas mais competitivas tanto no *time-to-market* dos seus produtos quanto na performance do seu processo produtivo. Em outras palavras, um projeto bem elaborado pode contribuir na redução dos tempos de processo da ferramentaria bem como dos tempos de processamento e na qualidade dos componentes no cliente final.

Portanto, a associação das competências essenciais de cada um dos envolvidos no processo juntamente com o melhoramento no fluxo de informações, permitirá que todos os envolvidos atuem e estejam cientes do que ocorre a longo do desenvolvimento. A figura 3.11 ilustra o foco de cada um dos atores no processo de desenvolvimento de um molde que será aplicado ao ambiente colaborativo.

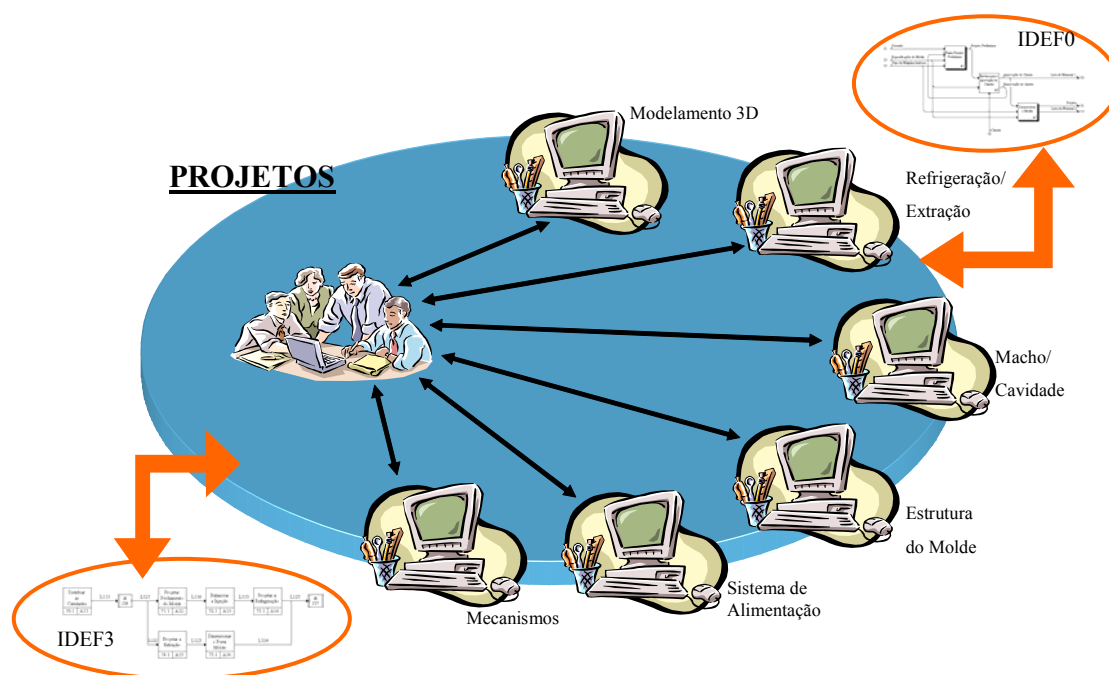


Figura 3.10 – Competências essenciais do projeto.

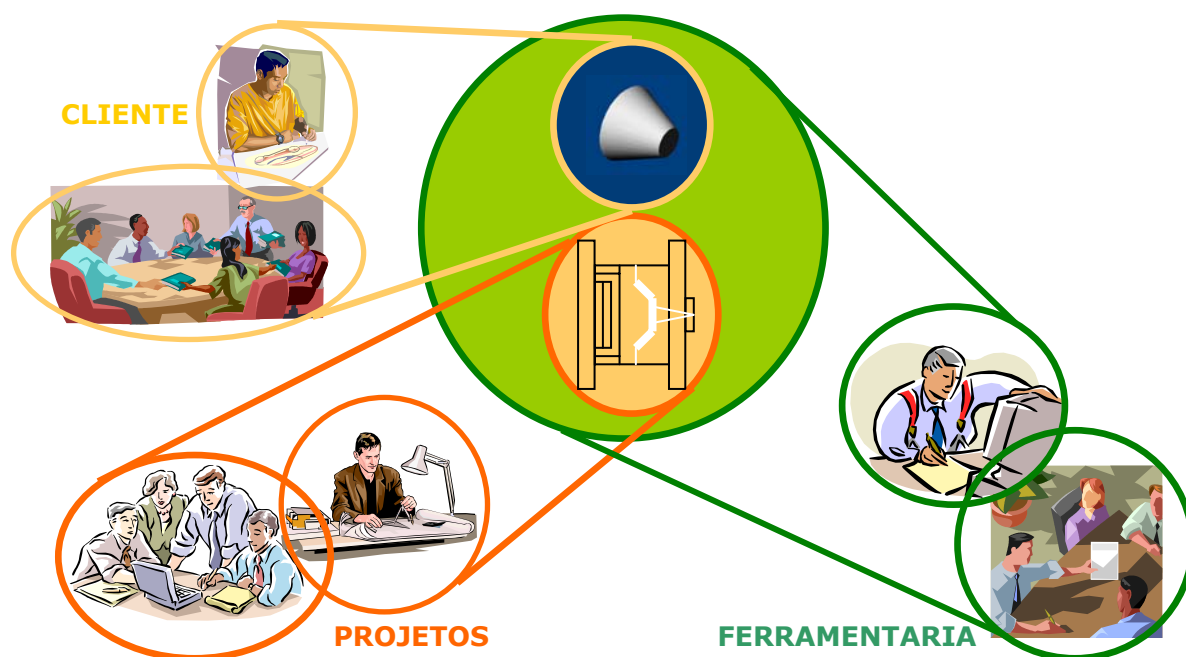


Figura 3.11 – Visão dos atores no ambiente colaborativo.

3.6 Considerações

Neste capítulo foram discutidas as modelagens feitas com as ferramentas IDEF0 e IDEF3 mostrando a importância das mesmas para o entendimento mais detalhado do processo de desenvolvimento de projetos, e também observar a diferença no nível de detalhamento que as duas ferramentas propiciam.

A análise criteriosa a cerca de como se dão as relações entre os atores, auxiliada pelas ferramentas padronizadas, possibilitou que uma visão clara de como ocorrem os relacionamentos dentro de uma empresa ou entre as empresas envolvidas no processo, pudesse ser visualizada.

Observa-se também, que a falta de uma forma estruturada para a troca de informações, pode interferir de maneira importante no desenvolvimento de moldes de injeção. Esta interferência dá-se de forma mais significativa no tempo de desenvolvimento devido à necessidade de buscar informações, as quais deveriam estar disponíveis desde o início do desenvolvimento.

Discutiu-se também, que a definição das competências essenciais dos atores do processo que, juntamente com análises realizadas com as ferramentas IDEF, permitirão estruturar o ambiente colaborativo proposto.

CAPÍTULO 4 AMBIENTE DE COMUNICAÇÃO ENTRE CLIENTE, FERRAMENTARIA E ESCRITÓRIOS DE PROJETO

4.1 Introdução

No presente capítulo, o objetivo é demonstrar como ocorrem as trocas de informações entre cliente, ferramentaria e escritórios de projetos e a estrutura funcional que permitirá que ocorram essas trocas, de forma a estruturar o ambiente colaborativo proposto.

Desta forma, será exposta neste capítulo, o conceito da forma operativa do ambiente colaborativo que servirá de base para a implementação computacional demonstrada no capítulo seguinte.

4.2 Ambiente colaborativo proposto

A figura 4.1 mostra a representação esquemática do ambiente colaborativo proposto onde, todas as informações relativas ao processo de desenvolvimento de um molde de injeção de plásticos, fluem de forma a fazer com que todos os atores estejam integrados. A partir desta representação, é possível visualizar como o ambiente colaborativo integra os atores do processo e de como será definida a estrutura operacional que possibilitará criar o ambiente colaborativo, ou seja, como os dados relativos ao desenvolvimento do molde serão gerados, gravados e disponibilizados. O objetivo, portanto, é apresentar a estrutura para o ambiente colaborativo, a partir do conhecimento das competências essenciais e das modelagens IDEF descritas anteriormente, de forma a atender as necessidades de desenvolvimento de moldes de injeção de plásticos.

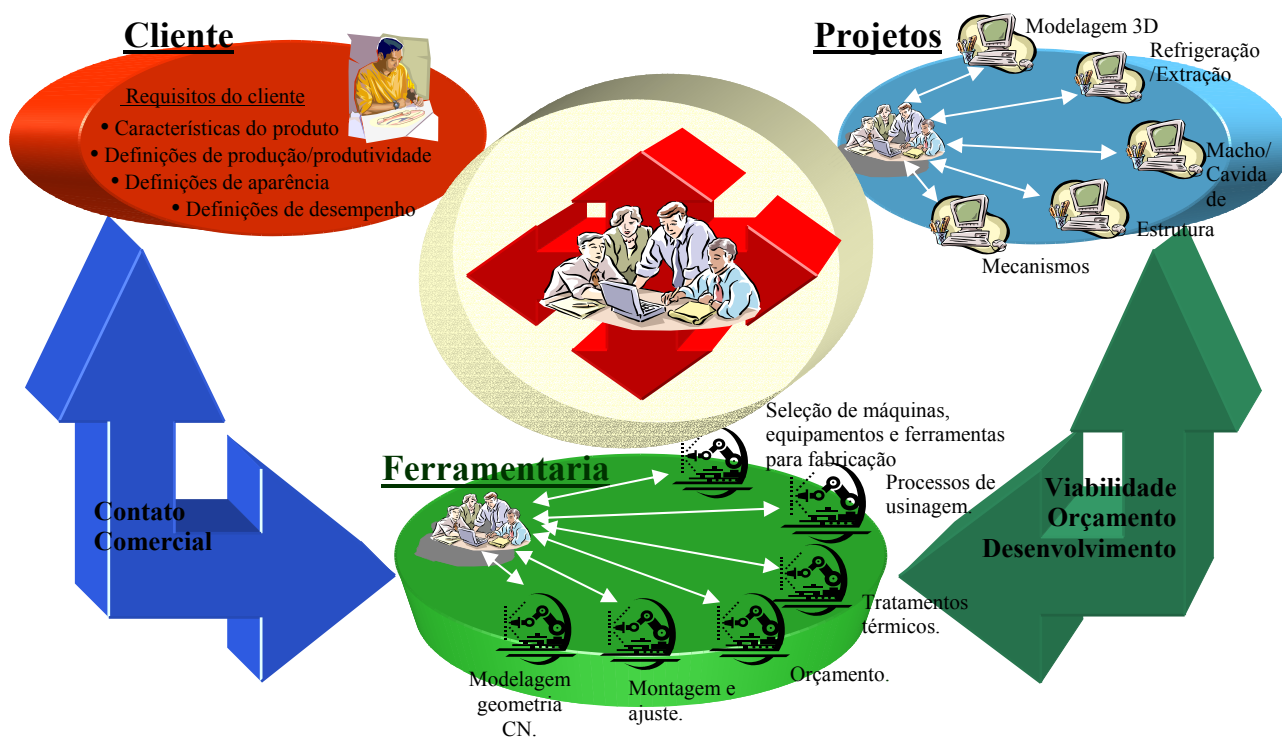


Figura 4.1 – Representação geral do ambiente colaborativo.

É importante observar que o ambiente mostrado na figura 4.1, o escritório de projetos e o cliente não possuem comunicação direta entre si. Isto deve-se ao fato de que a ferramentaria é o elo de ligação e, portanto, cliente e escritório de projetos somente entrarão em contato quando a ferramentaria estabelecer este contato. Estabelecido o contato, todas as informações que acontecerem dentro do ambiente colaborativo, serão do conhecimento de todos.

Sob o ponto de vista operacional, o funcionamento deste ambiente está baseado no uso de um *software* (aplicativo) específico para esta finalidade. O software interage com os atores do processo, através de interfaces específicas definidas pelas competências essenciais de cada um. Com base nisso, cada ator poderá acessar e interagir no ambiente trocando dados relativos às suas competências essenciais, conforme o fluxo de informações estabelecidas nas modelagens feitas inicialmente. Nesta troca de informações, cada ator é responsável pelos dados que está fornecendo ao sistema, bem como a atualização dos mesmos.

A figura 4.2 ilustra esquematicamente a disponibilidade do aplicativo para cada um dos envolvidos no processo e a concentração dos dados em uma base única localizada na ferramentaria, agente central deste ambiente.

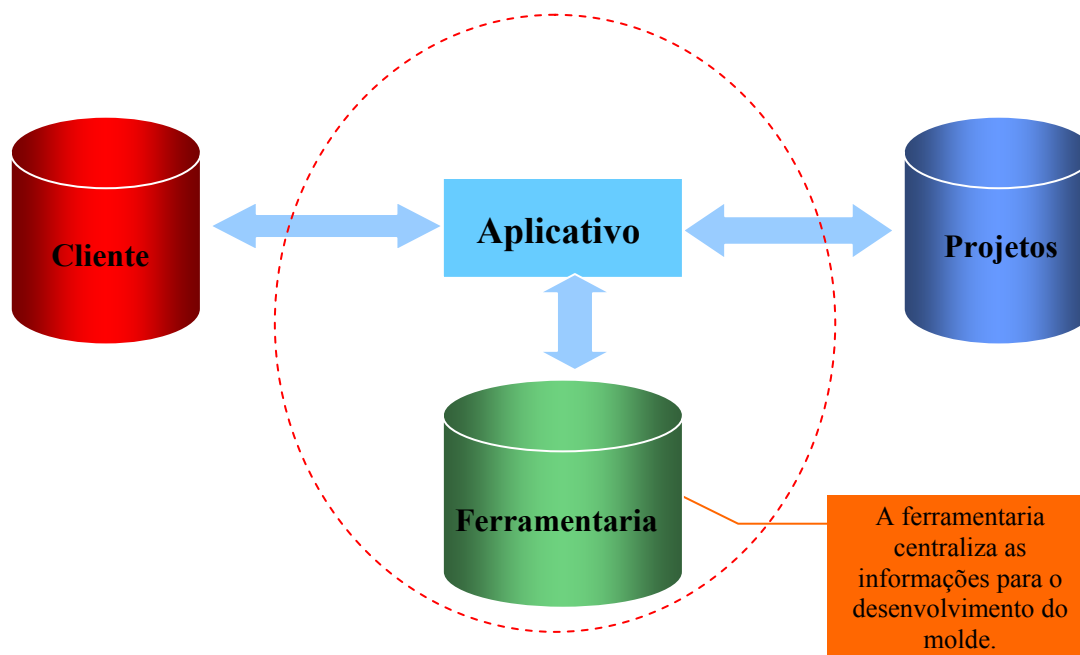


Figura 4.2 – Ação do aplicativo e localização da base de dados.

Na figura 4.3, é possível visualizar os elementos que fazem parte do banco de dados da ferramentaria e quais são os requerimentos de entrada e saída para o cliente e escritório de projetos. Estes requerimentos combinados com o conteúdo do banco de dados irão gerar os dados necessários ao desenvolvimento e a administração do desenvolvimento do molde.

Conforme visto no capítulo 3, figura 3.9, os elementos que fazem parte do banco de dados da ferramentaria, estão intrinsecamente relacionados às modelagens IDEF como também estreitamente relacionados as suas competências essenciais.

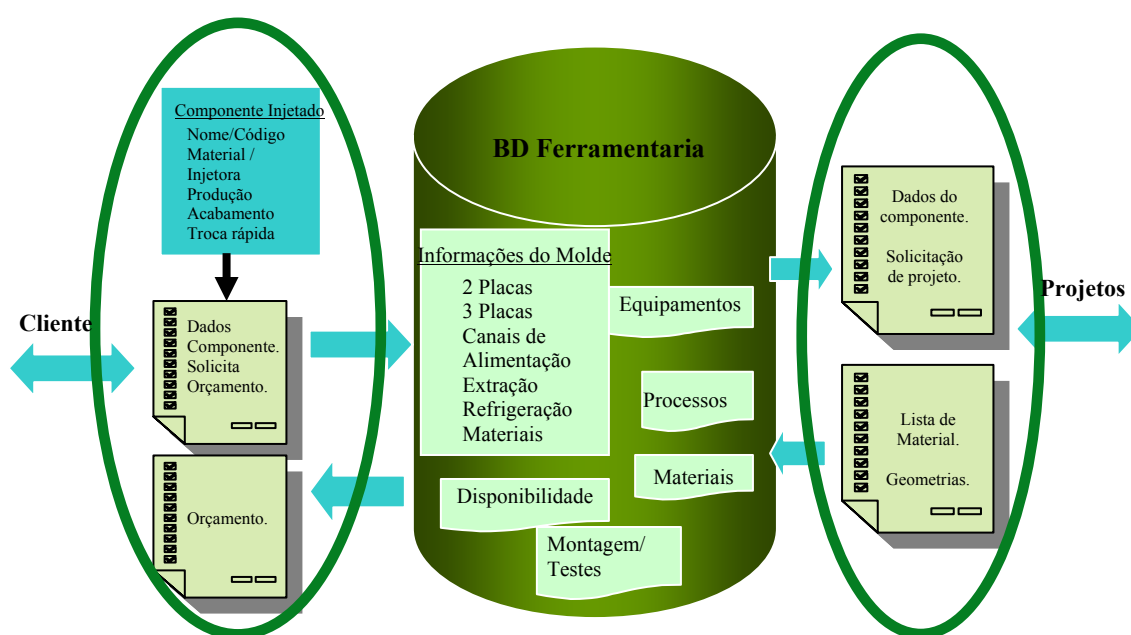


Figura 4.3 – Banco de dados da ferramentaria.

A facilidade na geração, na troca e no controle das informações dentro deste ambiente é o elemento chave da proposta. O ambiente permite que os atores do processo fiquem constantemente atualizados a partir das informações fornecidas ao sistema e que são facilmente acessadas.

É importante salientar que nesta proposta não há integração ou conversão entre as bases de dados dos atores do processo. Os dados que fazem parte do ambiente colaborativo são informados por meio de digitação a partir das interfaces específicas para cada um dos atores.

As relações entre os diversos atores do processo e sua interação através do ambiente colaborativo serão demonstradas nos itens a seguir.

4.2.1 Relação entre Cliente e Ferramentaria

Este relacionamento inicia no momento em que o cliente está desenvolvendo um novo produto e gera os dados necessários para orçar o molde. As informações do cliente estão, inicialmente, armazenadas em sua própria base de dados e são repassadas para o ambiente colaborativo através de uma interface gráfica específica para o cliente por meio de digitação. A interface disponível para o cliente provê informações relativas ao produto como: material a ser injetado e suas características, informações sobre produção e produtividade, etc. A partir deste momento, a troca de informações e a geração de novos dados começam a dar forma ao processo de desenvolvimento.

O primeiro resultado desta interação entre cliente e ferramentaria se dá na forma de orçamento do molde. Durante o processo de orçamento do molde, todos os atores do processo podem interagir trocando informações a respeito do novo desenvolvimento, em qualquer fase, conforme as permissões dadas pelo elemento central do processo que é a ferramentaria. Ao final da análise dos dados fornecidos inicialmente pelo cliente, a ferramentaria retorna sua proposta para aprovação. Durante este período, o ambiente colaborativo dá suporte no sentido de ser possível a visualização da condição de aprovação ou não do orçamento por parte do cliente, e de poder acompanhar os comentários feitos por ambas as partes e registrá-las como histórico desta negociação.

No caso de aprovação do orçamento por parte do cliente, o escritório de projetos é acionado pela ferramentaria, através do ambiente colaborativo, para a execução definitiva do projeto. Na figura 4.4 é mostrada a relação entre cliente e ferramentaria onde é possível visualizar que tipo de informações trafega neste momento, ou seja, o cliente fornece

informações para satisfazer as necessidades do seu produto e solicita o orçamento para a ferramentaria a qual, por sua vez, analisa estas informações e as retorna como orçamento. Na seqüência, estas informações iniciais poderão ser compartilhadas com o escritório de projetos conforme será visto mais adiante.

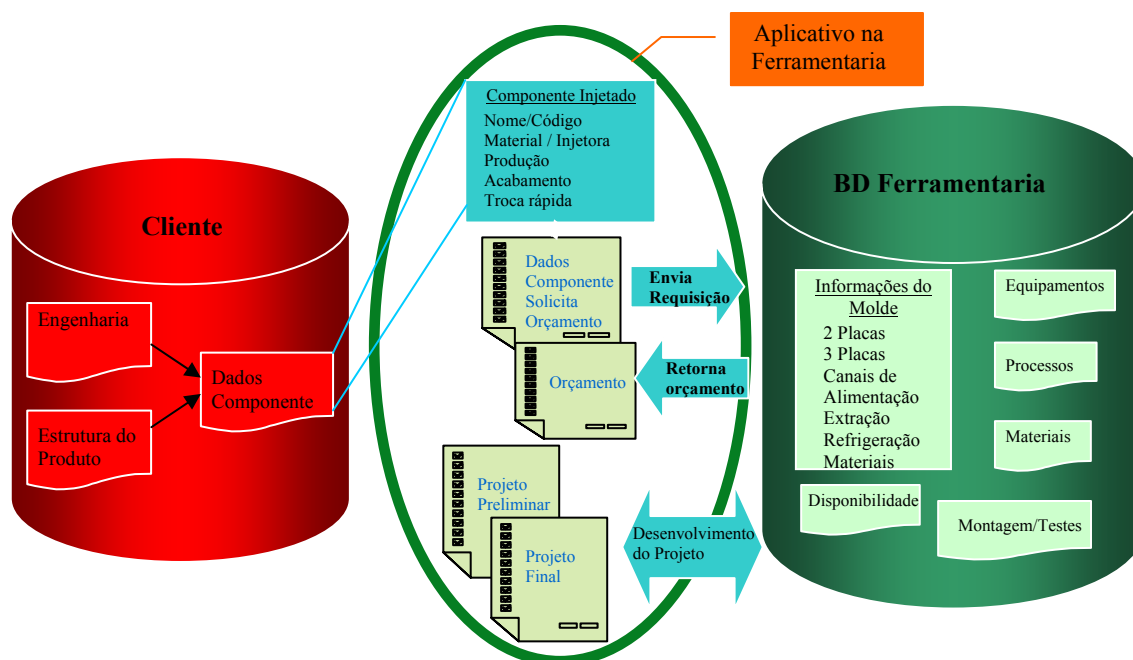


Figura 4.4 – Fluxo de informações entre Cliente e Ferramentaria.

4.2.2 Relação entre Ferramentaria e Escritório de Projeto

O escritório de projetos pode ser acionado pela ferramentaria em duas situações diferentes. Na primeira situação a ferramentaria pode solicitar auxílio ao escritório de projeto para fazer o projeto preliminar do molde e, a partir disso, fazer o orçamento solicitado pelo cliente. Na segunda situação, a ferramentaria aciona o projeto após receber a aprovação do orçamento pelo cliente. Neste caso, a ferramentaria repassa para o projeto todas as informações recebidas do cliente. As informações que o escritório de projetos fornecerá, bem como a de todos os atores envolvidos no processo, são as descritas pelas competências essenciais mostradas no capítulo anterior.

A figura 4.5 ilustra a troca de dados e informações entre ferramentaria e escritório de projetos. Da mesma forma como ocorre entre cliente e ferramentaria, o escritório de projetos e a ferramentaria trocam dados referentes as suas competências essenciais através de interfaces específicas, ou seja, ambos irão trabalhar os dados fornecidos inicialmente pelo cliente e os traduzirão em informações para o desenvolvimento do molde. Da parte do escritório de

projetos esses dados serão: modelagem 3D, sistemas de alimentação, estrutura do molde, sistema de refrigeração e extração e horas necessárias para o projeto.

Pode-se observar agora que, diferentemente a situação original comentada no item 3.4 do capítulo 3, a bilateralidade na comunicação cliente e escritório de projeto, é eliminada devido a existência de um mecanismo de comunicação entre os atores que os mantém constantemente atualizados. Este contato parte da ferramentaria que, no momento da introdução do escritório de projeto no ambiente, permite que todos possam conversar e trocar informações de forma clara e precisa. Esta possibilidade existe devido ao melhor controle das informações, uma vez que estas se concentram em local único e são monitoradas a partir do gerenciamento do processo.

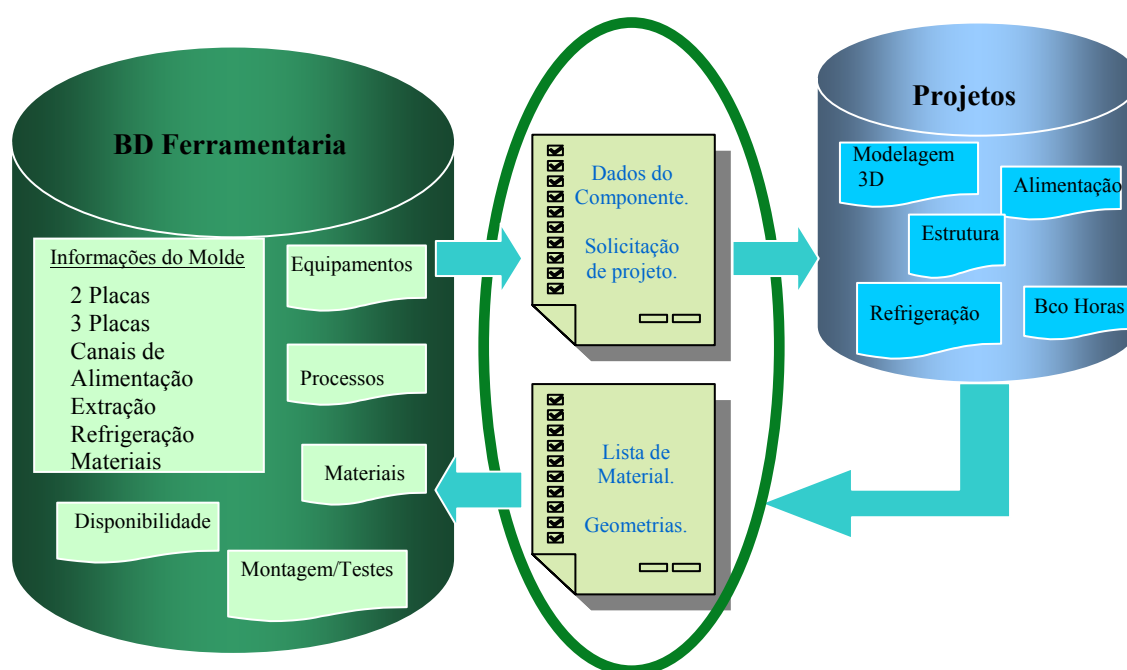


Figura 4.5 – Geração de informações pelo projeto.

Os dados necessários para o desenvolvimento do molde estão agora disponíveis entre todos os integrantes do ambiente podendo ser visualizados e atualizados a qualquer momento.

Uma das principais funcionalidades do ambiente é a possibilidade de que, qualquer modificação que venha a ser efetuada a partir de agora, e que altere os dados já fornecidos, podem ser documentadas pelos integrantes do ambiente que justificarão suas alterações e estas farão parte do histórico do desenvolvimento. A gravação destes dados é importante, pois o registro das informações pelos atores do processo ao longo do desenvolvimento do molde é precário. Normalmente estes registros são feitos em papel e por diversas pessoas a medida que

entram no processo, isto torna as informações coletadas incompletas e imprecisas comprometendo futuras pesquisas a esta base de informações.

Por sua vez, a interação entre os atores do processo é suprida por uma área para que comentários onde sugestões, dúvidas e orientações a respeito do desenvolvimento podem ser compartilhadas entre todos ou direcionadas a um dos atores do processo. Estes comentários, juntamente com o histórico das alterações, farão parte do histórico do projeto.

A figura 4.6 ilustra a integração final dos dados. O ambiente representado na figura 4.1 do início deste capítulo, agora está representado de forma a atender funcionalmente aos requisitos propostos inicialmente onde cliente, ferramentaria e escritórios de projeto interagem entre si com informações específicas as competências essenciais de cada um e, ao mesmo tempo, podem gerar o histórico do desenvolvimento do molde.

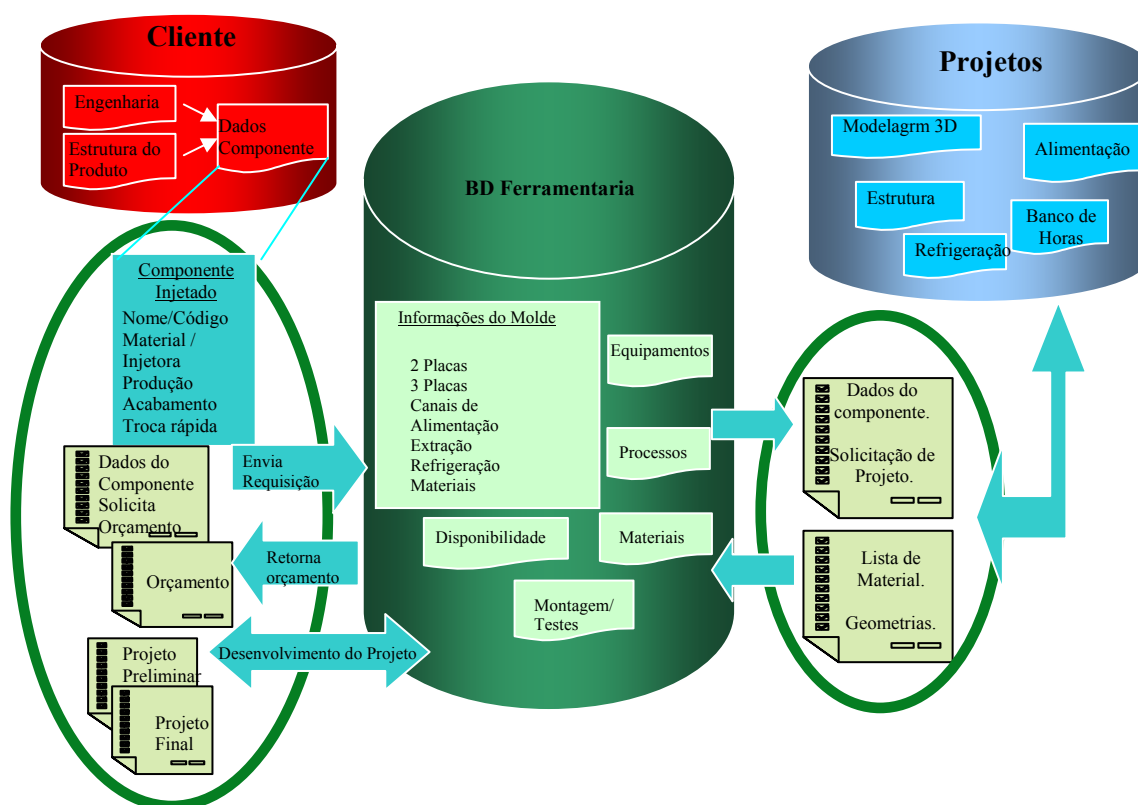


Figura 4.6 – Fluxo de informações no ambiente colaborativo.

4.3 Considerações

Este capítulo apresentou o conceito da forma operativa do ambiente colaborativo para permitir as trocas de informações entre cliente, ferramentaria e escritórios de projeto. Também foi salientado que a ferramentaria, além de conter a base de dados única do processo

de desenvolvimento de moldes, é o elo de ligação entre os atores do processo e, portanto, é a partir dela que os relacionamentos irão ocorrer. Também foi mostrado que o fluxo de informações entre os atores do processo, estão diretamente relacionadas às modelagens realizadas e com as competências essenciais de cada um.

Neste capítulo, portanto, foi definida a estrutura do ambiente colaborativo a qual servirá para desenvolver e testar, no capítulo seguinte, um modelo computacional para este fim.

CAPÍTULO 5 AMBIENTE COLABORATIVO PARA O APOIO AO DESENVOLVIMENTO DE MOLDES DE INJEÇÃO

5.1 Introdução

No presente capítulo, é exposta a implementação computacional, na forma de um protótipo do ambiente colaborativo, com o objetivo de consolidar as idéias apresentadas até o momento. A implementação computacional é feita a partir de um estudo de caso real e mostra como o sistema computacional está estruturado, evidenciando as interfaces e as formas de relacionamento entre os atores do processo de forma a atender as competências essenciais de cada um.

Os atores que participam do estudo de caso estão sediados em Caxias do Sul e os testes com o ambiente colaborativo foram realizados internamente na ferramentaria JR Oliveira, a qual faz parte da VIRFEBRAS – Grupo de Ferramentarias Virtuais Brasileiras, com a participação do seu departamento de projetos e de um de seus clientes que, por solicitação da empresa, será mantido em sigilo.

Embora a implementação tenha sido direcionada para um ambiente interno, ou seja, o escritório de projetos é um departamento da ferramentaria onde o estudo de caso foi realizado, o mesmo ambiente pode vir a ser implementado através de um servidor de Internet onde todos os três atores do processo podem estar localizados geograficamente em qualquer parte.

5.2 Sistema computacional

O ambiente computacional apresentado a seguir, foi desenvolvido de forma a permitir que os atores do processo cliente, ferramentaria e escritórios de projeto possam trocar as informações necessárias para o desenvolvimento de um molde de forma rápida, dinâmica e precisa.

As necessidades de clareza e dinamismo necessários ao ambiente colaborativo implicam em prover um ambiente adequado para o levantamento das necessidades focadas no desenvolvimento de moldes de injeção. Para tanto, o sistema baseia-se em interfaces específicas para cada um dos atores do processo e nos recursos disponíveis nas empresas como redes internas de computadores e a Internet.

O sistema apresentado foi denominado e-ACTiv – Ambiente Colaborativo para Troca de Informações e foi desenvolvido com a linguagem Borland Delphi versão 7 podendo operar tanto em uma rede local como pela Internet.

Para elaborar uma ferramenta computacional que responda as exigências estabelecidas, foram implementados os requerimentos necessários para o desenvolvimento de moldes de cada um dos atores conforme as modelagens IDEF e as competências essenciais de cada ator do processo. Desta forma, o ambiente do e-ACTiv foi projetado para operar em três níveis diferentes de usuários que são cliente, ferramentaria e escritórios de projeto. Cada um dos usuários, dentro as suas competências essenciais, poderá fornecer, receber e alterar informações, fazer comentários relativos ao projeto em andamento a qualquer momento além de acompanhar o histórico de alterações do projeto.

A apresentação do sistema computacional será feita concomitantemente ao estudo de caso e será realizado na seqüência em ocorre o desenvolvimento do molde, isto é, partindo da identificação dos atores do processo até o relacionamento de cada um deles com o ambiente colaborativo mostrando quais são as suas definições e competências e como interagem entre si.

5.3 Identificação dos atores

O uso do ambiente colaborativo inicia a partir do momento em que um dos atores do processo conecta-se ao sistema. Para tanto, é necessária uma identificação através de usuário e senha como mostrado na figura 5.1. A informação dada ao sistema neste momento definirá o modo de operação do ambiente naquele ponto, ou seja, a identificação do usuário como cliente, ferramentaria ou escritório de projetos fará com que o sistema apresente a interface necessária para iniciar o processo de troca de informações relativo àquela conexão.

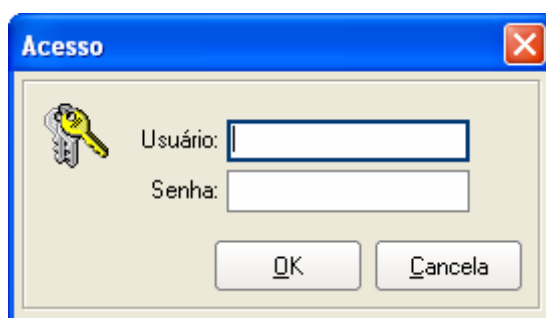


Figura 5.1 – Acesso ao e-ACTiv.

Para que o sistema possa fornecer a interface adequada no momento em que o usuário se conecta ao ambiente, é necessário que se faça previamente o seu cadastro na ferramentaria, dizendo qual é a característica daquele usuário. Este cadastro prévio tem por finalidade assegurar que os elementos que participam do ambiente e, que as informações que serão fornecidas, tenham como destino um cliente potencial para um novo molde. A figura 5.2 mostra como é feito o cadastro do usuário.

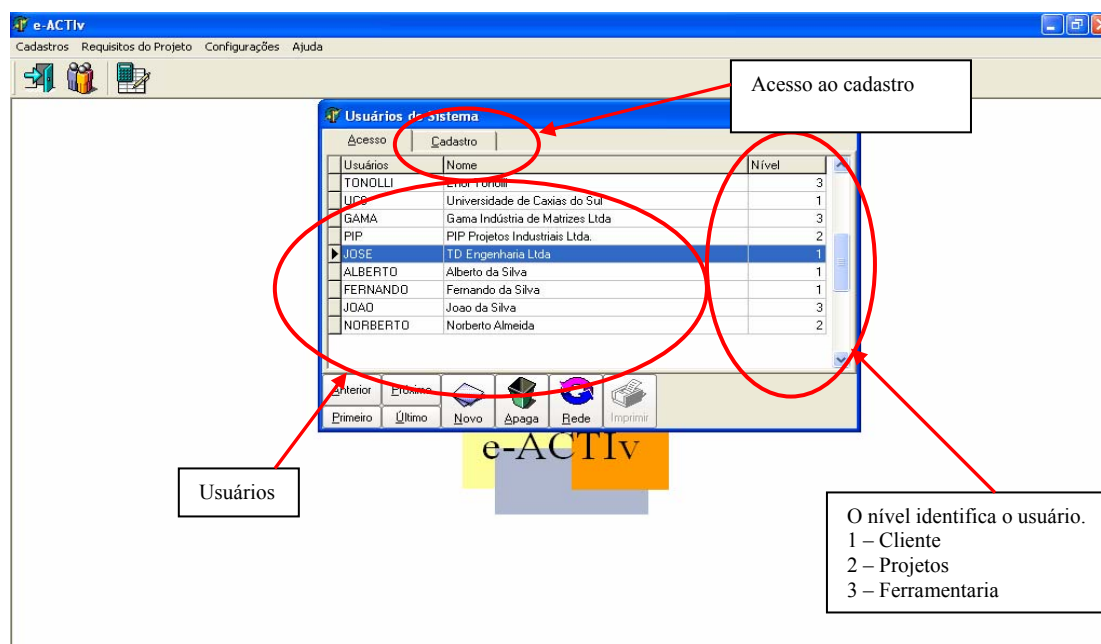


Figura 5.2 – Acesso ao cadastro geral de usuários.

Na seqüência, a figura 5.3 mostra como é feita a definição do modo de operação do sistema a partir do cadastro.

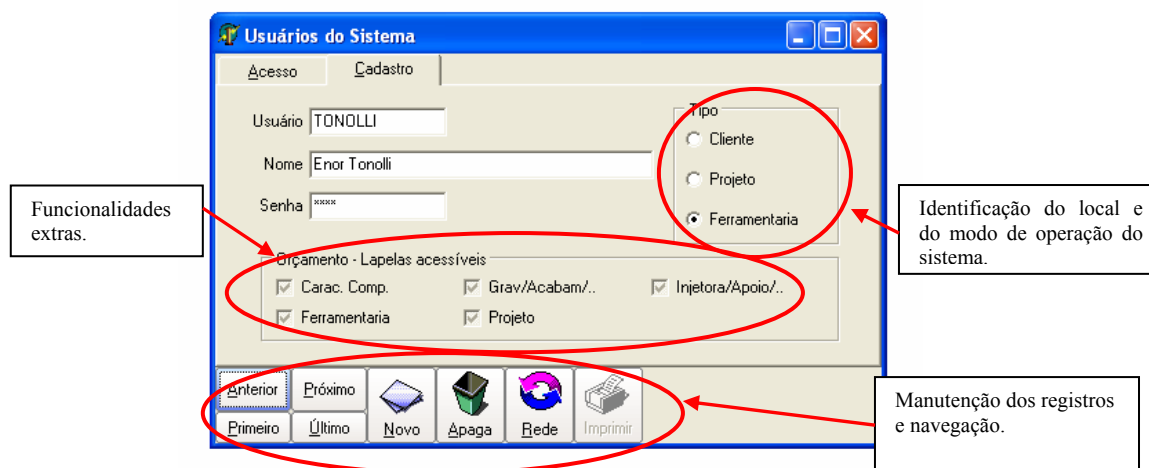


Figura 5.3 – Cadastro do usuário e definição do modo de operação do ambiente.

A partir do registro do cadastro, o ambiente colaborativo se adequará para àquela função específica, ou seja, a de permitir a entrada, alteração e a gravação dos dados relativos às competências essenciais do ator que estiver conectado ao ambiente.

Adicionalmente, funcionalidades extras poderão ser permitidas ao cliente e ao escritório de projetos a partir das permissões dadas pela ferramentaria como, por exemplo, permitir que o cliente acesse os dados de orçamento e/ou de projeto. Isto é possível marcando os campos que serão visualizados pelos demais na área “Orçamento - Lapelas acessíveis” da figura 5.3. Esta funcionalidade foi salientada pela ferramentaria como importante ao longo do estudo de caso uma vez que alguns clientes exigem que o orçamento seja aberto, ou seja, não apresentar somente um valor total final, mas mostrar como foi realizada a composição dos custos.

A partir deste momento, o sistema está configurado para iniciar a troca de dados e, por consequência, o relacionamento entre os atores do processo.

5.3.1 Competências do cliente no ambiente colaborativo

Cumprida a etapa inicial de identificação do usuário, é necessário agora que o sistema promova o ambiente adequado para cada um desses. Para tanto, serão apresentadas neste item as competências essenciais do cliente baseadas na pesquisa de campo e nas modelagens realizadas as quais definiram seu modo de ação dentro ambiente colaborativo. Como visto na figura 3.8 do capítulo 3 e na figura 4.3 do capítulo 4, as competências do cliente referem-se ao produto que está desenvolvendo e do processo de fabricação deste componente. O produto a ser desenvolvido neste caso, é uma máscara de proteção para soldagem, apresentado na figura 5.4.

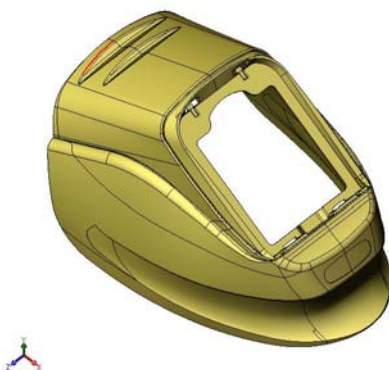


Figura 5.4 – Máscara de proteção para soldagem.

O processo se inicia no momento em que o cliente envia à ferramentaria uma solicitação para o desenvolvimento deste produto e, para tanto, o ambiente colaborativo dispõe para o cliente de telas específicas para este fim. Estas telas têm por finalidade estabelecer o primeiro contato e informar a ferramentaria os dados a respeito de um possível novo molde a ser desenvolvido.

Estas informações iniciais poderão tornar-se um novo projeto ou não, dependendo das tratativas comerciais que iniciaram neste primeiro contato. Na forma proposta pelo ambiente, a troca de informações iniciais dá-se de forma estruturada e completa eliminando ou reduzindo substancialmente as dúvidas a respeito dos dados fornecidos. Na figura 5.5 é apresentada a primeira tela de informações do componente que será injetado indicando material, contração, etc.

Uma funcionalidade importante do ambiente colaborativo é o fato de ser possível anexar junto às informações que estão sendo enviadas para a ferramentaria, as geometrias necessárias ao desenvolvimento do molde como o próprio componente em desenvolvimento, elementos padronizados como apoios e placas de troca rápida, logotipos, etc. A possibilidade de anexar estes elementos pode ser vista na figura 5.6.

Caso sejam necessárias maiores informações além daquelas já existentes nas telas como, por exemplo, alguma instrução a respeito de restrições ao ponto de injeção ou outra instrução qualquer, o sistema prevê campos para observações além de uma tela específica para comentários, que será descrita mais adiante.

The screenshot displays the 'e-ACTIV' software interface. At the top, there are menu options: 'Cadestros', 'Requisitos do Projeto', 'Configurações', and 'Ajuda'. Below the menu, there are several tabs: 'Status do Projeto', 'Estruturas do Comp.', 'Grav./Assin./Cam./Arquivos/Extração', 'Inicializar/Apoio/Travar/Local/Obj', 'Ferramentaria - Organiza', and 'Projeto'. The main form area contains the following fields and sections:

- Client:** 'EMC Ltda' (circled in red).
- Nº do orçamento:** '112' (circled in red).
- Data:** '25/3/2003' (circled in red).
- Nº do Molde:** '2563' (circled in red).
- Molde em desenvolvimento:** (circled in red).
- Dados do Componente:**
 - Código: '2341'
 - Descrição: 'Máscara de proteção para solda'
 - Material: 'Nylon 6 com modificados de impacto'
 - Contração: '1,5 %'
- Dados do Molde:**
 - Nº de cavidades: '1'
 - Macho/Cavidade: 'P20'
 - Gravetas: (dropdown menu)
 - Ângulo de desmoldagem:
 - Já considerado no desenho
 - Não considerado no desenho
 - Não considerado no desenho: '1' #
 - Config. Molde: 'Padrão'
- Encosto do Bico:** 'Grau', '45', 'mm'
- Câmara Quente:**
 - Definido por:
 - Sim
 - Não
 - Definido por:
 - Cliente
 - Ferramentaria
 - Modelo: (dropdown menu)

At the bottom of the window, there is a toolbar with icons for 'Anterior', 'Próximo', 'Último', 'Novo', 'Apaga', 'Bede', 'Imprimir', 'Hist. Alter.', 'Comentários', and 'Sair'. A red arrow points from a text box 'Ícones para inserção de comentários e acompanhamento do histórico de alterações.' to the 'Comentários' icon.

Figura 5.5 - Dados fornecidos pelo cliente - Características do componente.

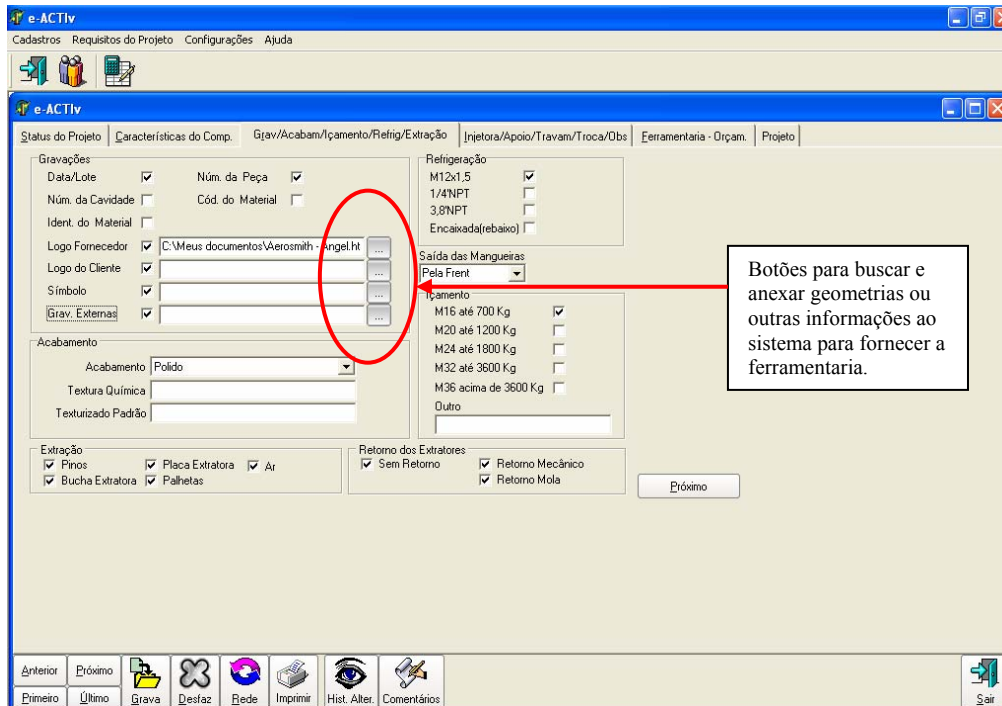


Figura 5.6 - Dados fornecidos pelo cliente – Dados gerais do molde.

A figura 5.7 complementa os dados gerais a respeito do processo como, por exemplo, o modelo de injetora a ser utilizada e suas características dimensionais, produção estimada e algumas padronizações.

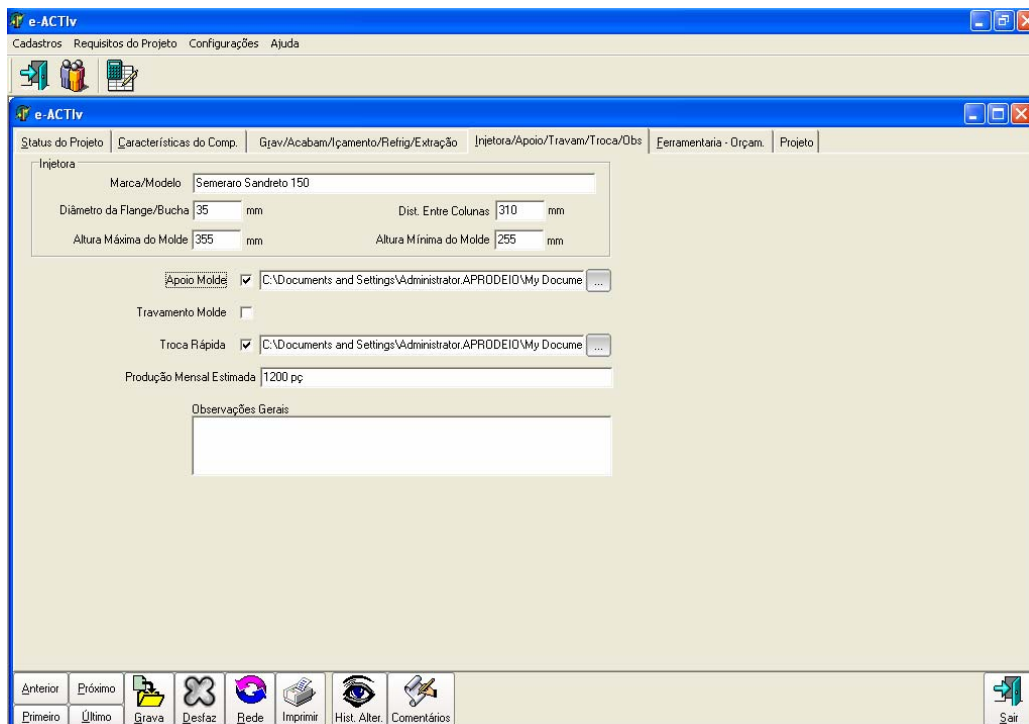


Figura 5.7 - Dados fornecidos pelo cliente – Dados gerais do molde e da injetora.

Preenchidos e gravados os dados, o cliente dá início ao processo de desenvolvimento do molde onde o primeiro passo será um orçamento proveniente da ferramentaria.

5.3.2 Competências da ferramentaria no ambiente colaborativo

Para a ferramentaria, o ambiente colaborativo mostra-se uma ferramenta valiosa no desenvolvimento de um molde uma vez que o ambiente supre as informações necessárias a este desenvolvimento de forma imediata.

A partir da gravação dos dados do cliente na base de dados centralizada na ferramentaria, esquematicamente demonstrado na figura 4.2 e 4.3 do capítulo 4, entra em ação a ferramentaria. Esta tem por objetivo atender as necessidades do cliente a partir dos dados disponibilizados dentro das suas competências essenciais apresentadas na figura 3.9 do capítulo 3.

No momento da gravação dos dados na base, o sistema automaticamente alerta a ferramentaria sobre esta nova necessidade e abre, também de forma automática, uma solicitação de orçamento com a data de entrada dos dados. A nova solicitação que está chegando para a ferramentaria, bem como todo o acompanhamento subsequente do desenvolvimento, pode ser feito por meio da primeira paleta “Status do Projeto” da tela de dados mostrada na figura 5.8. Esta tela de acompanhamento possui dois modos de visualização. Um dos modos, também apresentado na figura 5.8, mostra todos os desenvolvimentos de todos os clientes em andamento enquanto no outro modo de visualização são vistos os projetos individualmente por cliente, bastando para isso, seleccionar o projeto que se deseja acompanhar e ir abrindo as demais paletas. Na figura 5.9 tem-se um exemplo da visualização de um projeto específico.

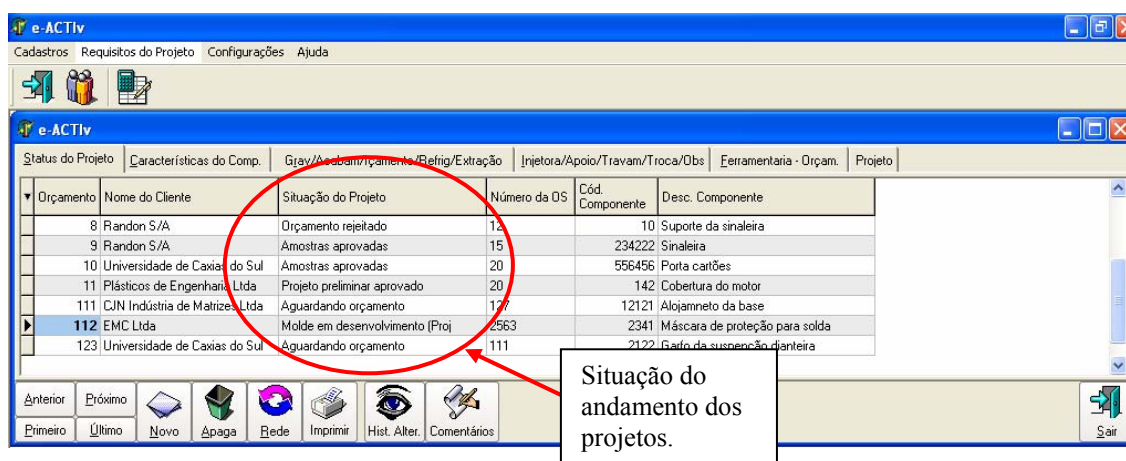


Figura 5.8 – Tela de acompanhamento dos projetos – visualização de todos os projetos.

Este recurso do sistema permite que a navegação pelo ambiente colaborativo seja feita de forma ágil e rápida podendo acessar toda a documentação, comentários, histórico de alterações, orçamentos e geometrias apenas selecionando o projeto e abrindo as demais paletas. A facilidade de acesso aos dados dos desenvolvimentos em andamento bem como daqueles que já foram encerrados é importante uma vez que as empresas, de uma forma geral, não possuem uma forma adequada de armazenamento da sua documentação.

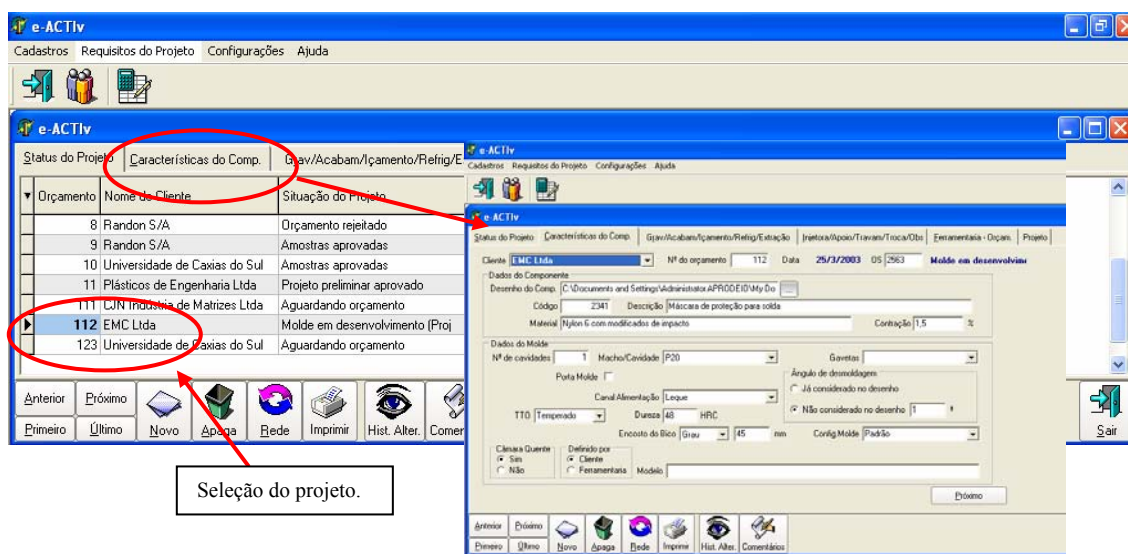


Figura 5.9 – Tela de acompanhamento dos projetos – visualização um projeto específico.

De posse dos dados para um novo desenvolvimento, a ferramentaria necessita orçar o molde que produzirá o componente injetado. Para poder fazer este orçamento, são necessárias uma série de informações a respeito dos processos da ferramentaria.

O sistema disponibiliza para a ferramentaria uma série de cadastros, que são:

- cadastro de clientes,
- materiais utilizados na fabricação do molde,
- acabamentos,
- modelos de porta-molde, operações de fabricação,
- operações de fabricação,
- seqüências do desenvolvimento do molde
- componentes utilizados na montagem do molde,
- tipos de mão-de-obra empregada na fabricação do molde.

Nas figuras 5.10 a 5.17 são mostradas as telas dos cadastros que serão utilizados para a geração do orçamento e posterior controle da ferramentaria.

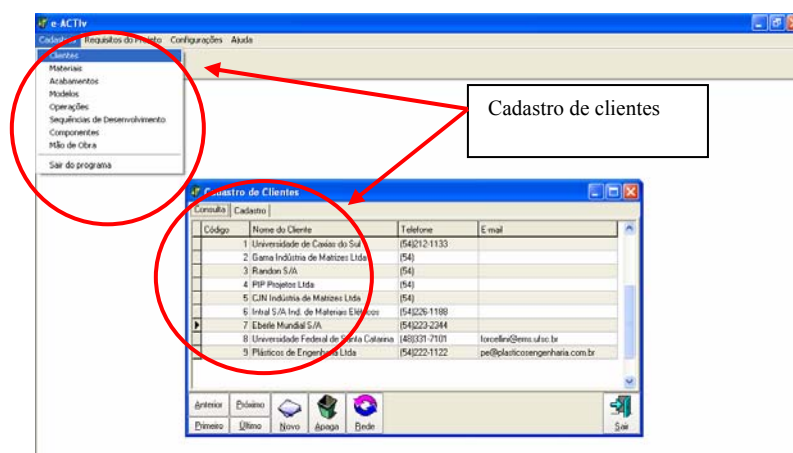


Figura 5.10 – Cadastro de clientes.

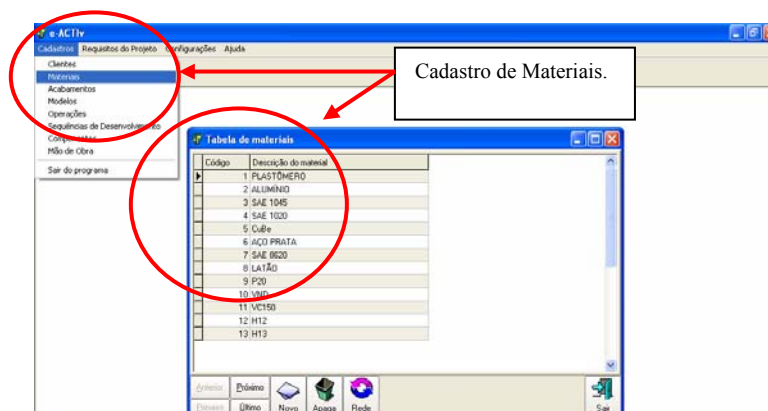


Figura 5.11 – Cadastro de materiais.

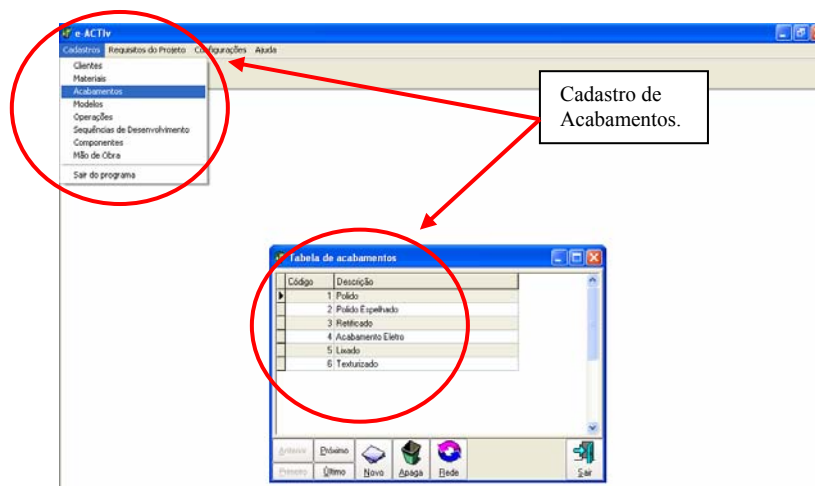


Figura 5.12 – Cadastro de acabamentos.

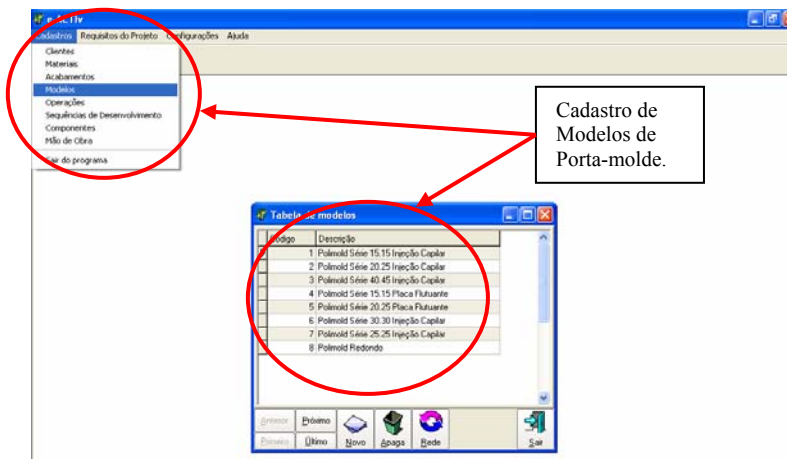


Figura 5.13 – Cadastro de modelos de porta-molde.

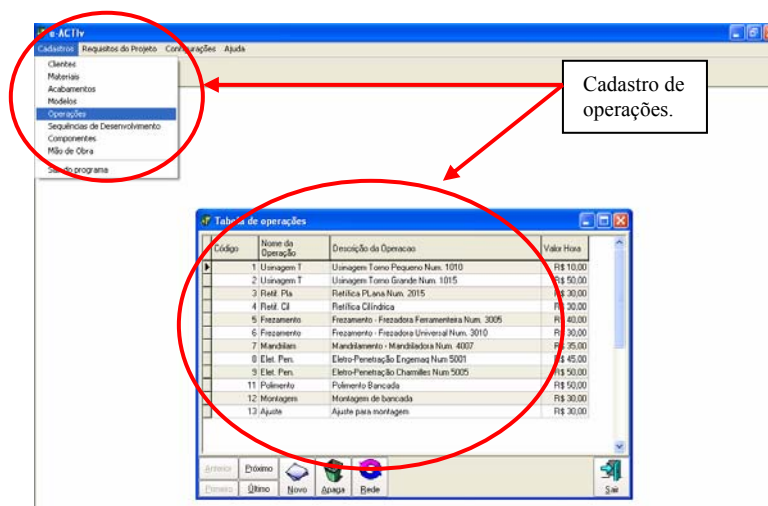


Figura 5.14 – Cadastro de operações.

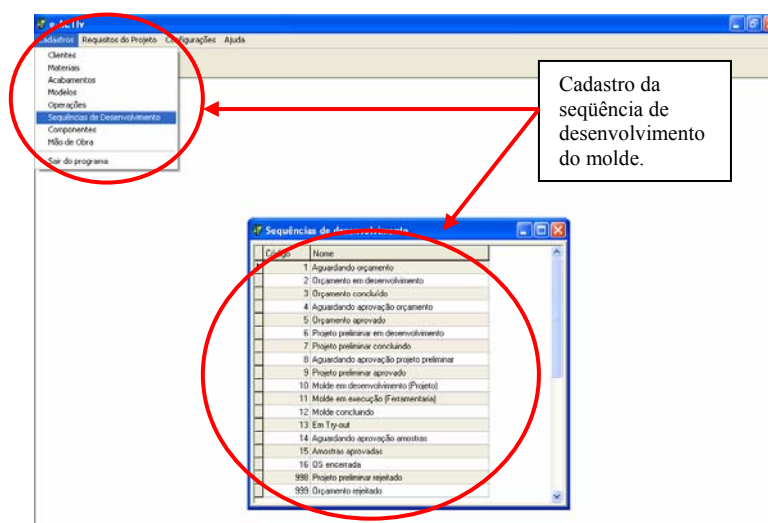


Figura 5.15 – Cadastro das seqüências de desenvolvimento do molde.

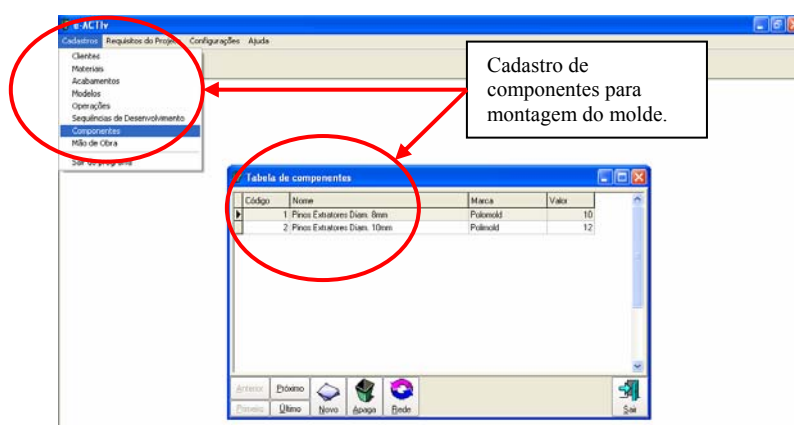


Figura 5.16 – Cadastro de componentes do molde.

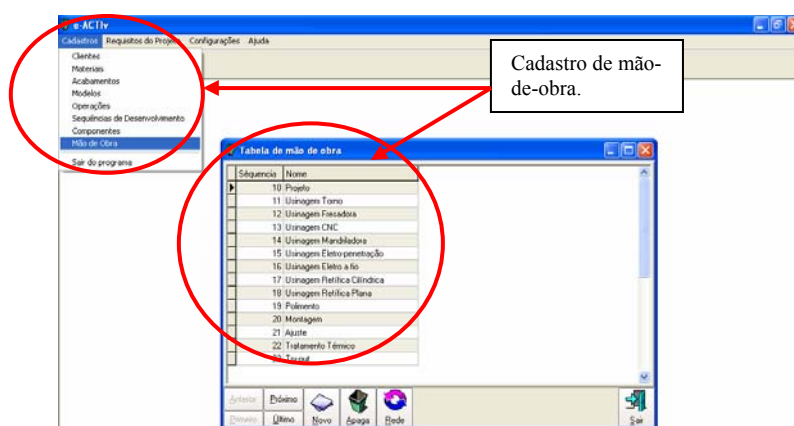


Figura 5.17 – Cadastro de mão-de-obra.

Portanto, a partir dos dados fornecidos pelo cliente e com os cadastros ativos, a ferramentaria procede a análise do orçamento do molde. Esta análise pode ser feita somente pela ferramentaria ou esta pode solicitar ajuda do escritório de projetos. Como os dados estão em uma base única, a ferramentaria poderá permitir a visualização dos dados pelo pessoal de projetos de forma simples apenas alterando o nível do usuário. O nível de acesso as informações por parte do cliente também pode ser controlado. Ambos os controles de visualização dos dados tanto do cliente como do projeto é de controle da ferramentaria. A visualização da montagem do orçamento pela ferramentaria pode ser vista na figura 5.18.

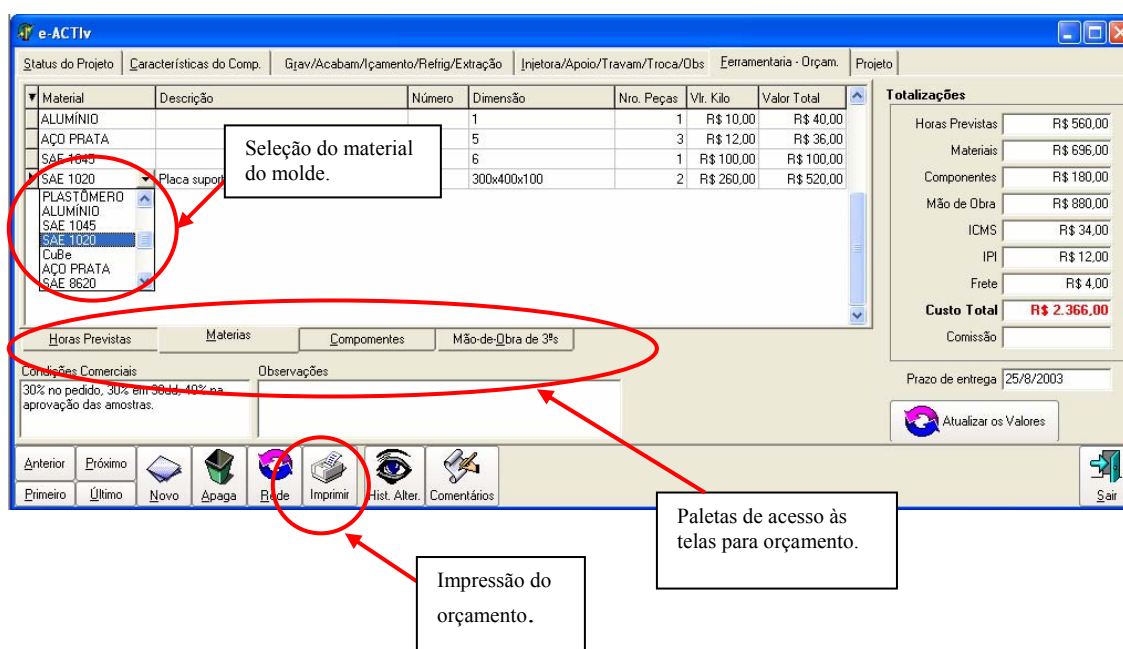


Figura 5.18 – Análise de custos do molde.

Após a análise ter sido concluída, o orçamento do molde em análise é disponibilizado para o cliente através do ambiente colaborativo que dará o seu parecer, ou seja, decidirá pela execução do projeto e sua fabricação ou não.

A impressão do orçamento em papel, para efeitos de documentação do processo, também foi previsto no ambiente colaborativo. Na figura 5.19 é possível visualizar o formato deste documento.

Com a emissão do orçamento, cliente e ferramentaria iniciam as negociações comerciais. Estas negociações são suportadas pelo ambiente colaborativo no sentido de registrar todas as transações de informações que ali ocorrerem tanto para aprovação como para rejeição do orçamento. Este acompanhamento é feito pela tela onde está indicada a situação do projeto associado a área de comentários e de histórico das alterações.


		Data: 8/6/2003																	
		Orçamento n° 112																	
		Cliente: BAC LMA																	
		Prazo de entrega:																	
Dados do Componente																			
Código: 2341		Material: Nylon 6 com modificador de impacto																	
Descrição: Máscara de proteção para solda																			
Dados do Molde																			
N° de cavidade(s): 1	Machos/Cavidade: P20	Cavetas:																	
Porta Molde: Máscar	Modelo:	Canal Alimentação: Leque	Ângulo de Desmold.: 1																
TTC: Temper	Dureza: 48	Acabamento: Texturizado																	
Encocho do Bloco: Grau	45°	Config. Molde: Padrão																	
Câmara quente: Sim	Definido por Cliente																		
Gravação(s)																			
Data/Lote: N5o	Logo do Cliente: Sim	Núm. da Cavidade: N5o																	
Símbolo: N5o	Ident. do Material: Sim	Grav. Interna: N5o																	
Logo Fornecedor: N5o	Núm. da Peça: N5o	Cód. do Material: N5o																	
Acabamento																			
Bretadeira: Polido p. Estração	Polido p/ Estração	Polido Espelhado																	
Textura: Guimboa	Texturizado	Padrão																	
Refrigeração																			
M12: 1,5 N5o	1/4" NPT: Sim	3/8" NPT: N5o	Bocalhada (rebaixo): N5o																
Saída das Mangueiras: Por Trás																			
Ligamento																			
M16 a 700 kg: N5o	M20 até 1200 kg: N5o	M24 até 1800 kg: Sim																	
M32 a 3600 kg: N5o	M36 acalma de 3600 kg: N5o	Curo																	
Estração		Retorno dos Estratores																	
Pinos: Sim	Placa Estratora: N5o	Ar: N5o	Sem Retorno: N5o																
Bucha Estratora: N5o	Palieta: N5o	Ret. Mecânico: Sim	Ret. Moia: N5o																
Condição e Comercial		Observações																	
30% no pedido, 30% 30dd após a aprovação do orçamento,																			
<table border="1"> <tr> <td>Horas Previstas</td> <td>R\$ 18.750,00</td> </tr> <tr> <td>Material</td> <td>R\$ 10.210,00</td> </tr> <tr> <td>Componente</td> <td>R\$ 888,00</td> </tr> <tr> <td>Mão de Obra</td> <td>R\$ 3.100,00</td> </tr> <tr> <td>ICMS</td> <td>R\$ 0,00</td> </tr> <tr> <td>IPF</td> <td>R\$ 0,00</td> </tr> <tr> <td>Frete</td> <td>R\$ 0,00</td> </tr> <tr> <td>Custo Total</td> <td>R\$ 32.948,00</td> </tr> </table>				Horas Previstas	R\$ 18.750,00	Material	R\$ 10.210,00	Componente	R\$ 888,00	Mão de Obra	R\$ 3.100,00	ICMS	R\$ 0,00	IPF	R\$ 0,00	Frete	R\$ 0,00	Custo Total	R\$ 32.948,00
Horas Previstas	R\$ 18.750,00																		
Material	R\$ 10.210,00																		
Componente	R\$ 888,00																		
Mão de Obra	R\$ 3.100,00																		
ICMS	R\$ 0,00																		
IPF	R\$ 0,00																		
Frete	R\$ 0,00																		
Custo Total	R\$ 32.948,00																		

Figura 5.19 – Impressão do orçamento.

5.3.3 Competências do escritório de projetos no ambiente colaborativo

A estrutura geral do sistema computacional para o escritório de projetos, segue o esquema representado na figura 4.5 do capítulo 4, e privilegia as suas competências essenciais como representado na figura 3.9 do capítulo 3.

O escritório de projetos participa do processo recebendo as informações do componente a ser desenvolvido pelo cliente por meio da ferramentaria. Num primeiro momento, a ferramentaria recebe como retorno do escritório de projetos, a quantidade de horas previstas para o projeto e o valor previsto para estas horas. Esta informação irá fazer

parte do orçamento do molde que será enviado para o cliente posteriormente pela ferramentaria. Pode-se perceber com isto, que a condição de bilateralidade das comunicações entre cliente e escritório de projetos descrita inicialmente neste trabalho, e que prejudicava o desenvolvimento de moldes, agora deixa de existir pois todo o fluxo de informações deve passar pelo elemento central do processo de desenvolvimento de moldes que é a ferramentaria.

Em caso de aprovação do orçamento, o escritório de projetos fornecerá o projeto preliminar do molde que será submetido à aprovação do cliente através da ferramentaria, as listas de material e os desenhos referentes ao detalhamento do projeto como demonstrado esquematicamente na figura 4.4 do capítulo 4. A figura 5.20 mostra a área do sistema que será trabalhada pelo escritório de projeto.

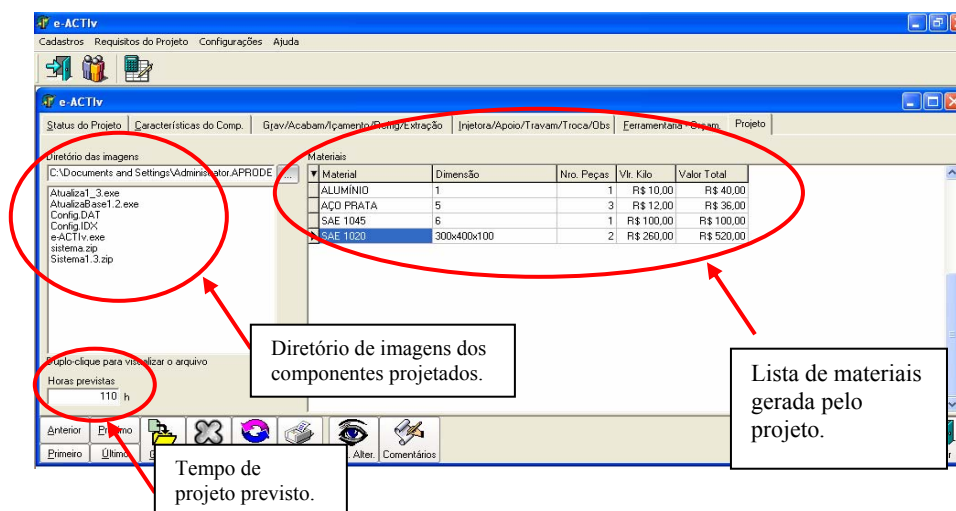


Figura 5.20 – Área de dados alimentada pelo projeto.

Com relação as competências essenciais esta tela do sistema computacional traduz, no ambiente colaborativo, o local de armazenamento de todas as geometrias geradas através do “Diretório de imagens”, da lista de materiais e do tempo necessário para o desenvolvimento do projeto.

O escritório de projeto participa de forma dinâmica junto a ferramentaria uma vez que todo o conteúdo gerado pelo projeto (geometrias) alimentará a ferramentaria tanto para as atividades de compra de material como para a usinagem de componentes do molde que começam a serem executados pela ferramentaria. Para o escritório de projetos, a sua parcela dentro do ambiente colaborativo, refere-se a gerar as geometrias para usinagem e as listas de material. Ambas as situações estão previstas no ambiente. A primeira situação, referente a

como dispor as geometrias para a ferramentaria e para o cliente se for o caso, está atendida por meio do “Diretório de imagens” do ambiente colaborativo, ou seja, o sistema dá acesso ao diretório com as geometrias para cada projeto específico. No presente estudo de caso, o diretório de imagens aberto e mostrado na figura 5.20 refere-se a máscara de proteção para soldagem. A segunda situação, referente as listas de materiais, também é atendida a medida que o sistema provê uma área para o desenvolvimento de uma lista de materiais.

5.4 Interatividade entre os atores do processo através do ambiente colaborativo

Até o momento abordou-se quase que exclusivamente, sobre como o ambiente colaborativo pode atender as competências que cada ator do processo durante o desenvolvimento de um novo molde. Neste item, será feito o fechamento sobre as formas de interatividade que este ambiente proporciona a medida que as competências essenciais de cada cliente vão sendo satisfeitas e, desta forma, possa refletir de fato um ambiente de colaboração mútua.

Inicialmente é importante que se conheça as formas pelas quais o ambiente colaborativo pode ser visualizado. No momento em que o processo inicia, e portanto, não existe ainda histórico e comentários no sistema, as telas são as mesmas mostradas inicialmente, ou seja, procuram atender as competências essenciais de cada ator do processo. Entretanto, a qualquer momento que seja necessário ou a medida que o processo de desenvolvimento do molde prossegue, a tela do ambiente pode ser configurada para se ter uma visão completa do que está ocorrendo em termos de comentários e histórico. A figura 5.21 mostra esta condição.

Fundamentalmente, as funcionalidades do sistema estão presentes nas telas já mostradas anteriormente, entretanto, não foi ressaltada naquela situação a sua importância. Uma funcionalidade importante do ambiente colaborativo que é ao mesmo tempo responsável pela maior interatividade do ambiente, é a disponibilidade de uma área para comentários para a resolução de problemas, dúvidas, orientações ou alterações que poderão ocorrer durante o processo de desenvolvimento. Outra funcionalidade importante é a manutenção dos históricos de alteração de dados com suas respectivas justificativas com a gravação automática e, não editável, do usuário, data e hora em que a alteração foi feita. Isto permite que o desenvolvimento do molde seja gerenciado ao longo da sua evolução. Ambas as funcionalidades, comentários e histórico, estão presentes em tempo integral em todas as telas

do ambiente e podem ser visualizadas por todos os envolvidos, além disso, essas telas são individualizadas por projeto.

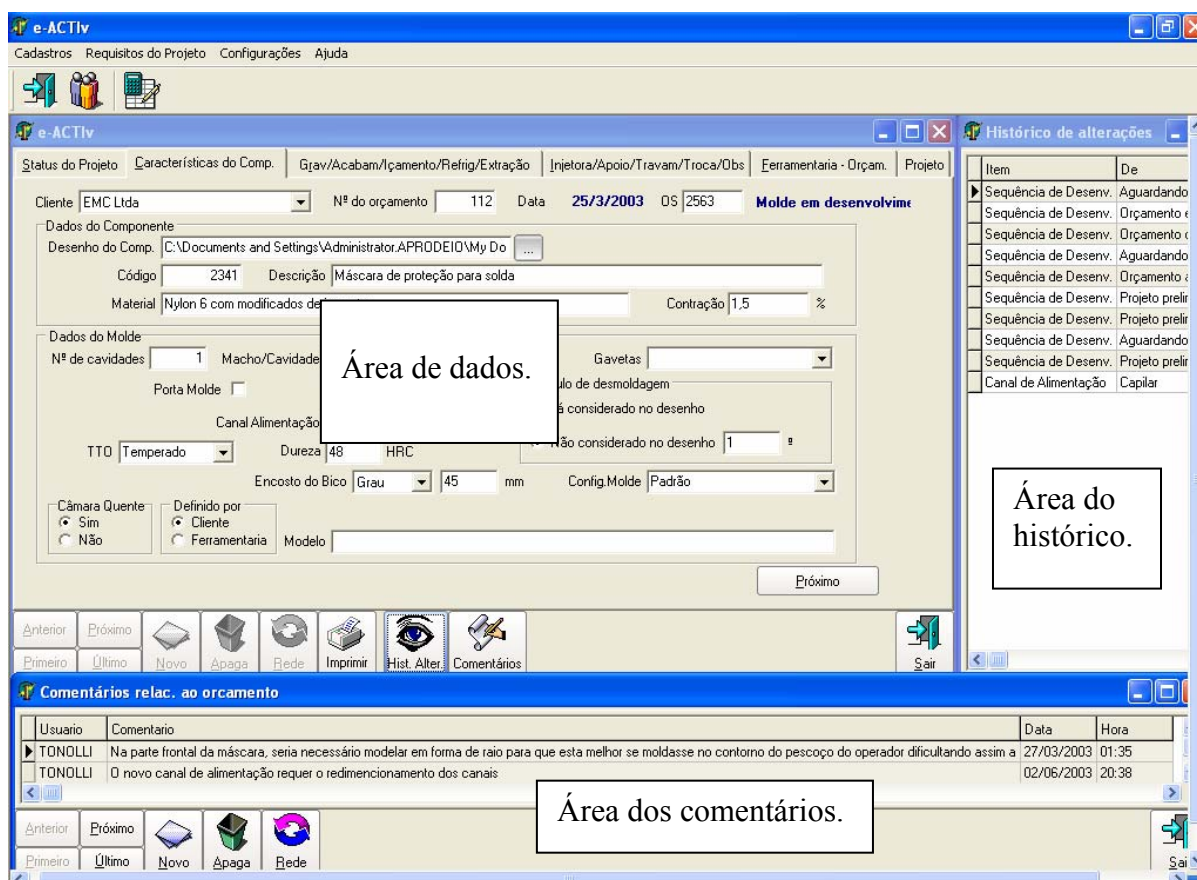


Figura 5.21 - Tela compartilhada para comentários e histórico.

O potencial para agilizar o fornecimento e a posterior troca de informações no ambiente colaborativo, pode ser visto na medida em que os dados necessários para a avaliação do molde, por parte da ferramentaria, são fornecidos pelo cliente de forma integral já no primeiro contato sendo intensificadas no decorrer do projeto e da fabricação do molde. Isto pode ser entendido como a possibilidade de comunicação dinâmica entre as partes haja visto que no momento em que os dados são gravados por qualquer um dos atores do processo, estes dados tornam-se disponíveis para os demais instantaneamente.

No estudo de caso analisado, a área do histórico do ambiente registrou as seqüências de desenvolvimento do molde e a mudança do canal de corte durante o andamento do projeto. O registro deste evento ocorre sempre que uma condição original fornecida ao sistema for alterada. Esta condição se aplica desde a situação de acompanhamento do projeto até a alteração das características de processo e de descrição do componente a ser injetado. As

figuras 5.22 e 5.23 mostram esta condição para o presente estudo de caso quando é alterado um dado original inserido no sistema.

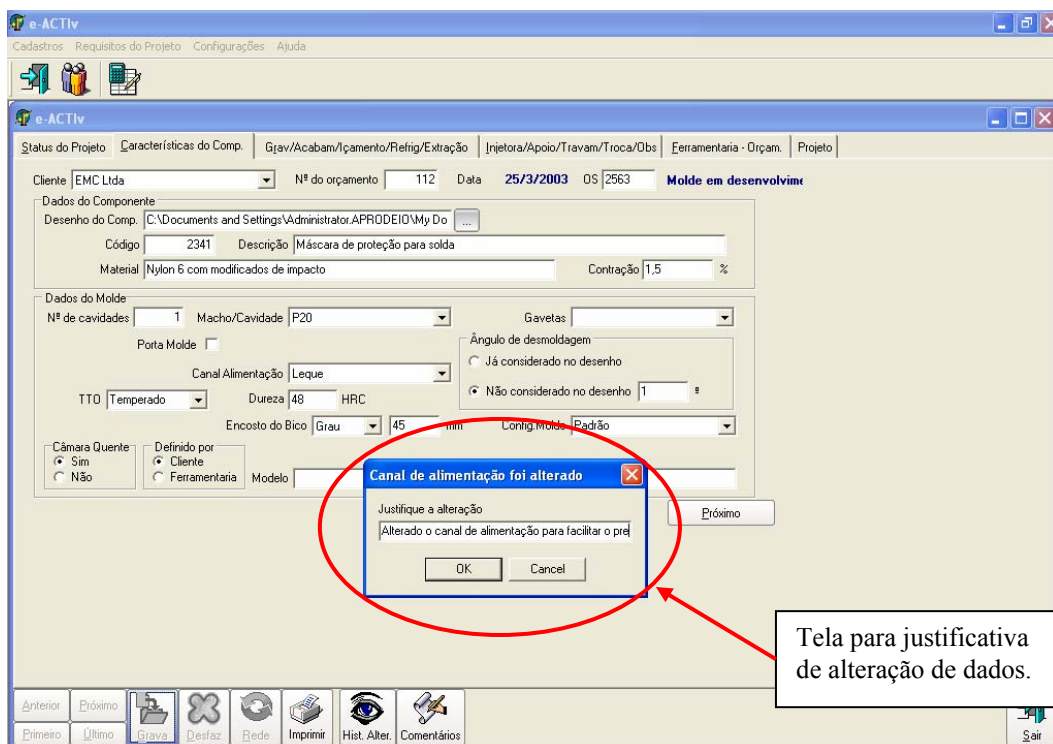


Figura 5.22 – Tela para justificativa de alteração de dados.

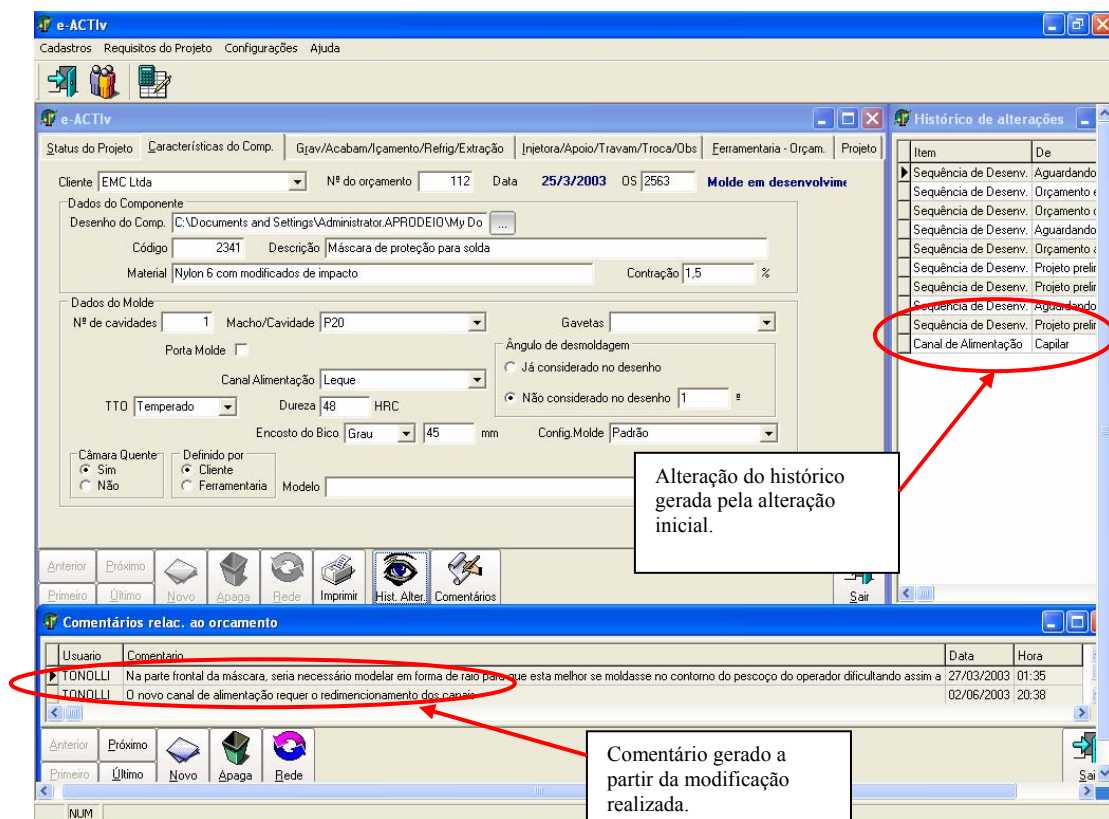


Figura 5.23 - Telas de entrada de dados, comentários e histórico simultâneos.

Como pode ser visto na figura 5.21 o volume de informações e a disposição das telas pode comprometer a visualização das mesmas. Desta forma, para tornar mais confortável a visualização bem como permitir uma adequada inserção destes dados, o sistema utiliza os recursos do sistema operacional Windows[®] permitindo a expansão dessas janelas. As figuras 5.24 e 5.25 mostram as telas de acompanhamento dos comentários e do histórico de forma ampliada.

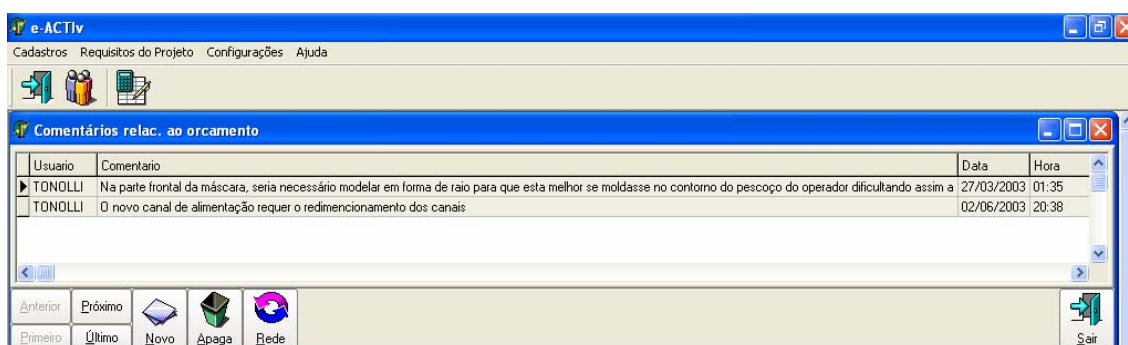


Figura 5.24 – Tela para inserção e acompanhamento de comentários.

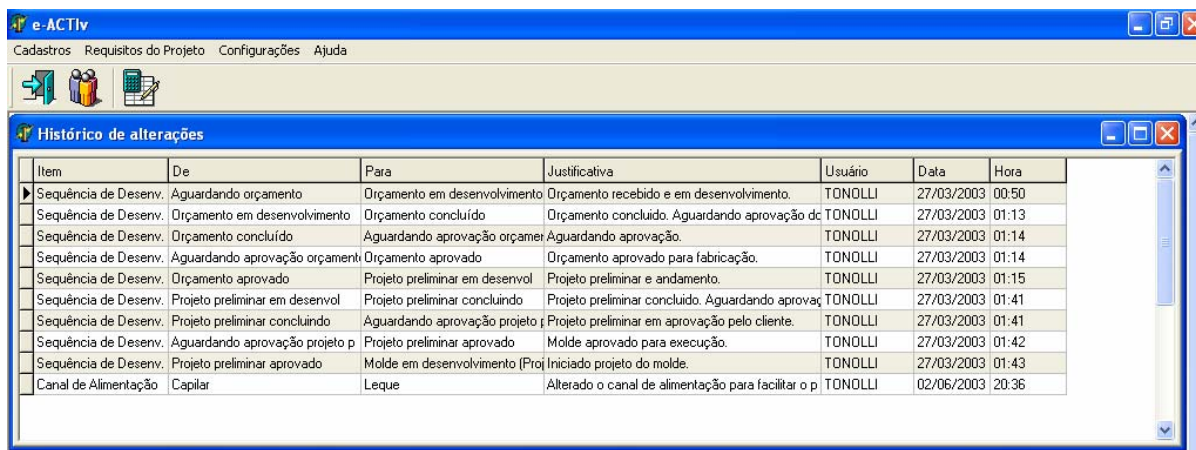


Figura 5.25 - Tela para o acompanhamento do histórico das alterações.

5.5 Considerações

Este capítulo apresentou a estrutura e a aplicação em um estudo de caso, do sistema computacional experimental que suporta o ambiente colaborativo para troca de informações visando o desenvolvimento de um molde de injeção.

Foi possível observar ao longo deste capítulo, que o ambiente colaborativo permitiu aos atores, trocar informações de forma estruturada e clara além de poder manter um controle mais preciso e rigoroso sobre as informações.

Outra característica importante foi a possibilidade de se ter uma comunicação dinâmica entre os atores reduzindo a ambigüidade e redundância das informações pela diminuição da bilateralidade das comunicações. O exemplo mostra ainda, a utilidade do ambiente colaborativo proposto como suporte ao desenvolvimento de moldes de injeção. Adicionalmente, apresenta um tratamento adequado das necessidades e o adequado processo de obtenção e troca de informações para o desenvolvimento de moldes.

CAPÍTULO 6 CONCLUSÕES

Pareceres conclusivos parciais foram expostos nos capítulos precedentes, durante o tratamento dos aspectos principais desta dissertação.

A pesquisa de campo desenvolvida considerou que, embora os ambientes colaborativos não sejam novidade, nenhuma referência foi encontrada sobre o uso deste tipo ferramenta aplicada ao desenvolvimento de moldes de injeção de plásticos. A pesquisa explorou por meio de uma análise criteriosa das características dos atores do processo, as formas de relacionamento e comunicação entre esses atores, as suas competências essenciais e o tipo e conteúdo das informações necessárias ao desenvolvimento de moldes.

6.1 Contribuições deste trabalho

Este trabalho teve em sua motivação uma pesquisa de campo onde identificou-se que o setor de desenvolvimento de moldes é deficiente na forma de organização e comunicação entre as partes envolvidas no mesmo.

Com o auxílio das modelagens IDEF, foi possível identificar que neste segmento três atores principais participam do processo que são: cliente, ferramentaria e escritórios de projeto. Também baseadas nestas modelagens foram definidas as competências essenciais de cada um desses atores com o intuito de identificar as suas características no que tange as informações necessárias para o desenvolvimento de um molde de injeção de plásticos e qual seu grau de influência nestas informações.

O entendimento do comportamento de cada um dos aspectos mencionados anteriormente foi de grande importância para a adequada análise, proposta e desenvolvimento do ambiente colaborativo.

Isto permitiu o desenvolvimento e a implementação de um sistema computacional experimental que suporta o ambiente colaborativo e que compreendeu as principais necessidades detectadas no processo de desenvolvimento de moldes.

Como forma de avaliar efetivamente a contribuição do ambiente colaborativo desenvolvido neste trabalho, foi aplicado um questionário, que encontra-se no apêndice A, com o intuito de medir o grau de importância e aplicação do modelo proposto. Por promover um ambiente simples, funcional e de grande confiabilidade e agilidade na troca de informações, permitiu que o processo de desenvolvimento do molde transcorresse de forma transparente entre os atores do processo no durante o estudo de caso.

6.2 Conclusões

Através de uma pesquisa de campo, voltada para um segmento econômico forte na região de Caxias do Sul, foi possível identificar uma das deficiências que o setor de desenvolvimento de moldes possui na sua forma de organização e comunicação, e propor uma alternativa. Assim, a proposta inicial de propor um ambiente de comunicação mais eficiente e dinâmico entre cliente, ferramentaria e escritórios de projeto para o apoio ao desenvolvimento de moldes de injeção foi alcançado.

Foi possível identificar quais são os atores, i.e. cliente, ferramentaria e escritórios de projeto, que participam do processo de desenvolvimento de moldes de injeção, suas competências essenciais e as especificações necessárias para o projeto de moldes;

Através das técnicas de modelagem IDEF0 e IDEF3, o fluxo de informações e atividades envolvidas no processo de desenvolvimento de moldes foi identificado e modelado, bem como a interação destas informações através dos diferentes atores do processo e um ambiente colaborativo para apoio ao desenvolvimento de moldes de injeção foi proposto, a partir da definição dos atores do processo, suas competências essenciais e do fluxo de informações;

Um sistema computacional experimental foi desenvolvido para a implementação do ambiente colaborativo para o desenvolvimento de moldes de injeção apoiando a troca de informações entre os atores do processo, levando em consideração as características individuais de cada um;

E, através de um estudo de caso, foram avaliados e testados os resultados obtidos deste ambiente colaborativo permitindo um nível de relacionamento mais formalizado e confiável entre os atores do processo.

6.3 Sugestões para trabalhos futuros

Embora este trabalho de pesquisa tenha atingido os objetivos traçados inicialmente, é possível perceber que melhorias podem ser adicionadas à implementação do sistema computacional no sentido de contemplar um espectro maior das necessidades do processo.

Assim sendo, algumas possibilidades de continuidade deste trabalho poderiam ser:

- desenvolver o ambiente colaborativo para abranger a fase de desenvolvimento de protótipos antes da fase de desenvolvimento do molde propriamente dito;
- no estudo de caso realizado neste trabalho, o ambiente colaborativo proposto foi testado em uma *intranet*. Desta forma, poderia ser dada continuidade no sentido da implementação do ambiente colaborativo em um servidor de *internet*;
- utilizar a linguagem de programação XML (*Extensible Markup Language*) no desenvolvimento do sistema computacional do ambiente colaborativo, isto permitirá uma integração facilitada entre os diversos bancos de dados que os atores do processo poderiam estar utilizando.
- orientar a aplicação do ambiente colaborativo para aplicações de CRM (*Customer Relationship Management*), isto permite que o sistema desempenhe funções gerenciar não somente o desenvolvimento do molde, mas também o relacionamento entre as partes envolvidas no processo;
- expandir a atuação do ambiente colaborativo para aplicações de *Supply Chain*, ou seja, agregar os fornecedores de componentes para moldes de injeção dentro do ambiente colaborativo criando, a partir deste ambiente, uma cadeia logística de fornecimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, A. F. *Gestão da Inovação. Uma Abordagem Orientada a Gestão Corporativa*. Florianópolis, 2000. 149 p. Departamento de Engenharia de Produção Sistemas. Núcleo de Estudos em Inovação, Gestão e Tecnologia da Informação. Universidade Federal de Santa Catarina.
- CHENG-LEON, A. *Enactment of IDEF0 models*. International Journal of Manufacturing Technology, 1999, vol. 37, no.15, p. 3383-3397.
- CIC - Câmara de Indústria e Comércio de Caxias do Sul. Departamento de Estatística. Caxias do Sul, 2000.
- CHITTARO, L.; KUMAR, A. N. *Reasoning about function and its applications to engineering*. Artificial Intelligence in Engineering, 1998, vol. 12, p. 331-336.
- CHO, H.; LEE, I. *Integrated Framework of IDEF Modeling Methods for Structured Design of Shop Floor Control Systems*. International Journal of Computing Integrated Manufacturing, 1999, vol.12, n° 2, p. 113-128.
- COLQUHOUN, G. J.; BAINES, R. W.; CROSSLEY, R. *A state of art review of IDEF0*. International Journal of Computer Integrated Manufacturing, 1993, vol. 6, no.4, p. 252-264.
- COSTA, C. A. *Product Range Models Injection Mold Tool Design*. Loughborough, University, 2000. 255 f. Doctor of Philosophy of Loughborough, England. A doctoral thesis.
- CRUZ, S.; *Moldes de Injeção Termoplásticos*. Editora Hemus. São Paulo, 1996.
- DARÉ, G. *Proposta de um Modelo de Referência para o Desenvolvimento Integrado de Componentes de Plásticos Injetados*. Florianópolis, 2001. 212 f. Dissertação (Mestre em Engenharia Mecânica). Departamento de Engenharia Mecânica Universidade Federal de Santa Catarina.
- EVBUOMWAN, N.F.O.; SIVALONAGATHAN, S.; JEBB, A. *A survey of design philosophies, models, methods and systems*. Journal Engineering Manufacture, 1996, vol. 210, p.301-320.

FONSECA, A. J. H. *Sistematização do processo de obtenção das especificações de projetos de produtos industriais e sua implementação computacional*. Florianópolis, 2000. 180 p. Tese (Doutor em Engenharia). Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina.

HARRIS, S. B.; OWEN, J.; BLOOR, M. S.; HOGG, I. *Engineering Document Management Strategy: analysis as requirements choice and system implementation*. Journal of Engineering Manufacture, 1999, vol. 211, part B.

HUANG, G. Q.; MAK, K. L. *Web-based Collaborative Conceptual Design*. Journal of Engineering Design, 1999, vol. 10, n° 2, p.183-194.

IDEF Family of Methods. *A structured approach to enterprise modeling and analysis*. Acessado em 27 de março de 2002. Disponível em: <<http://www.idef.com/idef0.html>> e <<http://www.idef.com/idef3.html>>.

LEE, K. S.; LI, Z.; FUH, J. Y. H.; ZHANG, Y. F.; NEE, A. Y. C. *Knowledge-Based Injection Mold Design System*. Design and Production of Design and Molds, p 45-49, 1997.

LEE, RONG-SHEAN; CHEN, YUH-MIN; LEE, CHANG-ZOU; *Development of a concurrent mold design system: a knowledge-based approach*. Computer Integrated Manufacturing System, 1997, vol.10, n.4, p. 287-307.

MENGES, G.; MICHAELI, W.; MOHREN, P.; *How to Make Injection Molds*. Hanser Publisher. Munich, 2001.

MOREIRA, M. E. Tecnologia se consolida mais em AEC do que em engenharia, São Paulo, n. 88, ano 8, p. 12-19, 2002.

ONG, S. K.; PROMBENPONG, S.; LEE, K.S. *An object-oriented approach to computer-aided of a plastic injection mould*. Journal of Intelligent Manufacturing, 1995, vol. 6, p. 1-10.

PALADINI, E. P. *Gestão da Qualidade: teoria e prática*. São Paulo: Ed. Atlas, 2000.

PLAPSUL - Plataforma de Polímeros do Sul. Relatório final da pesquisa: “*A demanda da indústria de polímeros do RS por serviços tecnológicos e mecanismos de potencialização da sua infra-estrutura científica e tecnológica*”. Porto Alegre, Março, 1999.

PROVENÇA, F.; Moldes para plásticos. Editora F. Provença, São Paulo, 1993.

REES, H.; *Mold Engineering*. Hanser Publisher. Munich, 1995.

REVISTA CADESIGN, Ano 8, N°. 88, p. 12 – 19.

SHAKSHUKI, E.; GHENNIWA, H.; KAMEL, M. *An architecture for cooperative information system*. Knowledge-Based Systems Journal, April, 2002, p.17-27.

STOECKHERT, K.; MENNING, G. *Mold-making handbook*. Hanser Publisher, Second Edition, Munich, 1998.

TUBINO, D. F. *Sistemas de produção: a produtividade no chão de fábrica*. Porto Alegre: Bookman, 1999.

WANG, Z.; LEE, K. S.; FUH, J. Y. H.; LI, Z.; ZHANG, Y.F.; NEE, A. Y. C.; YANG, D. C. H. *Optimum ejector system design for plastic injection moulds*. International Journal of Computer Applications in Technology, 1996, vol. 9, n.4, p. 211-218.

WILLEMS, R.; LECLUSE, D.; LEUVEN, K. U.; *Object oriented information storage for the design of injection moulds*. Knowledge Intensive CAD. Vol. 1. Finland, 1995. Edited by Tamiyama, T., Mantyla, M. and Frigem, S., Chapton Hall. London, UK.

SOLIDWORKS. Portal para projetos colaborativos. Disponível em:

<<http://www.3dpartstream.com>> e <<http://www.3dteamwork.com>>. Acesso em 27 outubro de 2002.

ALLPROJECT. Portal para projetos colaborativos. Disponível em:

<<http://www.allproject.com>>. Acesso em 27 de outubro de 2002.

AUTODESK. . Portal para projetos colaborativos. Disponível em:

<<http://www.autodesk.com>>. Acesso em 27 de outubro de 2002.

CONSTRUTIVO. Portal para projetos colaborativos. Disponível em:

<<http://www.construtivo.com.br>>. Acesso em 27 de outubro de 2002.

GPRO. Portal para projetos colaborativos. Disponível em: <<http://www.gpro.com.br>>.

Acesso em 27 de outubro de 2002.

IBM. Portal para projetos colaborativos. Disponível em: <<http://www.ibm.com>>. Acesso em

27 de outubro de 2002.

NEOGERA. Portal para projetos colaborativos. Disponível em: <<http://www.neogera.com.br>>.

Acesso em 27 de outubro de 2002.

SISTRUT. Portal para projetos colaborativos. Disponível em: <<http://www.sistrut.com.br>>.

Acesso em 27 de outubro de 2002.

ZAREMBA M. B.; PRASAD B. *Modern Manufacturing – Information Control and Technology*. Springer-Verlag, 1994.

ZHOU, SHOUQIN; CHIN, KWAY-SANG; YARLGADDA, PRASAD K.D.V.; *Internet-based intensive product design platform for product design*. Knowledge-Based Systems Journal, February, 2002, p. 7-15.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

CORBA and XML; Conflict or Cooperation. Acessado em 15 de junho, 2002. Disponível em:
<<http://www.omg.org/news/whitepapers/watsonwp.htm>>

DENEUX, D.; WANG, X. H.; *A knowledge model for functional re-design*. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 2000, vol. 13, p. 85-98.

FOULER, J. E.; *Variant design for mechanical artifacts: a state-of-the-art survey*. Engineering and Computers, 1996, vol. 12, p.1-15.

MOLLINA, A.; ELLIS, T. I. A.; YOUNG, R. I. M.; BELL, R.; *Modeling manufacturing capability to support concurrent engineering*. Concurrent Engineering: Research and Applications, 1995, vol. 3, n. 1, p. 29-42.

ORFALI, R.; HARKEY, D.; EDWARDS, J. *Instant Corba*. Wiley Computer Publishing, 1997.

STEIL, A. V.; BARCIA, R.; PACHECO, R.; *An approach to learning in virtual organizations*. Special Issue – Virtual Organization Net – EJOV. Zurich, September, 1999.

TERRA, J. C.; *Portais corporativos, gestão do conhecimento e a indústria automobilística*. Revista: Engenharia Automotiva e Aeroespacial, n.10, ano, 2002, março/abril 2002. Publicação SAE – Brasil.

APÊNDICE A

QUESTIONÁRIO ESTRUTURADO TABULAÇÃO DA PESQUISA

**Questionário para Avaliação do Processo de Desenvolvimento de Projetos
de Moldes para Injeção de Plásticos na Região de Caxias do Sul - RS**

Enor José Tonolli Júnior

QUESTIONÁRIO

Grupo 1 - Sistemas e Ambiente		Perguntas		Sim	Não	Complemento		
1 -	Você utiliza alguma ferramenta para auxiliar no desenvolvimento dos projetos? Qual?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	FEMEA	<input type="checkbox"/>	8D	<input type="checkbox"/>	Não utiliza
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	MASP	<input type="checkbox"/>	PDCA	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	QFD	<input type="checkbox"/>	Outro	Qual?	
2 -	Você utiliza CAD? Qual?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SolidEdge	<input type="checkbox"/>	Pro-Engineer	<input type="checkbox"/>	Unigraphics
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SolidWorks	<input type="checkbox"/>	AutoCAD	<input type="checkbox"/>	Unicad
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Power Shape	<input type="checkbox"/>	Microstation	<input type="checkbox"/>	Outro
3 -	Você utiliza CAM? Qual?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Power Mill	<input type="checkbox"/>	Unigraphics	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Unicam	<input type="checkbox"/>	SurfCAM	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cimatron	<input type="checkbox"/>	Outro	<input type="checkbox"/>	
4 -	Você utiliza CAE? Qual?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Moldflow	<input type="checkbox"/>	C-Mold	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ansys	<input type="checkbox"/>	Nastran	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cosmos	<input type="checkbox"/>	Outro	<input type="checkbox"/>	
5 -	É utilizado algum outro software para gerenciar a empresa? Qual?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Contabilidade	<input type="checkbox"/>	StarOffice	<input type="checkbox"/>	Outro
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Word	<input type="checkbox"/>	Home Banking	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Excell	<input type="checkbox"/>	MRP	<input type="checkbox"/>	
6 -	É utilizado algum software específico para gerenciar o projeto? Qual?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	MS-Project	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
7 -	Utiliza CNC? Qual?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Feller	<input type="checkbox"/>	Fadal	<input type="checkbox"/>	Zocca
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Anayak	<input type="checkbox"/>	Fanuc	<input type="checkbox"/>	Outro
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Dyna	<input type="checkbox"/>	Hiunday	<input type="checkbox"/>	
8 -	Você avalia o software antes da compra? O que?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PDM	<input type="checkbox"/>	Exigência cliente	<input type="checkbox"/>	Escalabilidade
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Produtividade	<input type="checkbox"/>	Confiabilidade	<input type="checkbox"/>	Compatibilidade
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Preço	<input type="checkbox"/>	Escalabilidade	<input type="checkbox"/>	Outro
9 -	É utilizado algum tipo de gráfico para acompanhamento do projeto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	GANT	<input type="checkbox"/>	Planilha em papel	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PERT/CPM	<input type="checkbox"/>	Outro	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Matriz	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	

Grupo 2 - Gerenciamento do projeto.		Perguntas		Sim	Não	Complemento					
18 - O que é avaliado para definir a viabilidade de execução do projeto?						Custo do projeto	Complexidade do projeto				
						Geometria da peça	Capacidade da equipe				Outro
						Sistema computacional	Cliente				
19 - Qual é o lead-time médio de projeto?						0 a 30 dias	120 dias				
						60 dias					
						90 dias					
20 - Quem é o responsável pelo acompanhamento do projeto?						Supervisor	Outro				
						Gerente					
						Proprietário					
21 - De que forma o projeto é acelerado caso seja necessário?						Distribui o projeto					
						Faz horas extras					
						Outro					
22 - Quem faz a revisão do projeto?						Uma equipe					
						Um responsável					
						Outro					
23 - São feitas reuniões ao longo do desenvolvimento do projeto?											
24 - São discutidos os seguintes assuntos nas reuniões? Quantifique pela importância: desde 0-pouco importante até 5-muito importante.											
24.1 Qual foi o aspecto mais positivo?						0	1	2	3	4	5
24.2 Adequação ao tempo?											
24.3 Adequação ao custo?											
24.4 Qualidade do produto (molde)?											
24.5 Custo do projeto?											
24.6 Se a equipe realizou a missão adequadamente?											
24.7 Quais foram os aspectos mais negativos?											
24.8 Quais foram as práticas, métodos, ferramentas que mais contribuíram positivamente?											
24.9 Quais os problemas que o time encontrou?											
24.10 Quais ações específicas que podem ser tomadas para melhorar a performance do projeto?											
24.11 Quais as lições técnicas que foram aprendidas?											
24.12 Como podem estas informações serem compartilhadas com toda a equipe?											
25 - Quais são os três elementos que mais influenciaram no início do desenvolvimento do projeto?						Modelam. produto	Alimentação				Refrigeração
						Ejeção	Des. cav./macho				Fechamento
						Bal. Cavidades	Extração				Leiaute

Grupo 3 - Pessoal.

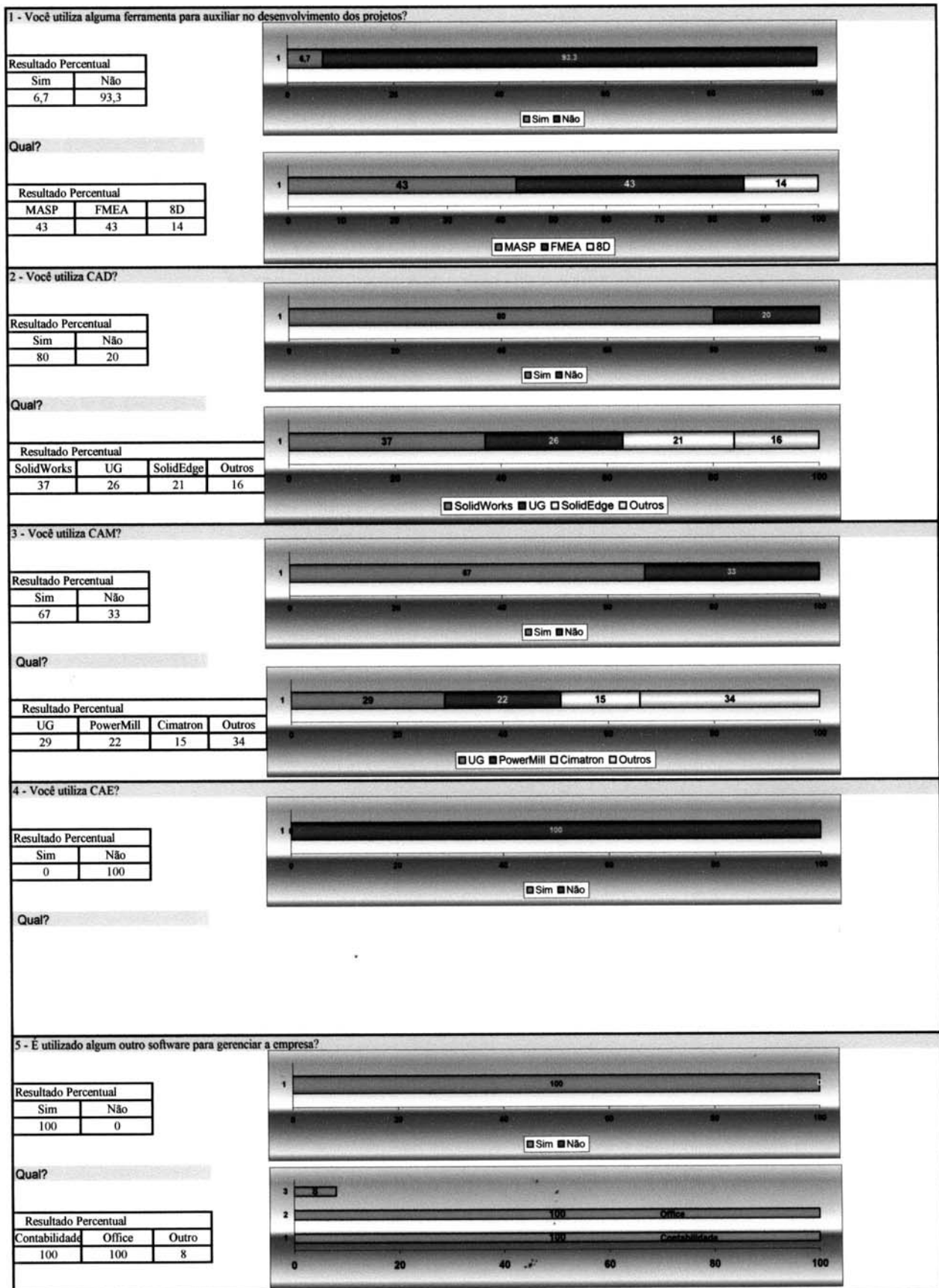
Perguntas		Sim	Não	Complemento	
26 - Qual é a limitação da mão-de-obra existente?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Conhecimento	<input type="checkbox"/> Outro
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Experiência	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Competência	
27 - De que forma pode-se treinar e atualizar esta mão-de-obra?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Universidade	Visitas técnicas
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cursos técnicos	Feiras
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cursos no exterior	Outro
28 - Como é feita a descrição da função das pessoas que participam do projeto?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Formal	<input type="checkbox"/> Informal <input type="checkbox"/> Outro
29 - Qual é o critério utilizado para definir quem executará um projeto?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Nível de conhecimento	<input type="checkbox"/> Outro
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Tipo de produto	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Quem estiver disponível	

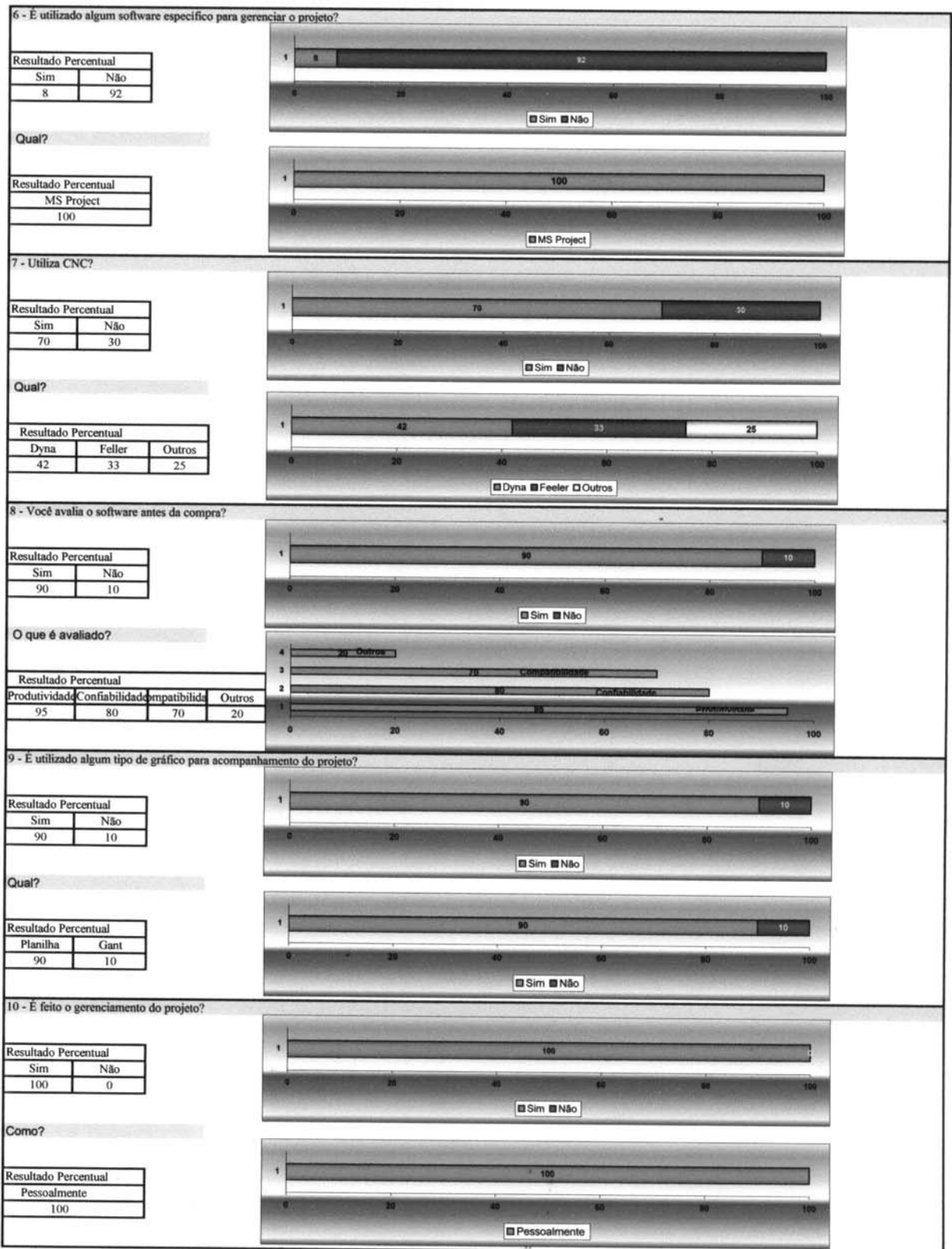
Grupo 4 - Empresa.

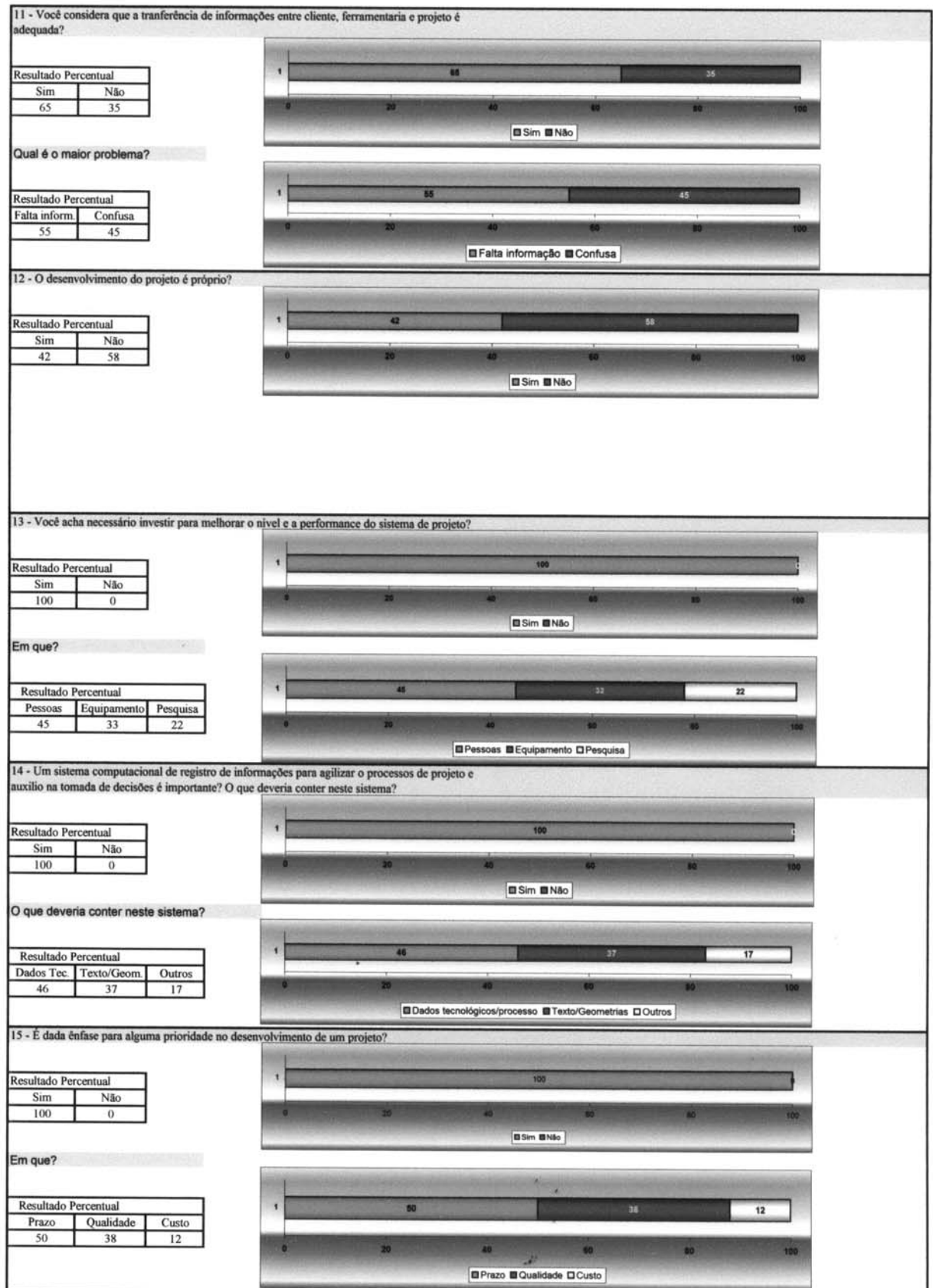
Perguntas		Sim	Não	Complemento	
30 - Número de funcionários?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0 a 10	<input type="checkbox"/> 31 a 40 <input type="checkbox"/> Acima de 60
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	11 a 20	<input type="checkbox"/> 41 a 50
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	21 a 30	<input type="checkbox"/> 51 a 60
31 - Principal ramo de atuação?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Automobilístico	Agro-industrial
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Informática/telefonía	Utensílios domésticos
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Brinquedos	Outro
32 - Número de moldes fabricado por ano?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0 a 20	<input type="checkbox"/> 61 a 80
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	21 a 40	<input type="checkbox"/> 81 a 100
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	41 a 60	<input type="checkbox"/> acima de 100

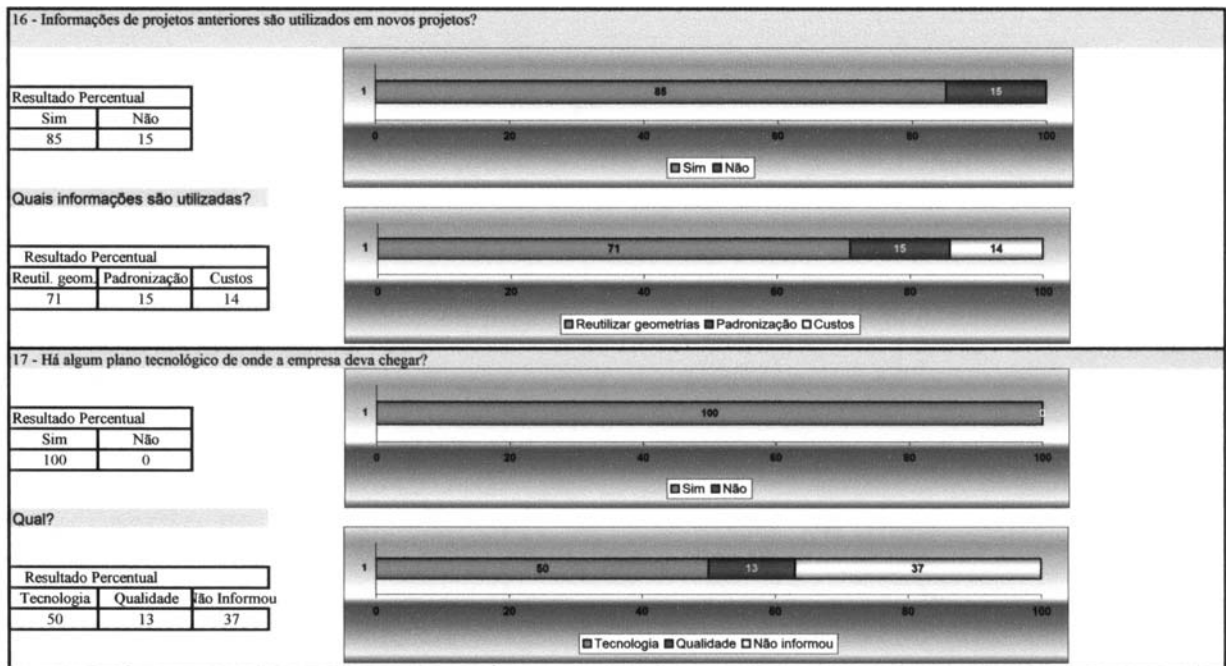
Grupo 5 - Processo.		Perguntas		Sim	Não	Complemento								
33 - No processo de projeto, os itens listados abaixo são estimados pela experiência ou são calculados?		Quem especifica o item.				Esti.	Calc.	Cli.	Proj.	Ferr.				
33.1 Refrigeração.														
33.2 Posição e quantidade de extratores.														
33.3 Força de extração														
33.4 Balanceamento das cavidades														
33.5 Balanceamento dos canais de alimentação.														
33.6 Definição do número de cavidades.														
33.7 Vida útil do molde.														
33.8 Máquina que receberá o molde.														
33.9 Tipo e dimensionamento dos canais de alimentação.														
33.10 Tipo e dimensionamento dos canais de distribuição.														
33.11 Definição do canal de corte.														
34 - É feita a descrição de operação do molde?														
35 - É utilizada alguma metodologia de desenvolvimento de projeto?														
36 - Quais os benefícios que uma metodologia de projeto pode trazer?						<input type="checkbox"/> Reduz tempo de projeto <input type="checkbox"/> Otimiza recursos <input type="checkbox"/> Armazenar/recuperar conhecimento <input type="checkbox"/> Qualidade <input type="checkbox"/> Custos <input type="checkbox"/> Tempo de projeto <input type="checkbox"/> Outro								
37 - O que é acompanhado no benchmarking?						<input type="checkbox"/> Imagem <input type="checkbox"/> Performance <input type="checkbox"/> Forma de trabalho <input type="checkbox"/> Outro								

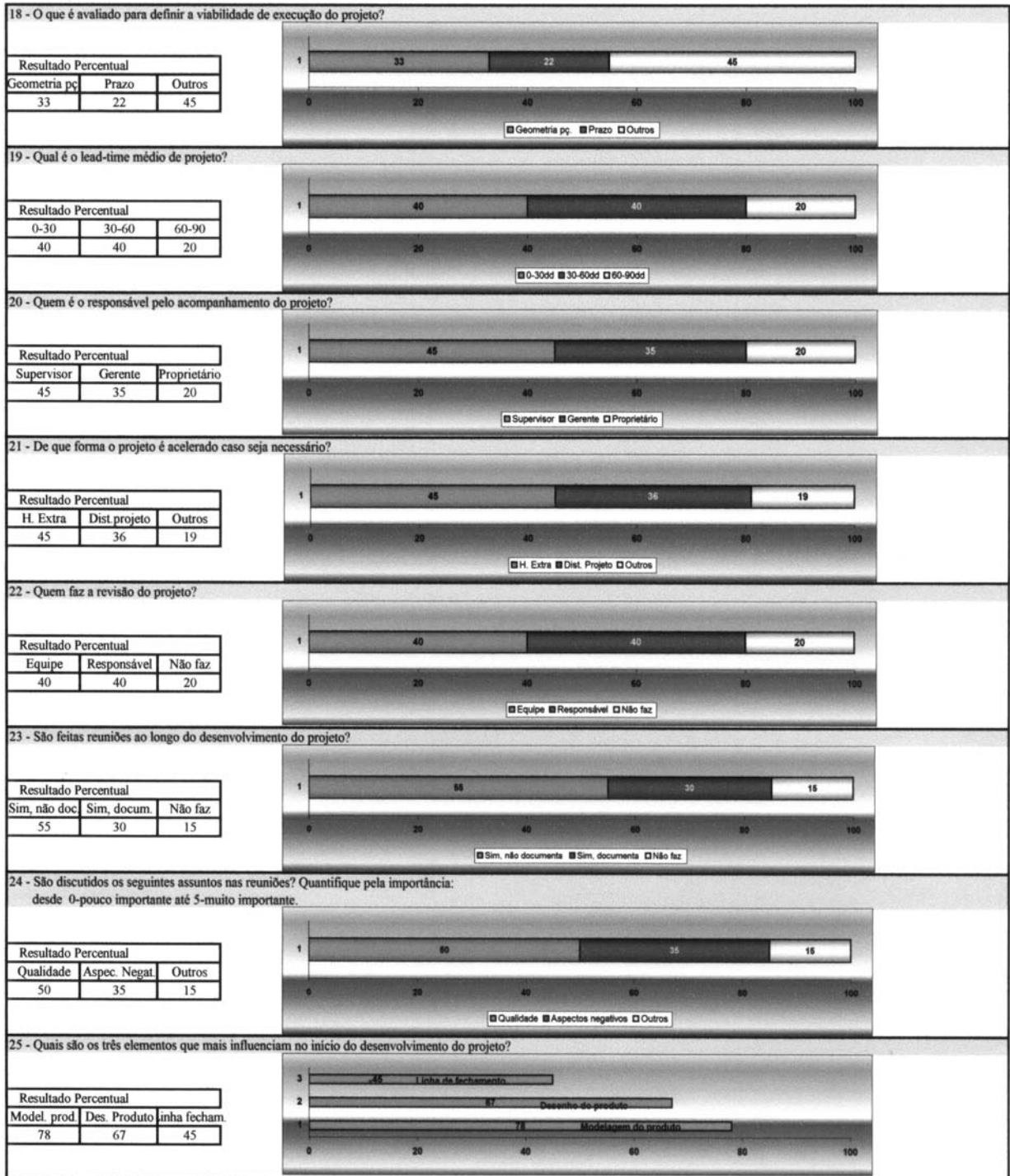
Tabulação da Pesquisa.

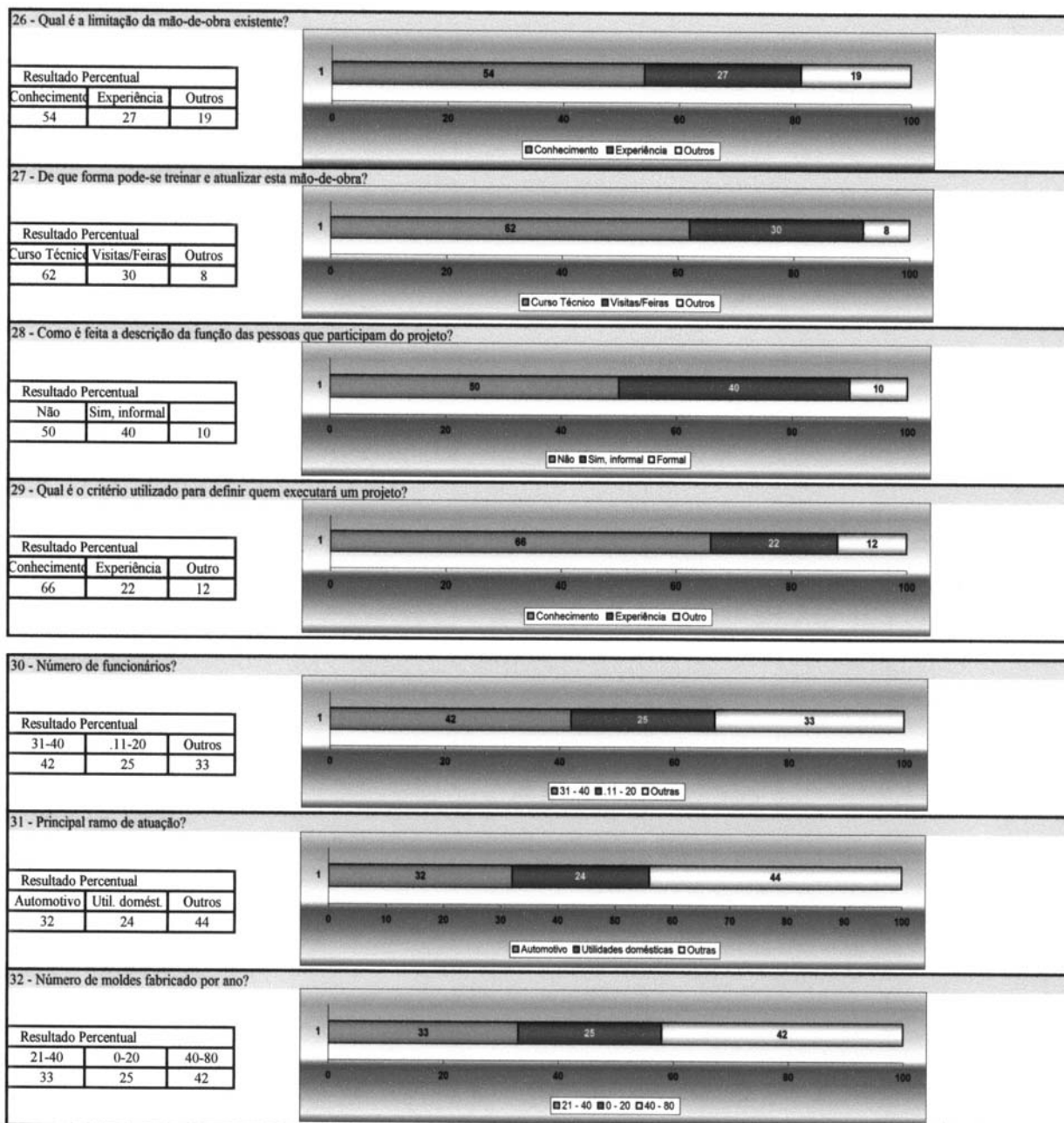


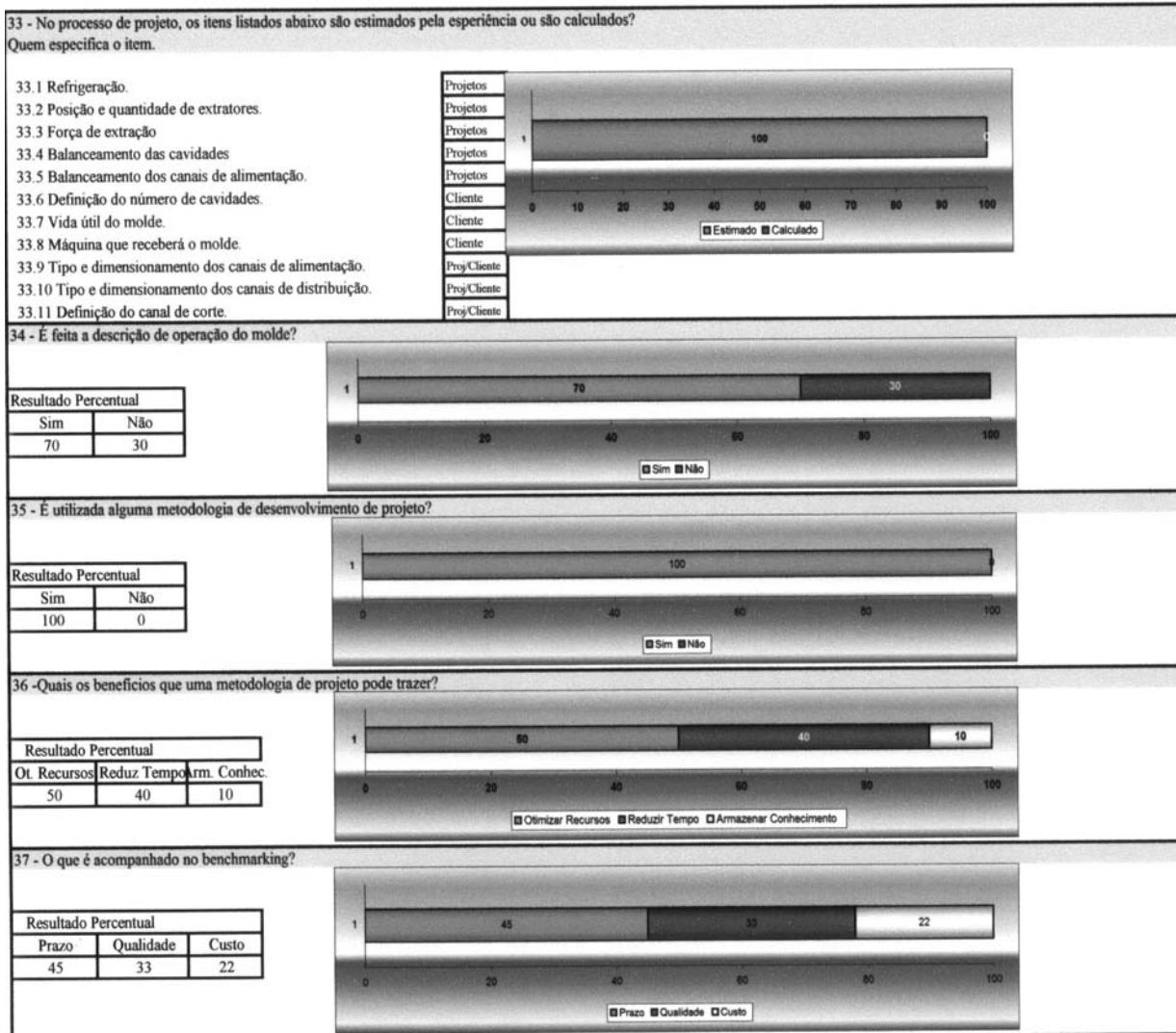












Questionário de avaliação sobre a implementação do Ambiente Colaborativo

1 - O sistema demonstrado tem aplicação na sua área de atuação?

Sim

Não

2 – Se sim, pode ser considerado como:

Muito útil

Útil

Pouco útil

3 – De que forma o sistema pode contribuir para o apoio ao projeto de moldes de injeção?

Organização dos projetos;

Melhor comunicação entre cliente, ferramentaria e projetos;

Agilizar o desenvolvimento de projetos.

Outro. Qual: _____

4 – Qual foi a sua impressão sobre o sistema apresentado.

Muito interessante

Interessante

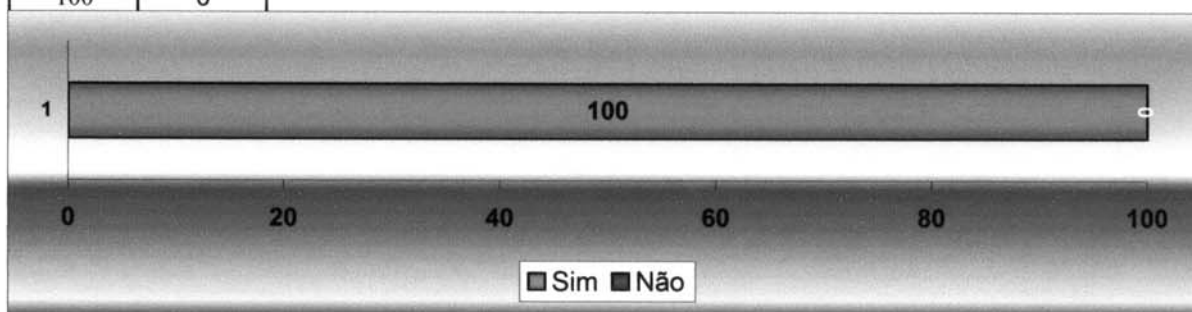
Não é interessante

5 – Comente a sua impressão final sobre o sistema?

Questionário de avaliação sobre a implementação do Ambiente Colaborativo

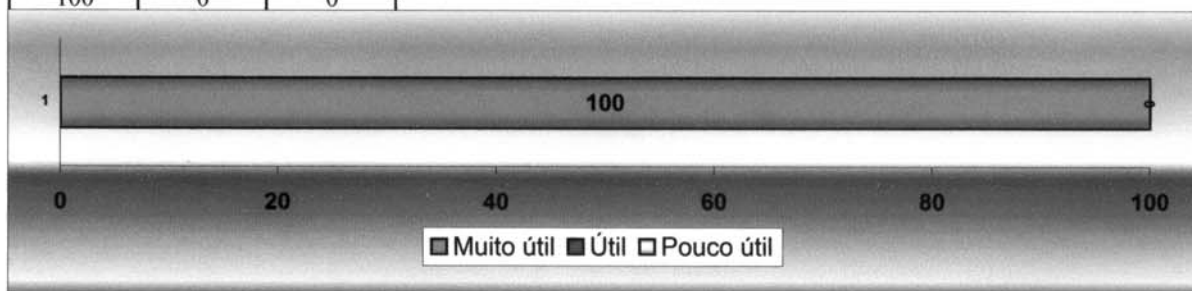
1 - O sistema demonstrado tem aplicação na sua área de atuação?

Sim	Não
100	0



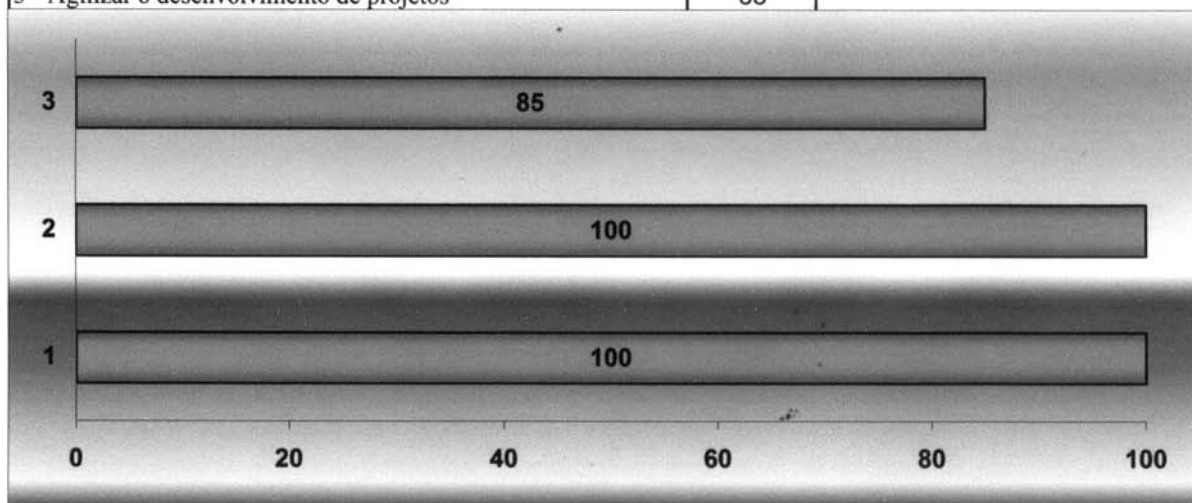
2 – Se sim, pode ser considerado como:

Muito útil	Útil	Pouco útil
100	0	0



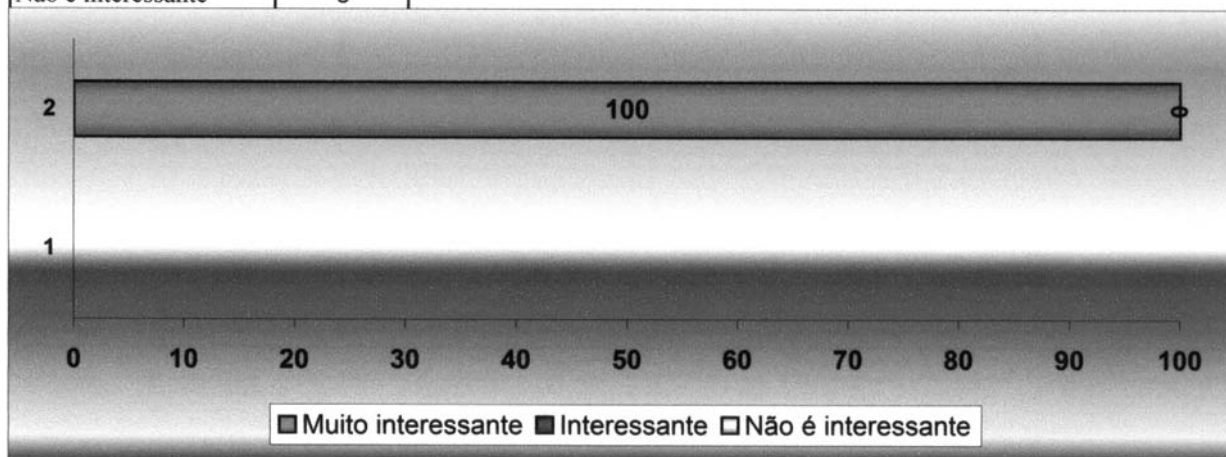
3 – De que forma o sistema pode contribuir para o apoio ao projeto de moldes de injeção?

1 - Organização dos projetos	100
2 - Melhor comunicação entre cliente, ferramentaria e projetos	100
3 - Agilizar o desenvolvimento de projetos	85



4 – Qual foi a sua impressão sobre o sistema apresentado.

Muito interessante	100
Interessante	0
Não é interessante	0

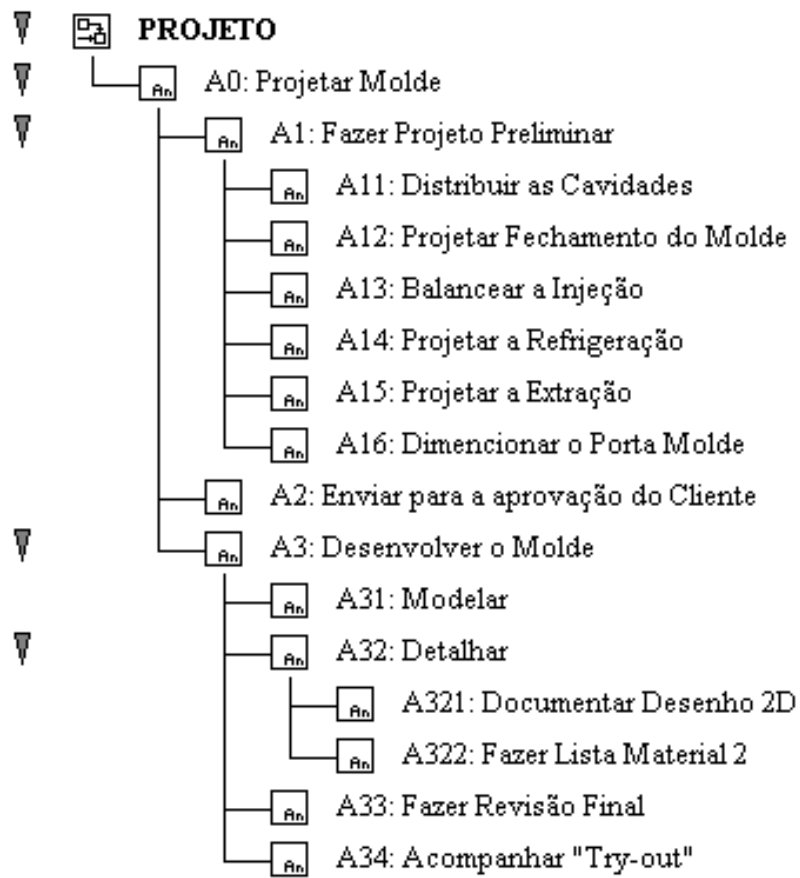


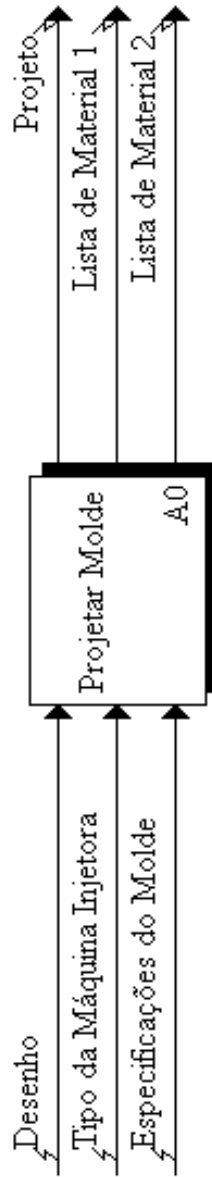
5 – Comente a sua impressão final sobre o sistema?

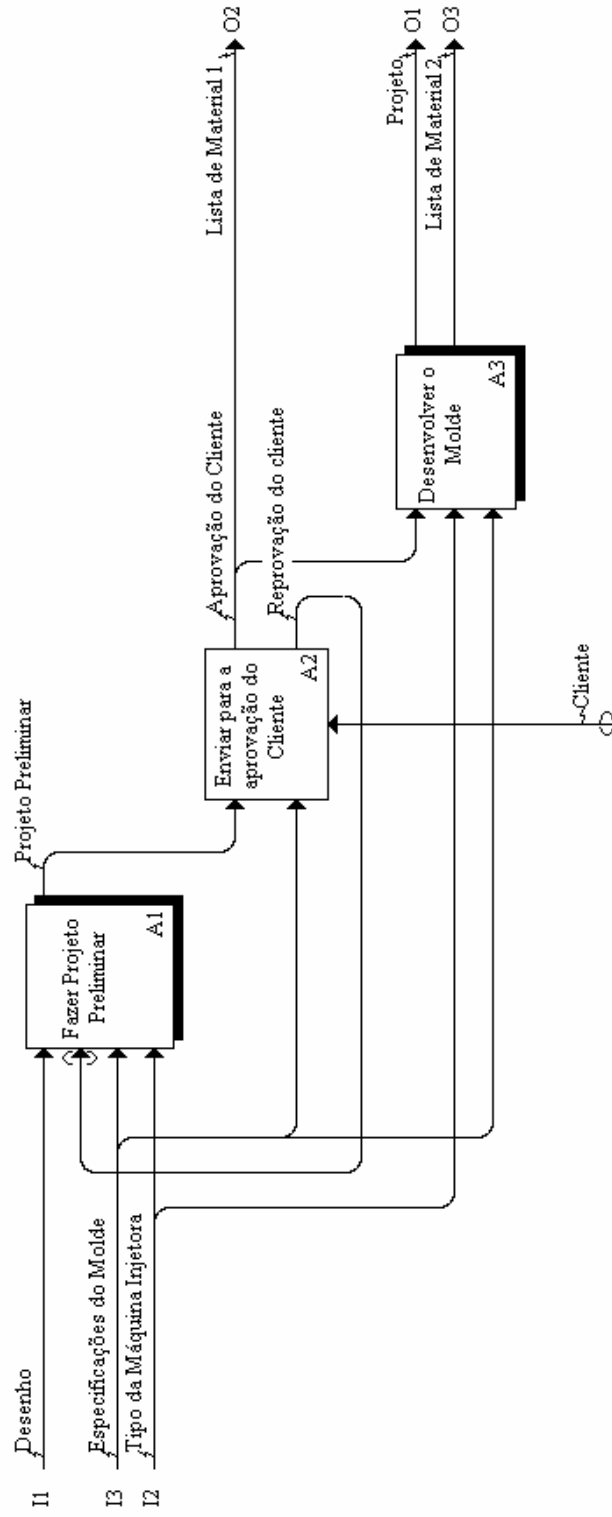
A compilação final dos comentários emitidos durante a pesquisa, revelaram ter havido uma boa receptividade ao sistema no sentido de considera-lo muito útil ao processo a que se propõe, que é o de facilitar a comunicação entre os atores do processo de desenvolvimento de moldes de injeção.

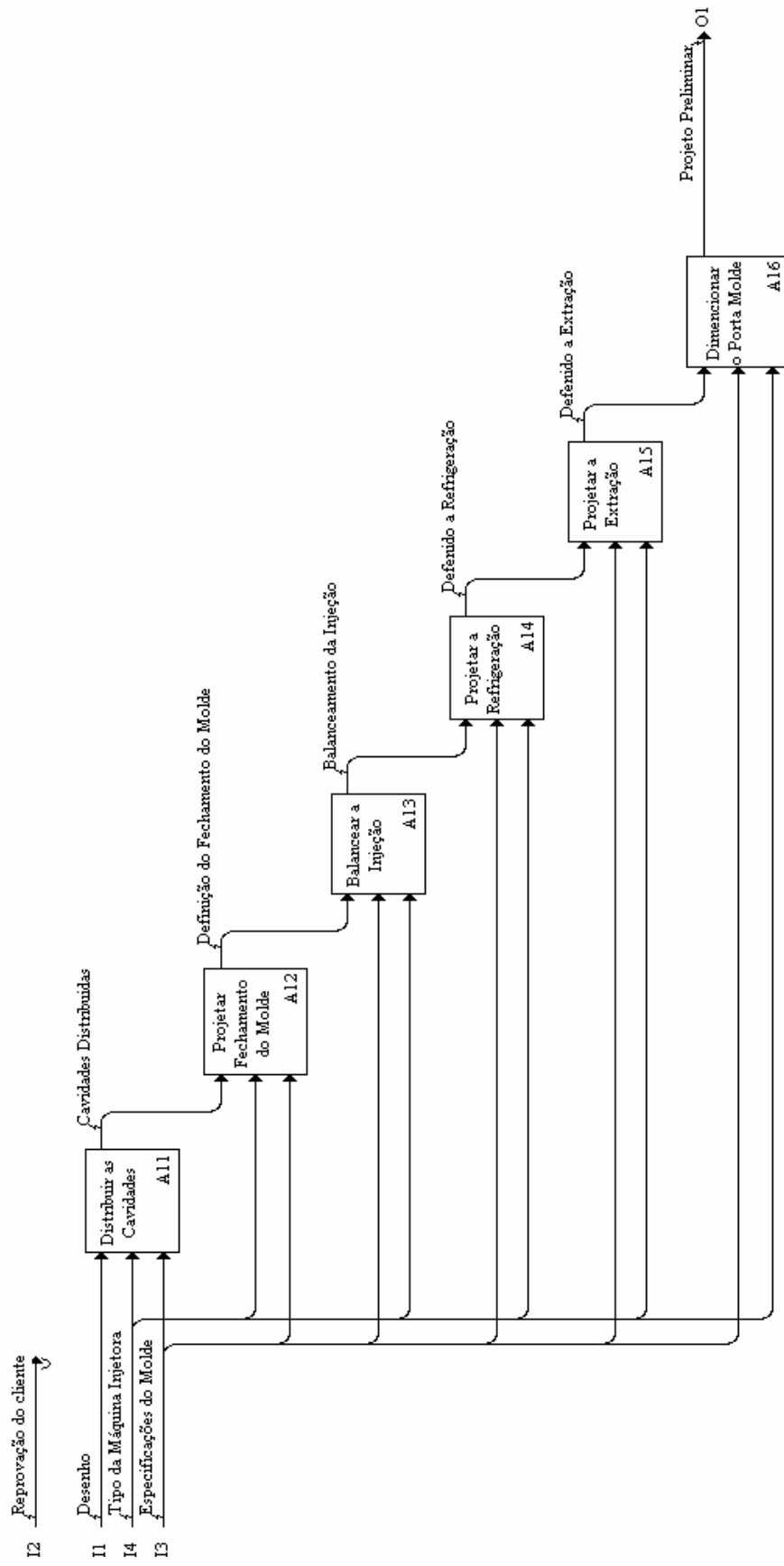
APÊNDICE B

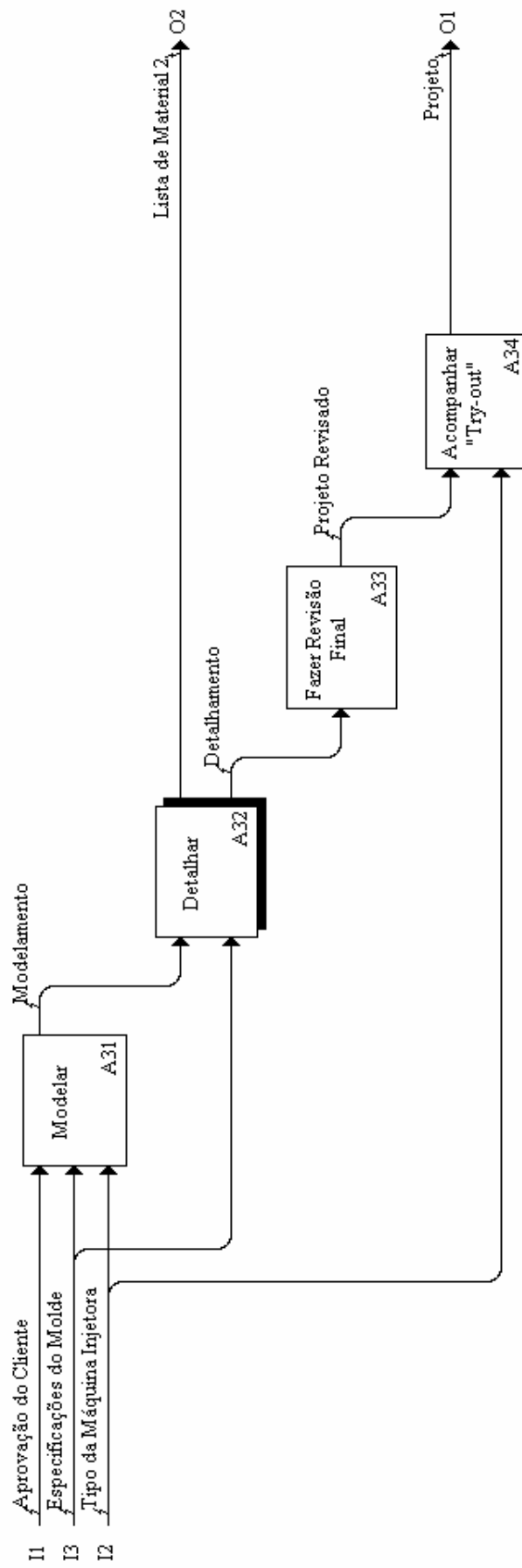
MODELAGEM IDEF0

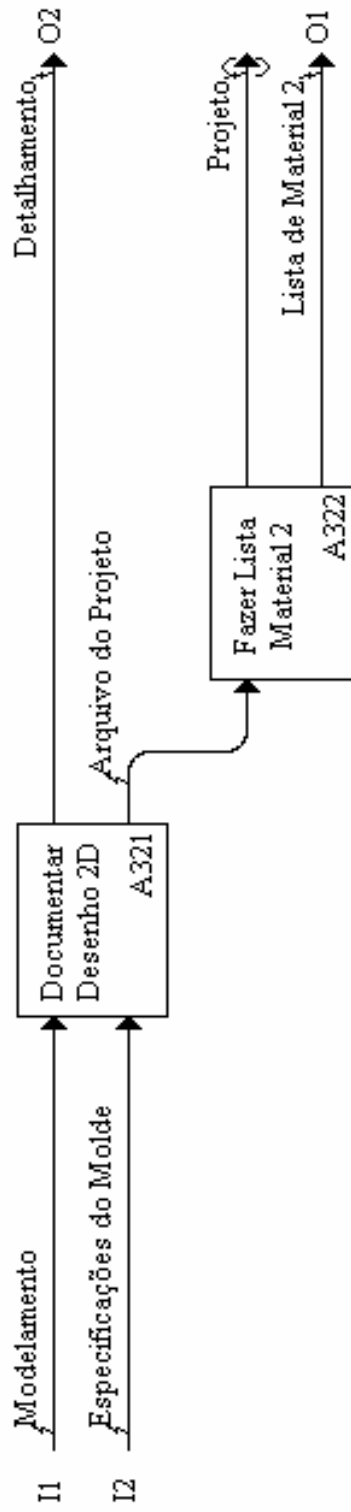


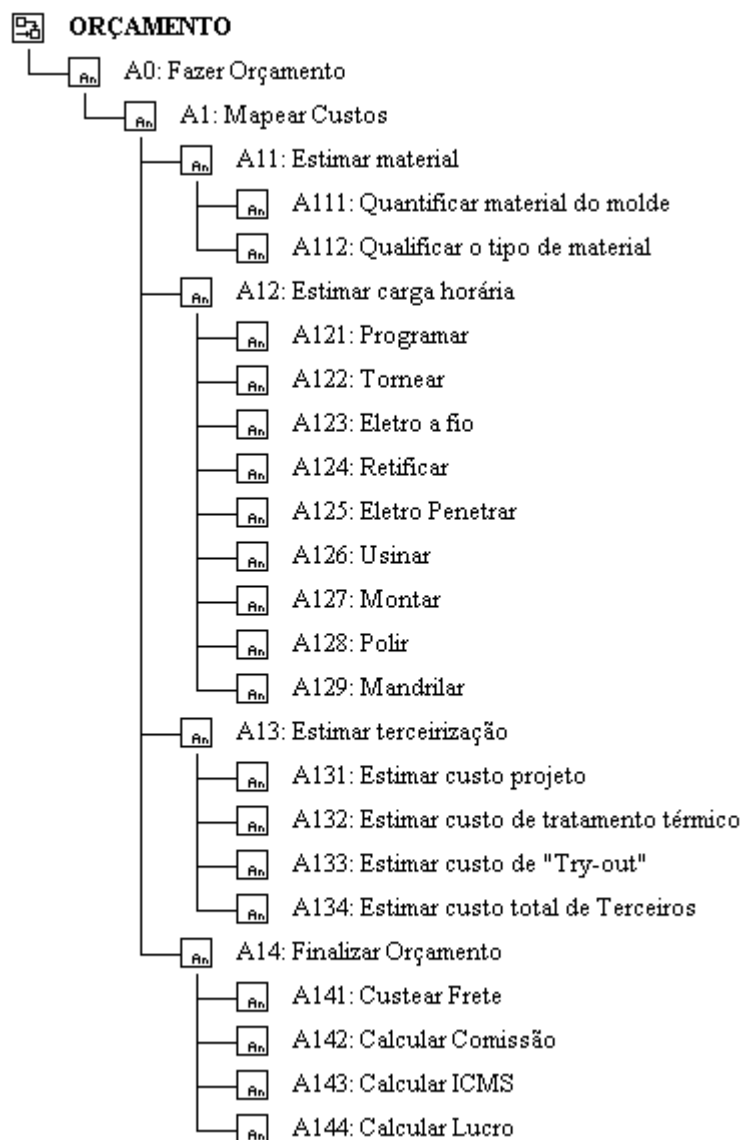


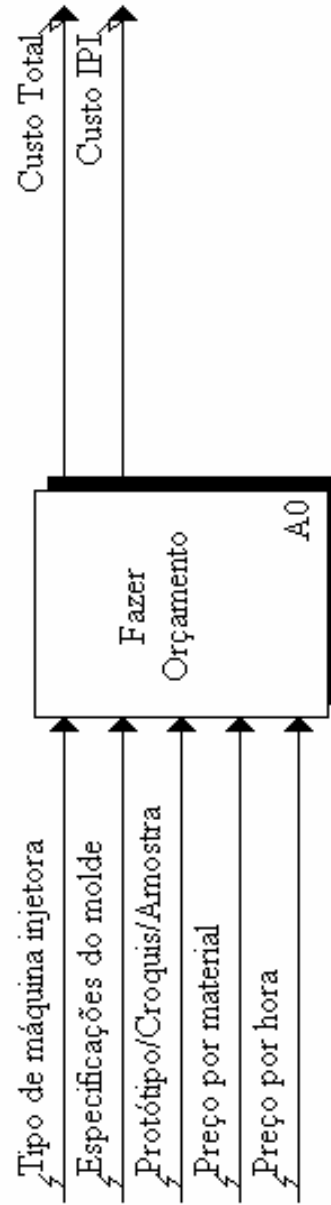


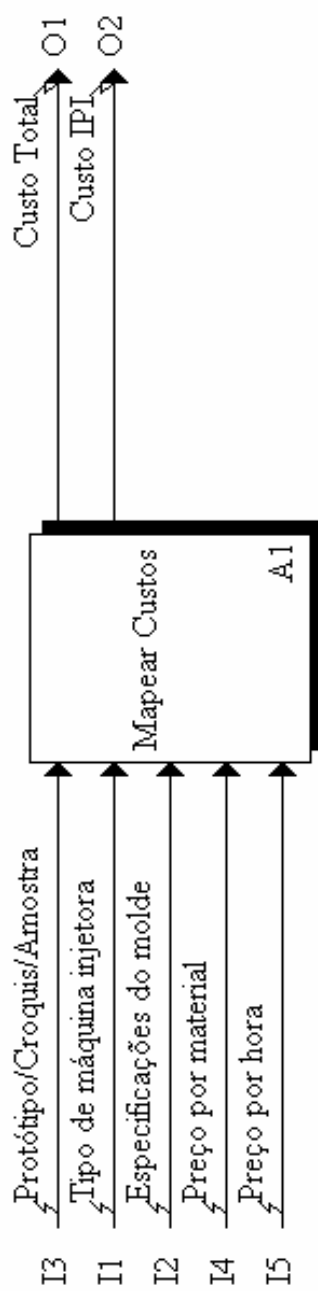


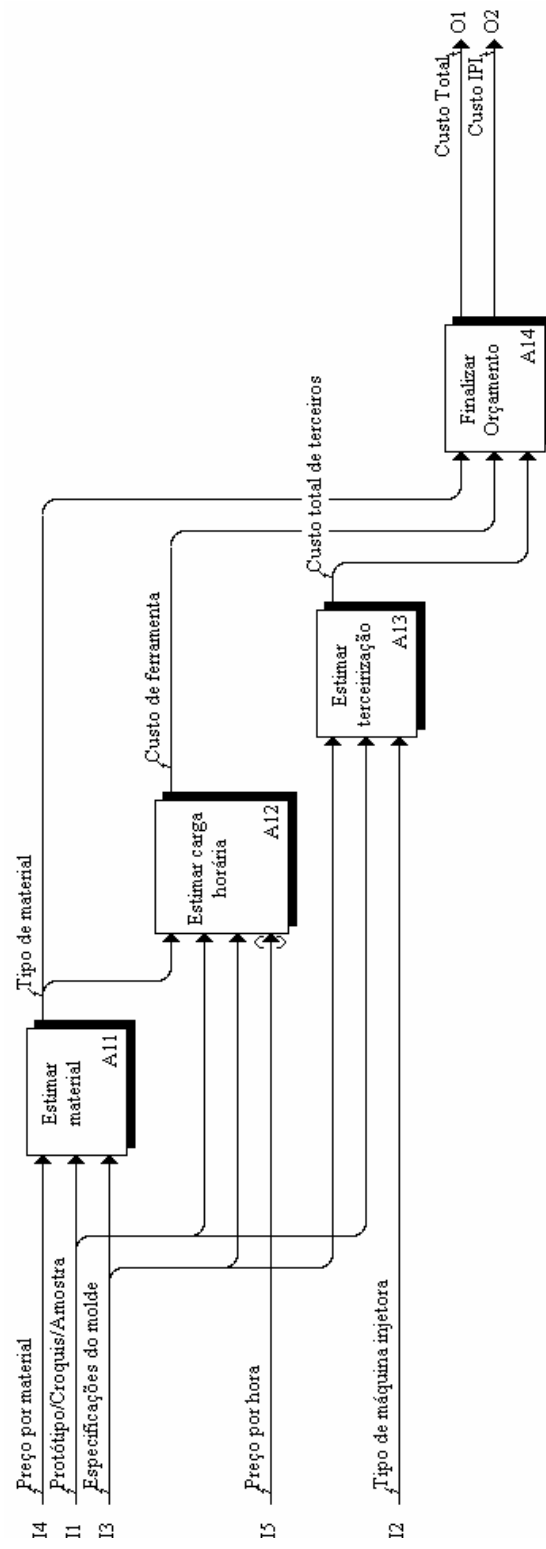


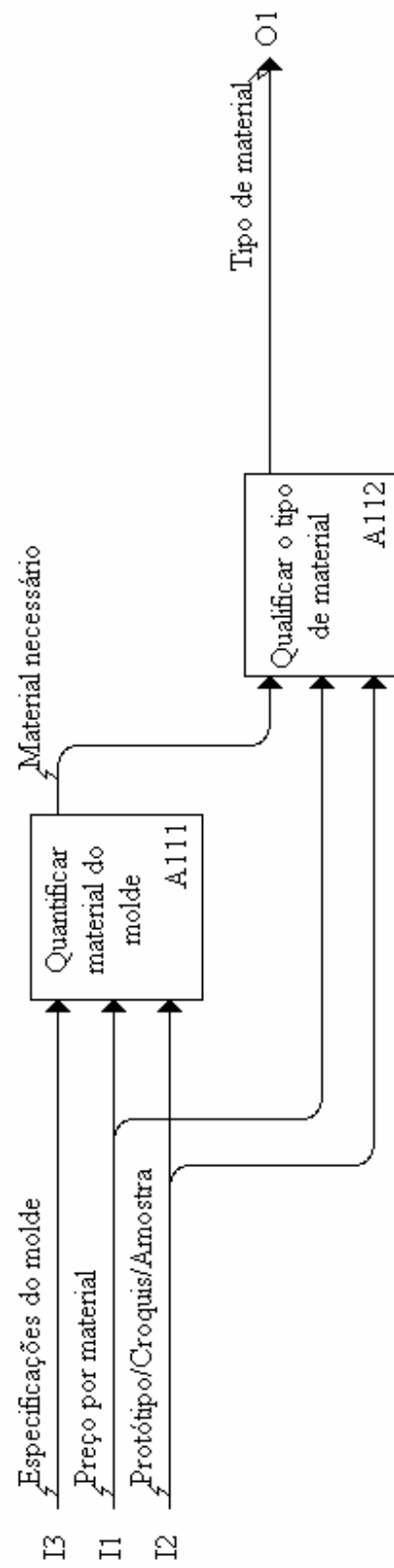


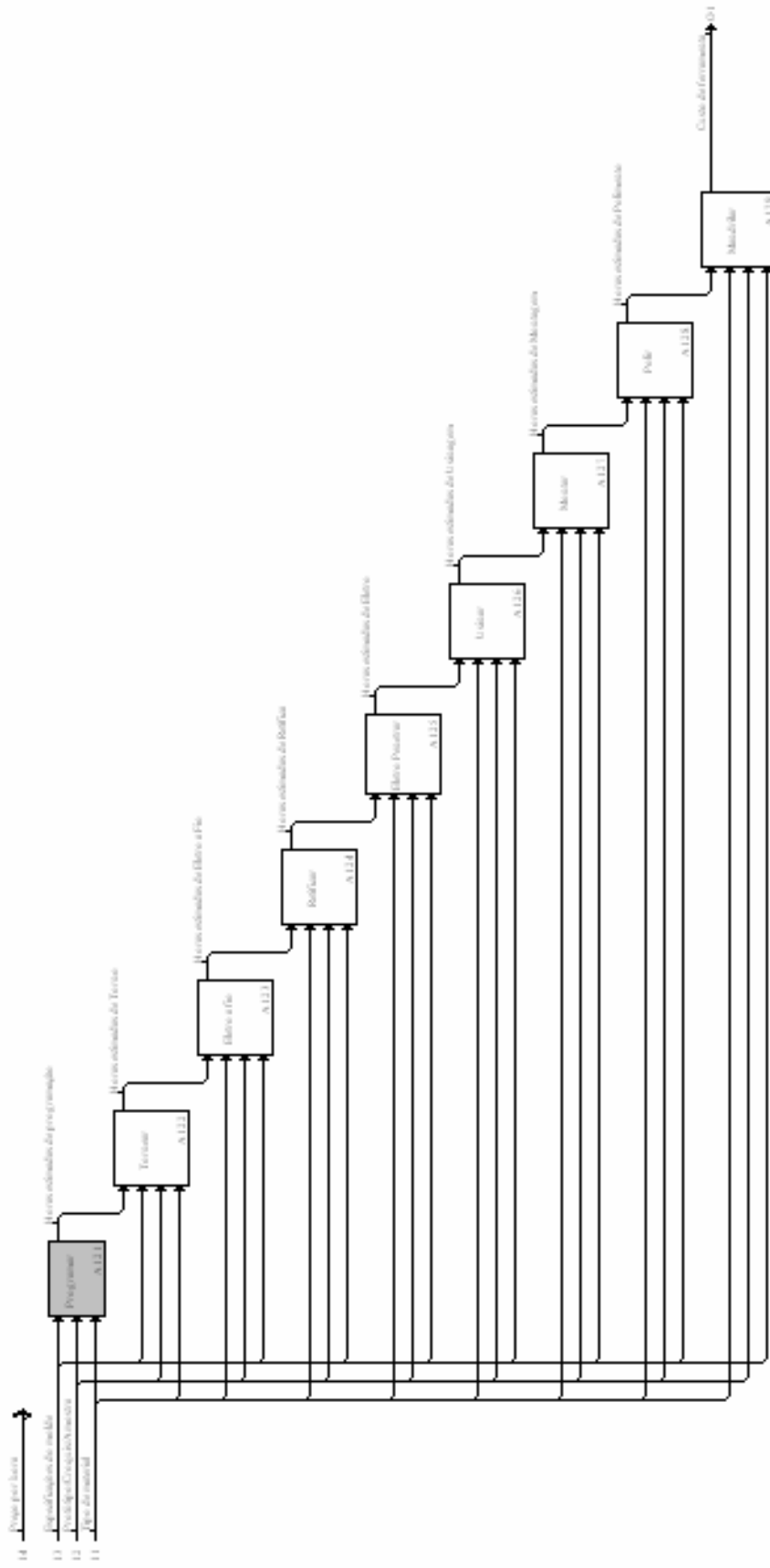


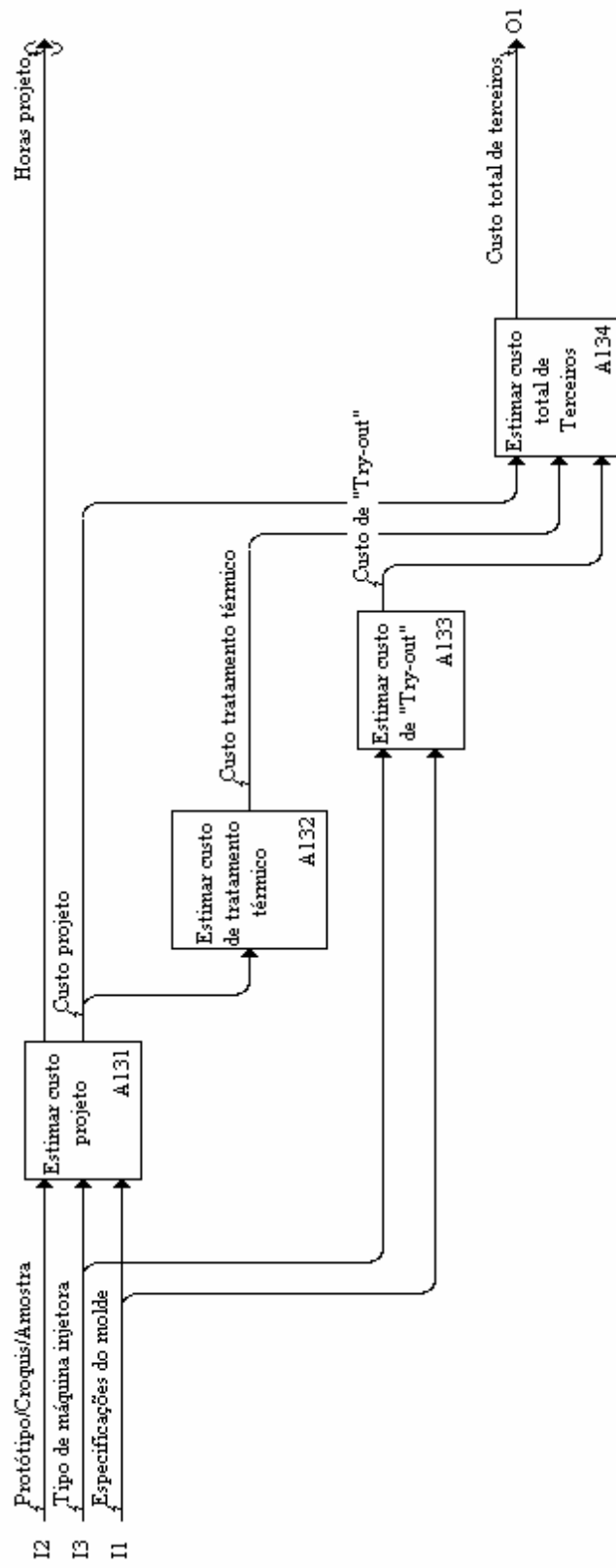


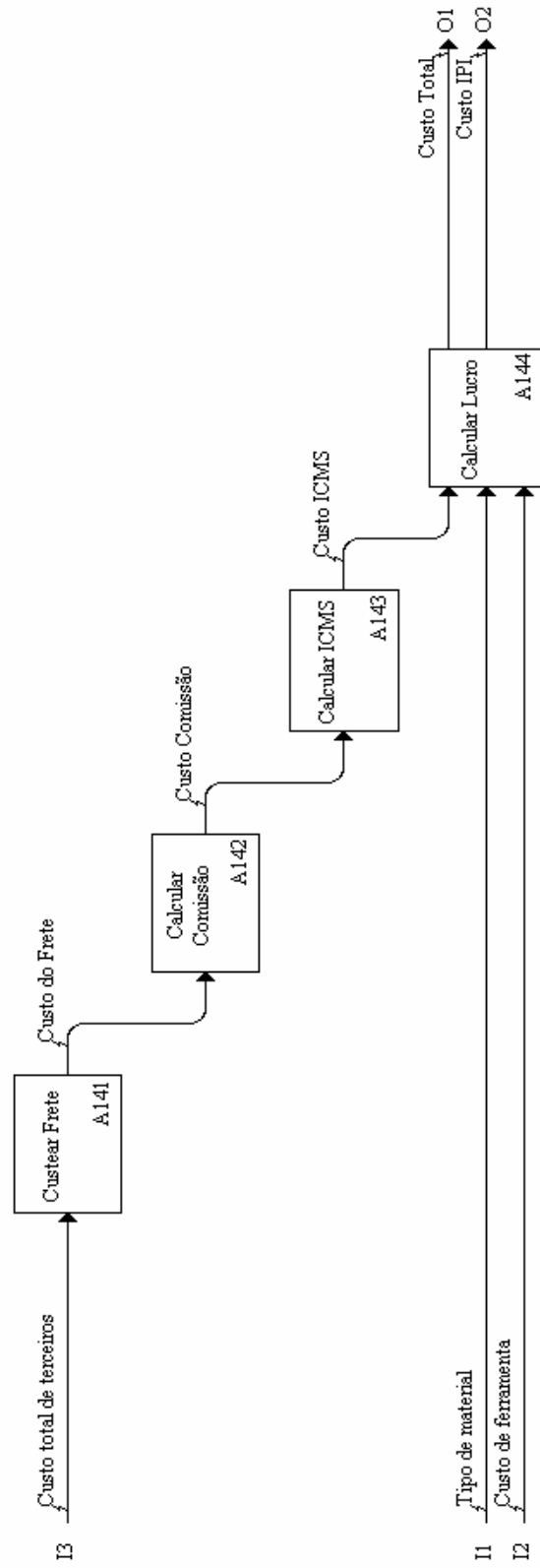






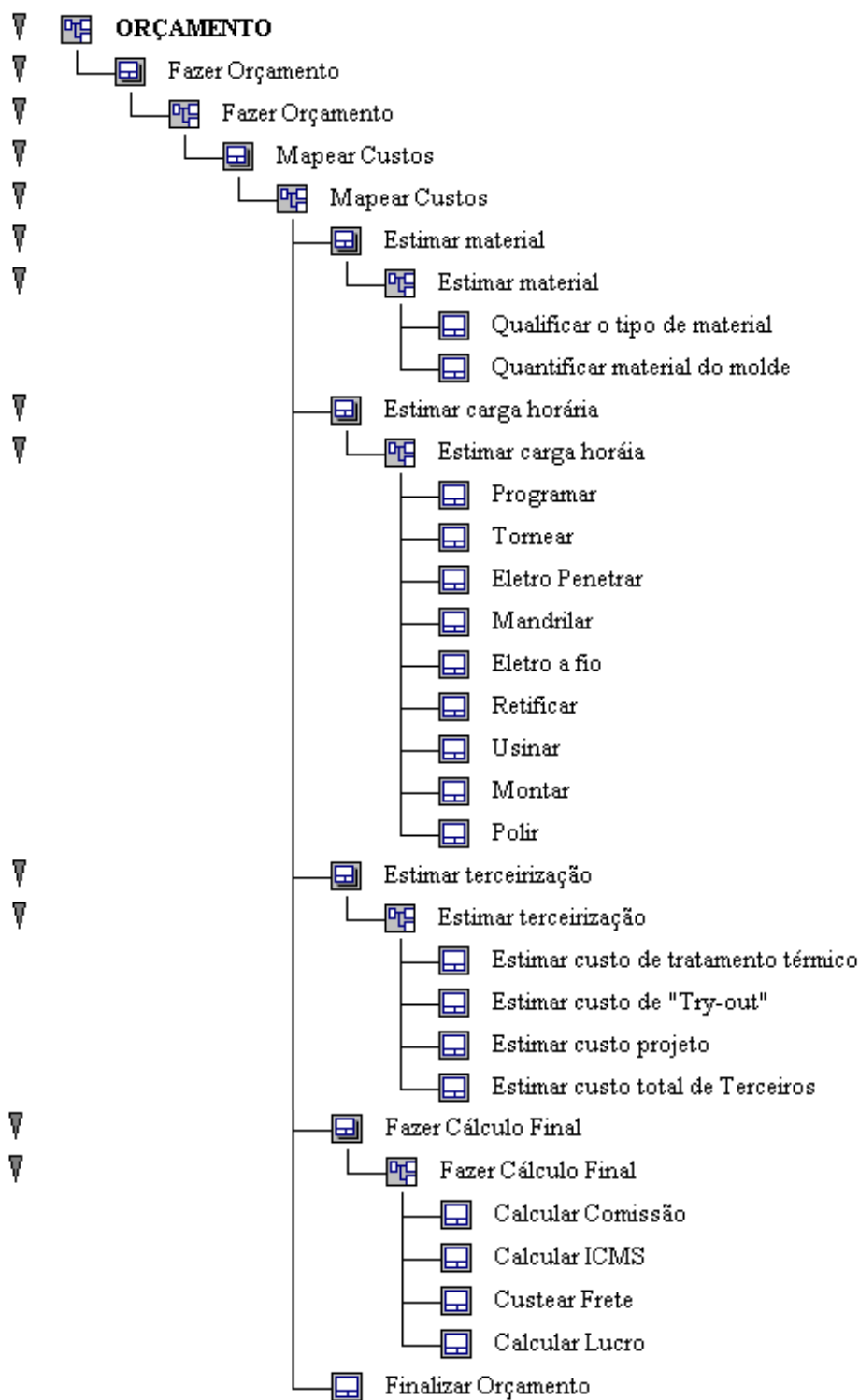






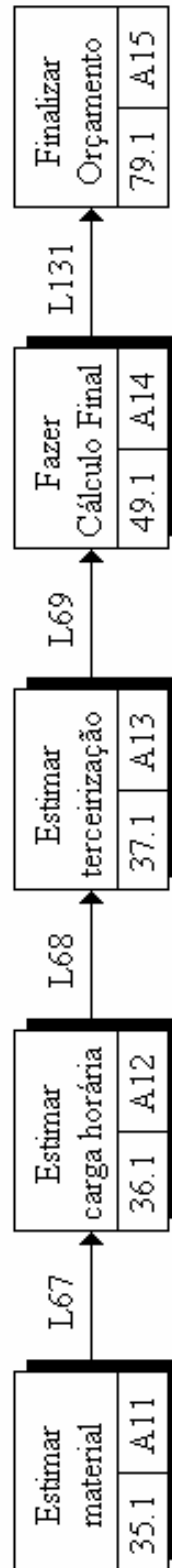
APÊNDICE C

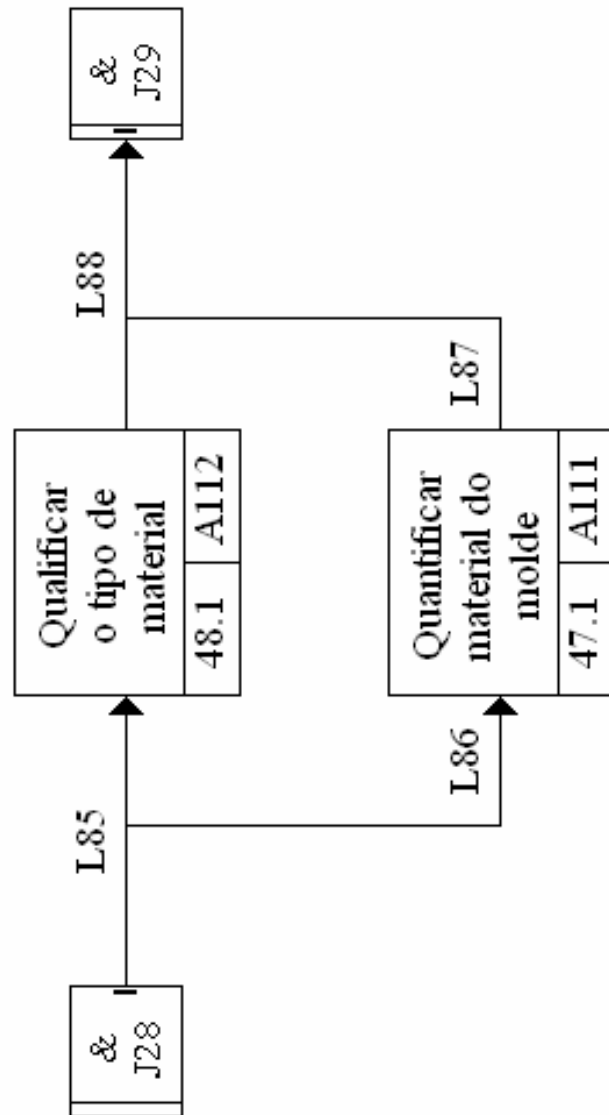
MODELAGEM IDEF3

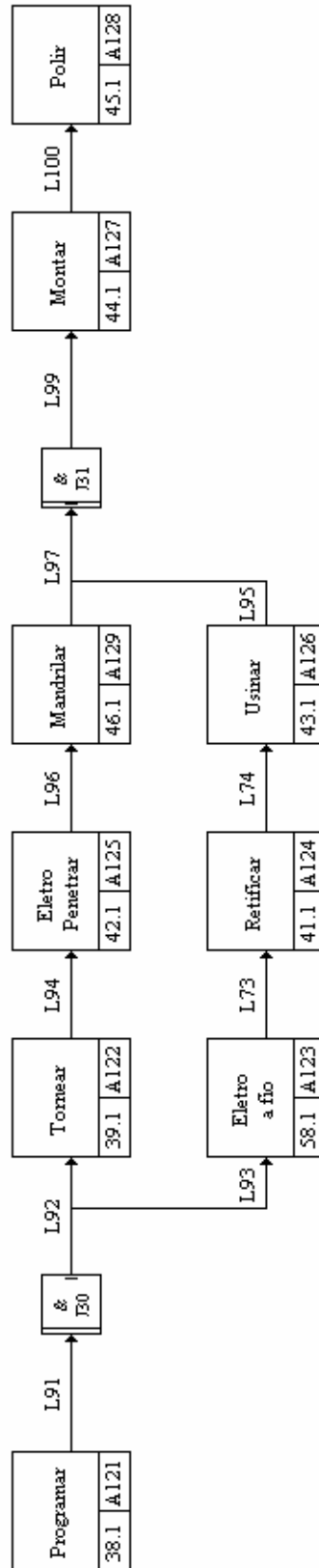


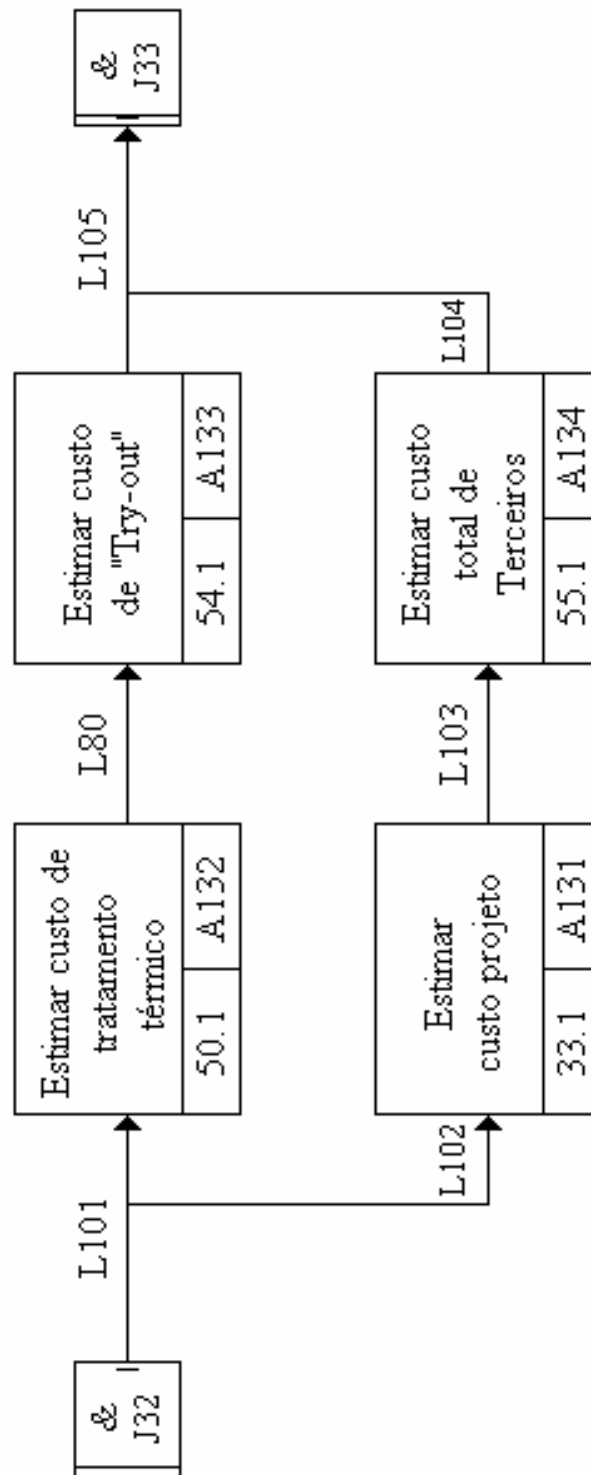
Fazer	
Orçamento	
30.1	A0

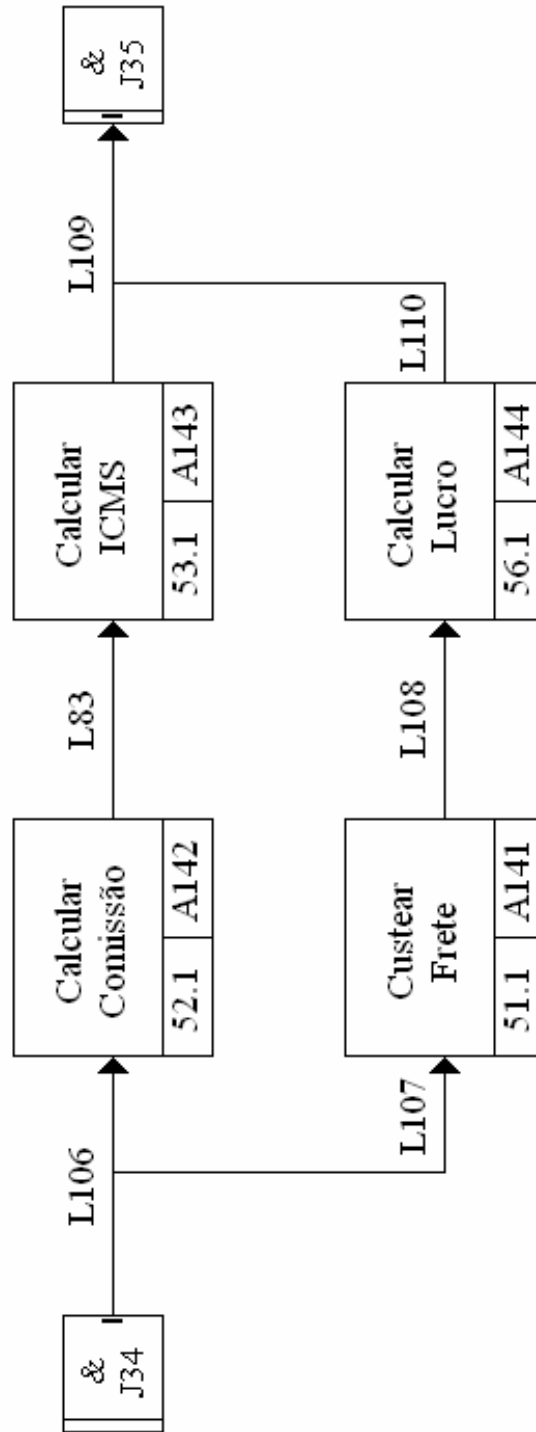
Mapear Custos	
32.1	AI

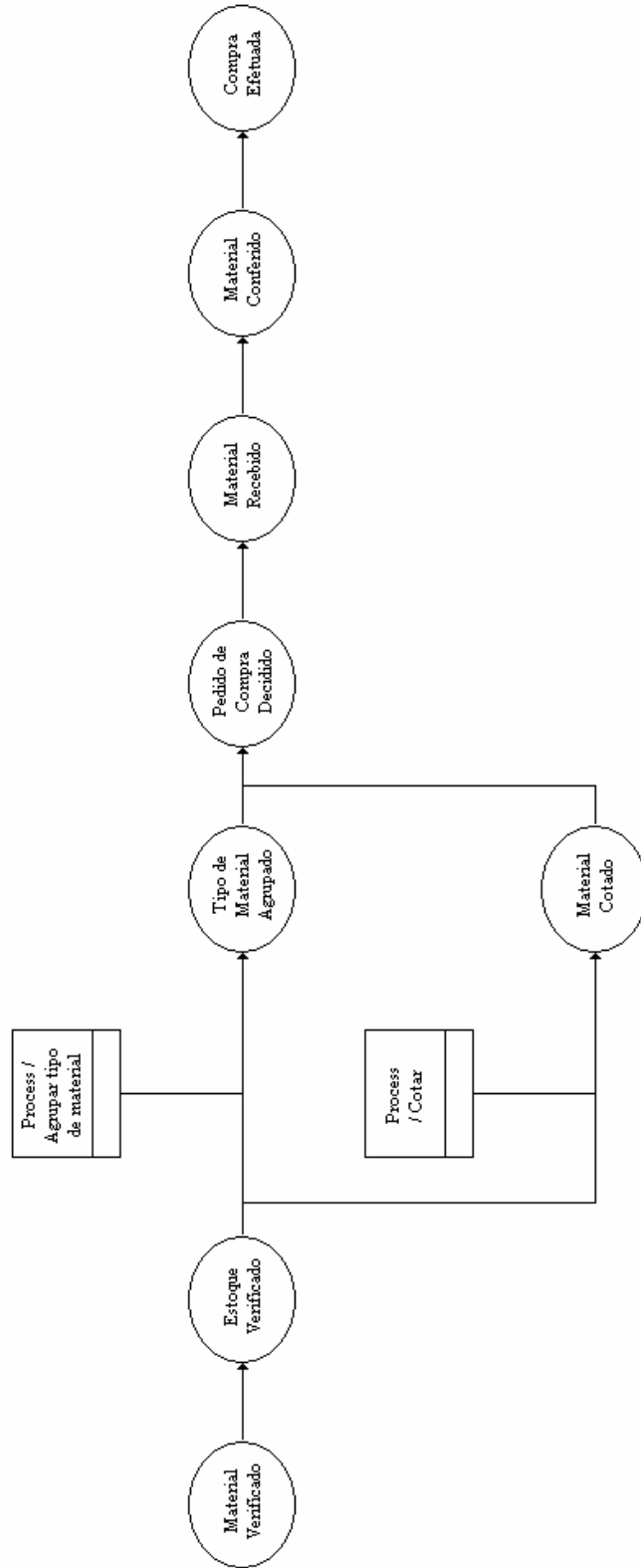


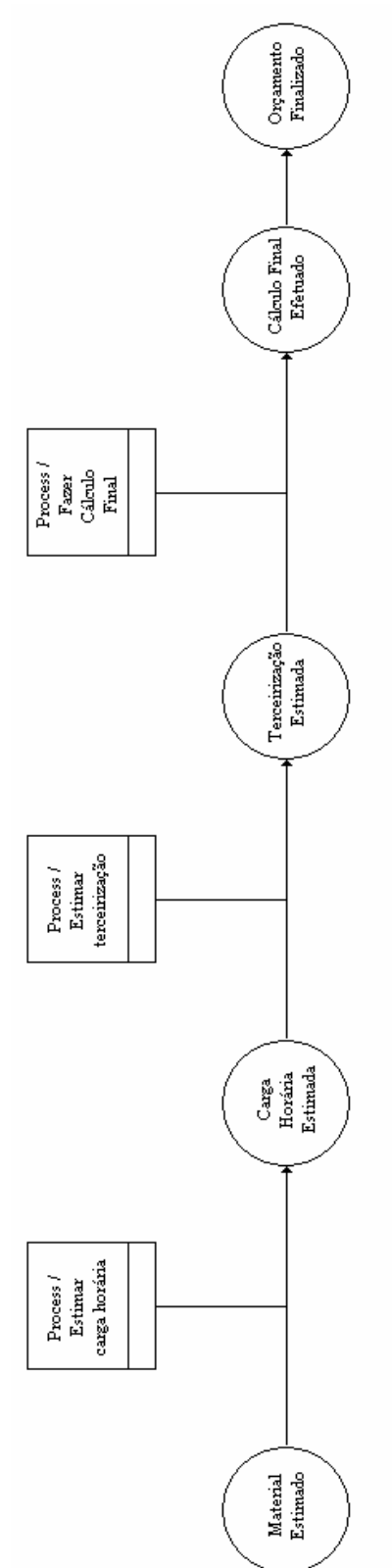


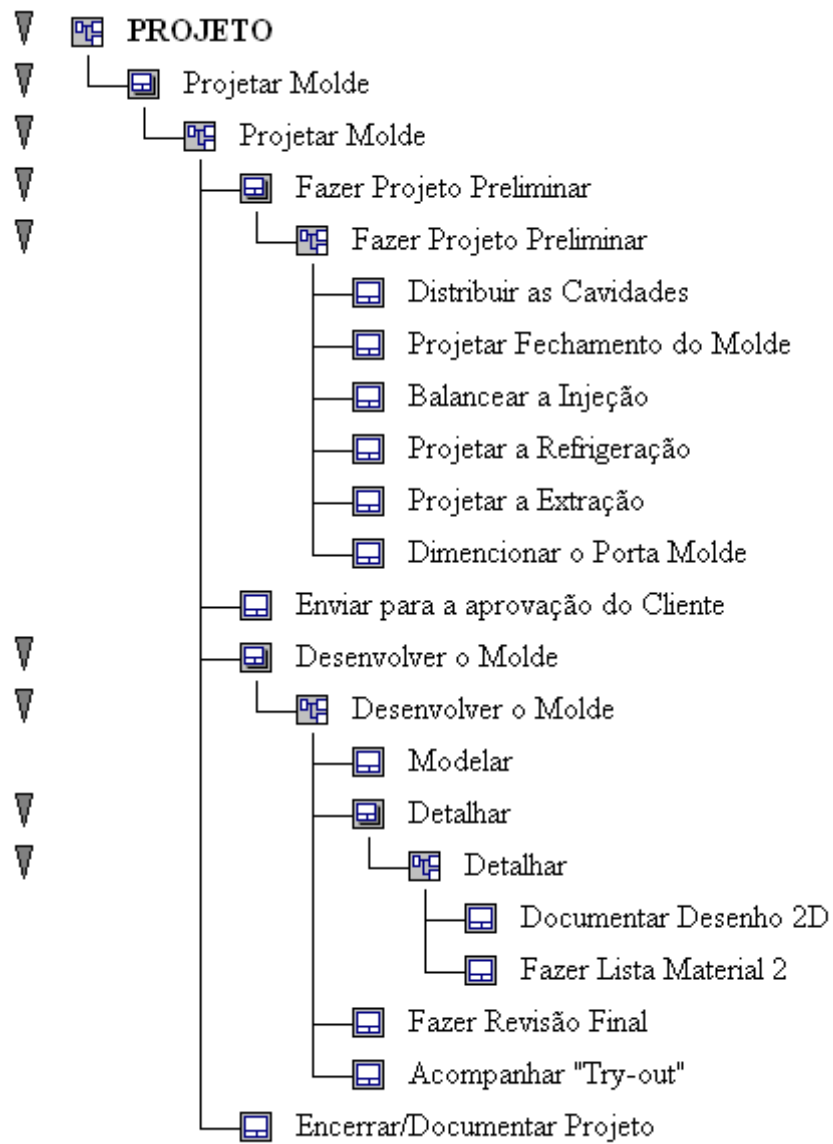












Projetar Molde	
59.1	A0

