

## A Utilização de um Processo de Aquisição de Conhecimento no Domínio de Engenharia Reversa

Andrea Padovan Jubileu<sup>1,2</sup>  
andrea@icmc.sc.usp.br

<sup>1</sup> Universidade de Franca  
Caixa Postal 82  
14404-600 Franca/SP

<sup>2</sup> Centro de Ensino  
Superior de São Carlos  
Caixa Postal 307  
13570-300 São Carlos/SP

Rosely Sanches<sup>3</sup>  
rsanches@icmc.sc.usp.br

<sup>3</sup> Depto. de Ciências de Computação e  
Estatística – ICMC/USP – São Carlos  
Caixa Postal 668  
13560-970 São Carlos/SP

### Abstract

Reverse Engineering is the inverse process of Software Engineering, and one of its main objectives is the recovery of information in a higher level of abstraction. Information can be obtained by applying a Knowledge Acquisition Process.

This work presents a Knowledge Acquisition Process, specific to the Reverse Engineering domain, which was designed considering some aspects of existent knowledge acquisition processes, as well as the use of a knowledge base, where the recovered information is stored.

Keywords: Knowledge Acquisition, Reverse Engineering and Knowledge Base.

### Resumo

A Engenharia Reversa é tida como o processo inverso à Engenharia de Software tradicional, e tem como um dos objetivos principais a recuperação de informações em um nível mais alto de abstração. Essas informações podem ser obtidas por meio da aplicação de um Processo de Aquisição de Conhecimento.

Este trabalho apresenta um *Processo de Aquisição de Conhecimento*, específico para o domínio de *Engenharia Reversa*, o qual foi elaborado considerando-se alguns aspectos de processos de aquisição de conhecimento existentes, bem como a utilização de uma *Base de Conhecimento*, onde são armazenadas as informações recuperadas.

Palavras-chave: Aquisição de Conhecimento, Engenharia Reversa e Base de Conhecimento.

### 1. Introdução

A *engenharia reversa* é o processo de analisar um software num esforço de criar uma representação do mesmo, em um *nível de abstração* mais alto que o código fonte (Pressman, 1995).

O método de *engenharia reversa FUSION-RE/I* (Costa, 1997) foi desenvolvido com o intuito de recuperar *visões funcionais* e *visões estruturais* do sistema partindo do código fonte, de aspectos operacionais do sistema e de dados da interface.

No primeiro passo do método deve ser reunida toda a documentação envolvendo a informação textual existente sobre o sistema (manuais, livros, artigos, listagem do código fonte, entre outros) e a informação técnica relacionada aos conceitos pertinentes (domínio do sistema, aplicação, linguagem de implementação do sistema, da interface, entre outros). Muitas vezes, no entanto, informações importantes sobre o sistema não estão documentadas e um modo de recuperá-las é a partir de entrevistas com os usuários, projetistas e/ou desenvolvedores do sistema. Esse passo é muito importante, pois de seus resultados dependem os outros passos do método. Entretanto, no *FUSION-RE/I* o passo de obtenção de

informações não está explicitamente especificado, ou seja, não há uma maneira sistemática para adquirir e representar o conhecimento obtido do sistema. Para tanto, foi elaborado um procedimento de auxílio para o passo de *obtenção de informações* do método.

O procedimento compreende a criação de uma *base de conhecimento* através da qual podem ser produzidas as *visões funcionais* do sistema, e *diretrizes* para a utilização dessa base na construção das *visões funcionais* do sistema (Figura 1.1). Na *base de conhecimento* são armazenados conhecimentos relacionados ao ambiente e à interface. Esse conhecimento é obtido através do Processo de Aquisição de Conhecimento *IPAIA* (Jubileu *et al.*, 1998), adaptado para o domínio de *engenharia reversa*.



Figura 1.1 – Proposta da Utilização de uma Base de Conhecimento no Método *FUSION-REI*

Este artigo está organizado da seguinte forma: na Seção 2 é apresentado o Processo de Aquisição de Conhecimento *IPAIA* específico para o Domínio de *Engenharia Reversa*; na Seção 3 são apresentadas noções das diretrizes para a utilização da *base de conhecimento* ao elaborar as visões funcionais do sistema submetido a tal processo e na Seção 4 são apresentadas as conclusões deste trabalho.

## 2. O Processo de Aquisição de Conhecimento *IPAIA* específico para o Domínio de Engenharia Reversa

O Processo de Aquisição de Conhecimento *IPAIA* (Jubileu *et al.*, 1998) foi elaborado a partir de alguns aspectos de processos existentes na literatura (McGraw & Briggs, 1989; Scott *et al.*, 1991; Tuthill, 1990). Esse processo apresenta orientações que proporcionam uma abordagem de *aquisição de conhecimento explícito* de maneira organizada. O *IPAIA* tem âmbito geral podendo ser utilizado em qualquer domínio de conhecimento; a seleção de quais técnicas de *aquisição de conhecimento* utilizar e em que momento utilizá-las fica a critério do *engenheiro de conhecimento*.

Para auxiliar no passo de *obtenção de informações* do método *FUSION-REI* (Costa, 1997), o Processo *IPAIA* foi adaptado para o domínio de *engenharia reversa* (Figura 2.1) diferindo do original pelo fato de estabelecer a seqüência das técnicas de *aquisição de conhecimento* a serem utilizadas: *brainstorming*, rastreamento de processo e entrevista estruturada. Esta seqüência foi estabelecida com o intuito de, primeiramente, entender o

domínio de conhecimento do sistema submetido à *engenharia reversa* para, depois, obter informações a respeito do sistema.

O objetivo do Processo *IPAIA* específico para o domínio de *engenharia reversa* é extrair conhecimento a respeito do domínio da aplicação e da interface para facilitar a elaboração dos modelos de análise *Fusion* (Coleman *et al.*, 1994).

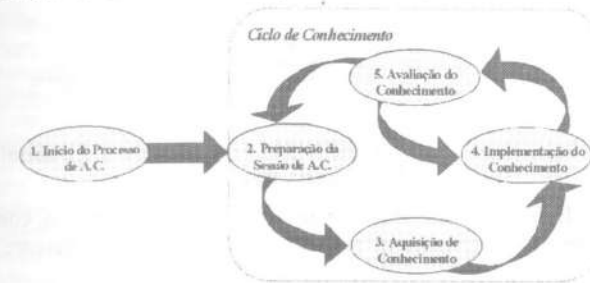


Figura 2.1 – Processo de Aquisição de Conhecimento *IPAIA* específico para o Domínio de Engenharia Reversa

O Processo de Aquisição de Conhecimento *IPAIA* específico para o domínio de *engenharia reversa* contém cinco fases: (1) Início do Processo de Aquisição de Conhecimento, (2) Preparação da Sessão de Aquisição de Conhecimento, (3) Aquisição do Conhecimento, (4) Implementação do Conhecimento e (5) Avaliação do Conhecimento. A Fase 1 é realizada apenas uma vez enquanto as Fases 2, 3, 4 e 5 compõem o *Ciclo de Conhecimento*, o qual pode se repetir enquanto o conhecimento necessário para elaborar os modelos de análise *Fusion* não for suficiente. Podem existir iterações entre as Fases 4 e 5 para que o conhecimento adquirido fique representado em uma forma sintática e semanticamente melhor.

O *Ciclo de Conhecimento* é especializado em três tipos de ciclos de *aquisição de conhecimento*: *Ciclo Brainstorming*, *Ciclo Rastreamento de Processo* e *Ciclo Entrevista Estruturada*. Os tipos de ciclos são correspondentes às técnicas utilizadas para a *aquisição de conhecimento*. Os *ciclos brainstorming* são realizados até que se obtenha o conhecimento do domínio da aplicação. Os *ciclos rastreamento de processo* ocorrem quantas vezes forem necessárias para se obter conhecimento a respeito do sistema submetido à *engenharia reversa*. Finalmente, os *ciclos entrevista estruturada* são utilizados para obter conhecimento mais detalhado a fim de esclarecer dúvidas, caso persistam, a respeito do conhecimento adquirido e de completar e/ou confirmar o conhecimento.

As fases do Processo *IPAIA* específico para o domínio de *engenharia reversa* são descritas, detalhadamente, a seguir, e exemplificadas por meio de partes de um estudo de caso realizado com a ferramenta *MGASET* (Nakazato, 1995).

### 2.1 - Fase 1 – Início do Processo de Aquisição de Conhecimento

Na fase inicial do processo (Figura 2.2) deve-se fornecer uma base sólida para o sucesso da *aquisição de conhecimento*.

As cinco atividades dessa fase são críticas, pois nas fases subsequentes pode ser desperdiçado muito tempo, esforços e recursos caso essa seja concluída de maneira incompleta.

**Atividade 1.1** – Selecionar a área de aplicação do sistema a ser submetido à *engenharia reversa*, estabelecendo-se os limites do domínio de conhecimento.

**Estudo de caso MGASET:** situa-se no contexto de especificação e validação de sistemas baseadas na técnica Máquina de Estados Finitos (MEF).

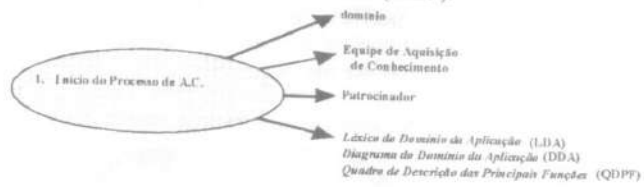


Figura 2.2 – Fase 1 do Processo IPALIA específico para o Domínio de Engenharia Reversa

**Atividade 1.2** – Definir o patrocinador que deve ajudar a manter o compromisso nos momentos de dificuldades e garantir os recursos essenciais utilizados durante a aquisição de conhecimento.

**Estudo de caso MGASET:** o patrocinador foi o coordenador do desenvolvimento da ferramenta MGASET.

**Atividade 1.3** – Adquirir uma visão geral do domínio de conhecimento. Para tanto, são descritos os termos *chaves* utilizados nesse domínio, obtendo-se uma terminologia única; são também identificadas as *relações* existentes entre os termos, além de serem identificadas as *principais funções* do sistema referentes ao domínio de conhecimento. Essa visão geral pode ser obtida a partir de alguma documentação, caso exista, ou de alguém familiarizado com o domínio da aplicação (usuário). Os termos *chaves* são representados na estrutura *Léxico do Domínio da Aplicação* – LDA (Turine & Masiero, 1996); nessa estrutura foi realizado um pequeno ajuste: se na coluna “Definição” de determinado termo houver referência a um outro termo do domínio (procurar tanto na coluna “Definição” quanto na coluna “Sinônimos”), este termo deve ser sublinhado.

Os relacionamentos existentes entre os termos são representados na estrutura *Diagrama do Domínio da Aplicação* - DDA (Turine & Masiero, 1996). Todos os termos existentes no LDA deverão estar contidos no DDA e os relacionamentos entre esses termos são retirados da análise do *Léxico do Domínio da Aplicação*. As principais funções referentes ao domínio de conhecimento são representadas, em forma textual, no chamado *Quadro de Descrição das Principais Funções* (QDPF) onde são definidos o nome e o objetivo das funções.

**Estudo de caso MGASET:** a visão geral do domínio de conhecimento foi obtida a partir de documentações existentes - relatórios técnicos e de alguns comentários de usuários. Essa visão geral é resultado da definição de termos *chaves* existentes nesse domínio, seus relacionamentos e principais funções mostrados, parcialmente e respectivamente, na Tabela 2.1, Figura 2.3 e Quadro 2.1.

**Atividade 1.4** - Selecionar os membros que participarão das sessões de *aquisição de conhecimento*: *engenheiro de conhecimento*, anotadores/assistentes, possíveis *especialistas do domínio* e usuários. O *engenheiro de conhecimento* deve ser alguém que saiba usar as formas de representação do conhecimento (diagramas, quadros, tabelas) para elaborar os modelos de análise *Fusion*. Além disso, o *engenheiro de conhecimento* deve ser capaz de selecionar os *especialistas de domínio* considerando não apenas o potencial dos mesmos a respeito do domínio da aplicação, mas também as suas características de relacionamento interpessoal.

**Estudo de caso MGASET:** foram selecionados dois membros para participarem das sessões de *aquisição de conhecimento*. Esses membros fizeram tanto o papel de *especialista do domínio* quanto o de usuário do sistema.

Tabela 2.1 – Léxico do Domínio da Aplicação - MGASET (parcial)

Termo	Definição	Sinônimos
Grafo Direcionado	Grafo que representa o comportamento de MEFs, onde cada estado é representado por um vértice e cada transição é representada por uma aresta direcionada.	
Máquina de Estados Finitos	É uma classe de sistemas com um alfabeto de entrada $X = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n\}$ , um alfabeto de saída $Z = \{z_1, z_2, z_3, \dots, z_n\}$ , um conjunto de estados $S = \{s_1, s_2, s_3, \dots, s_n\}$ e um par de funções de caracterização $f_z$ e $f_x$ dados por: (i) $z_v = f_z(s_v, x_v)$ e (ii) $s_{v+1} = f_x(s_v, x_v)$ onde $x_v, z_v$ e $s_v$ são, respectivamente, o símbolo de entrada, o símbolo de saída e o estado da MEF M no instante $t_v$ e $s_{v+1}$ é o estado no instante $t_{v+1}$ .	MEF
Seqüências de teste	Seqüências de símbolos de entrada e saída que servem para averiguar se os símbolos gerados são idênticos aos das saídas esperadas, ou seja, testam a MEF.	
Tabela de transição	Trata-se da estrutura básica a partir da qual todas as informações sobre a MEF são elaboradas.	



Figura 2.3 – Diagrama do Domínio da Aplicação - MGASET (parcial)

Quadro 2.1 - Quadro de Descrição das Principais Funções - MGASET (parcial)

Função	Objetivo
Editar o Grafo da MEF ou a Tabela de Transição	Entrar com o grafo ou a tabela de transição que representa a especificação da MEF.
Gerar Seqüências de Teste	Gerar as seqüências de teste de acordo com o critério W, DS, UIO ou Wp.

**Atividade 1.5** – Estimular os possíveis participantes das sessões de *aquisição de conhecimento* realizando uma palestra inicial que deve focalizar o que é *aquisição de conhecimento*, sua importância para a organização, os principais conceitos relacionados, entre outros.

**Estudo de caso MGASET:** foi realizada uma apresentação sobre os termos pertinentes da *aquisição de conhecimento* aos possíveis participantes das sessões de *aquisição de conhecimento*.

## 2.2 - Ciclo Brainstorming do Processo IPALIA específico para o Domínio de Engenharia Reversa

Esse ciclo trata do contato entre o *engenheiro de conhecimento* e os *especialistas do domínio*. É de extrema importância, principalmente, se na primeira fase do processo o *engenheiro de conhecimento* não obtiver conhecimento suficiente para elaborar o LDA, o DDA e o QDPF, apresentados na subseção 2.1. Sendo assim, esse ciclo será útil para completar e/ou confirmar o LDA, DDA e QDPF com as informações fornecidas pelos *especialistas do domínio* durante a(s) sessão(ões) de *aquisição de conhecimento*, e para elaborar o chamado *Quadro Consensual* onde são descritas as operações que um sistema inscrito nesse domínio deveria

ter com seus respectivos itens de entrada e saída. Além disso, no *Quadro Consensual*, pode-se descrever comentários, entre chaves, a respeito de operações, itens de entrada e saída que não foram implementados no sistema, mas foram previstos para a implementação de uma versão futura desse sistema.

Para a *aquisição de conhecimento* é utilizada a técnica *brainstorming*, pois o intuito é obter conhecimento de âmbito geral a partir de diversos *especialistas do domínio*, já que um especialista pode ter especialidade somente em um pequeno subconjunto de tarefas que o sistema deveria ter, não cobrindo as outras áreas de funcionalidade do sistema. A Figura 2.4 sintetiza os quatro passos do *ciclo brainstorming*.

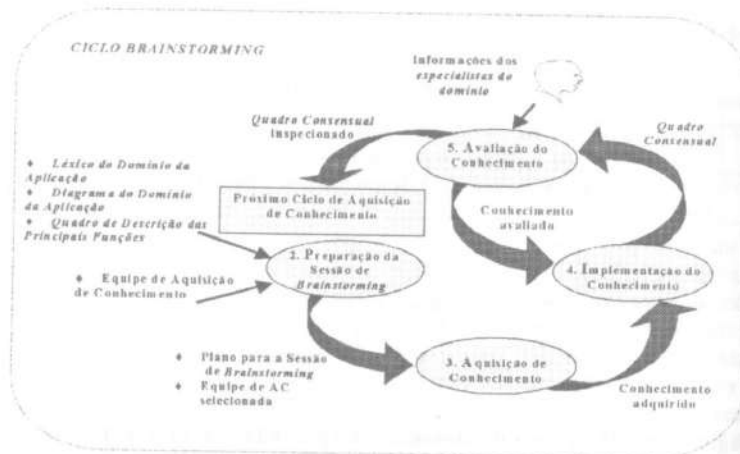


Figura 2.4 – Ciclo Brainstorming do Processo IPAA específico para o Domínio de Engenharia Reversa

**2.2.1 - Ciclo Brainstorming - Preparação da Sessão de Brainstorming:** esse ciclo é composto por duas atividades.

**Atividade 2.1** – Selecionar os membros que participarão da sessão de *brainstorming*. O *engenheiro de conhecimento* deverá selecionar dentre os possíveis *especialistas do domínio*, selecionados na Fase I do processo, aqueles que realmente participarão da sessão. Essa seleção deve levar em consideração alguns problemas que normalmente ocorrem quando uma sessão de *brainstorming* é conduzida, além dos problemas referentes à *aquisição de conhecimento* propriamente dita. Esses problemas são sociais, tais como um grupo de pessoas que não contradizem seus superiores, pessoas que não dão sua opinião por temer "olhares negativos" de outros, pessoas com personalidade autoritária que dominam o grupo, entre outros problemas. Por isso, devem ser escolhidos os *especialistas do domínio* considerados indivíduos democráticos direcionados aos objetivos do grupo (Wilson, 1992). Também poderão fazer parte dos membros que participarão da sessão dois anotadores/assistentes que anotarão tudo o que está ocorrendo durante a sessão.

**Estudo de caso MGASet:** foram selecionados os dois membros da equipe de *aquisição de conhecimento* para participarem da sessão de *brainstorming*.

**Atividade 2.2** – Elaborar um *plano* (Quadro 2.2) para orientação durante a sessão de *brainstorming*. Esse plano deve ser entregue, com pelo menos dois dias de antecedência, para todos os participantes da sessão.

**Estudo de caso MGASet:** o plano para auxiliar a sessão de *brainstorming* realizada no estudo de caso MGASet encontra-se em (Jubileu, 1999).

#### Quadro 2.2 – Estrutura do Plano Para as Sessões de *Brainstorming*

##### PLANO PARA A SESSÃO DE BRAINSTORMING

- 1 Introdução:** o objetivo deste plano é orientar o *engenheiro de conhecimento* a conduzir uma sessão de *brainstorming*.
- 2 Gerenciamento:** nesse item deve ser identificado o local, a data e o horário onde ocorrerá a sessão, o nome do *engenheiro de conhecimento* e dos anotadores/assistentes, o tempo de duração da sessão, o nome dos *especialistas do domínio* e a meta da sessão.  
Local da Sessão: <local físico onde ocorrerá a sessão>  
Data da Sessão: <dd/mm/aa> Horário: <hh:mm>  
Engenheiro de Conhecimento: <nome>  
Anotadores/Assistentes: <nome>  
Tempo Total: <duração da sessão de aquisição de conhecimento>  
Especialistas do Domínio/Fonte de Conhecimento: <nome do(s) especialista(s)>  
Meta da Sessão: obter conhecimento de âmbito geral sobre o domínio da aplicação, incluindo as principais funcionalidades que um sistema desse tipo deveria ter, a fim de completar e/ou confirmar o *Léxico do Domínio da Aplicação* (LDA), o *Diagrama do Domínio da Aplicação* (DDA) e o *Quadro de Descrição das Principais Funções* (QDPF), e elaborar o *Quadro Consensual*.
- 3 Tarefas:**
  - 3.1** O *engenheiro de conhecimento* deve deixar claro o motivo da participação de cada *especialista do domínio*, motivando-os e deixando-os à vontade para que a sessão transcorra de forma efetiva. Além disso, deve deixar claro o seu papel durante a sessão e dos anotadores/assistentes que devem registrar as informações relacionadas tão logo apresentadas.  
Caso, na Fase 1 do processo, tenha sido obtida informação suficiente para elaborar o LDA, o DDA e o QDPF, deve-se utilizar o *brainstorming estruturado*. Caso contrário, utilizar o *brainstorming desestruturado* seguido do *estruturado* (Yálgiz, 1999).  
**Brainstorming Desestruturado.**  
Os *especialistas do domínio* devem expor suas informações referentes ao domínio da aplicação incluindo as funcionalidades que o sistema deveria ter, do modo como elas vêm à mente. Isso significa que não há momento determinado para cada um se manifestar. Esse método necessita do papel de moderador por parte do *engenheiro de conhecimento* para que esse reforce as regras, quando necessário, e todos os membros tenham oportunidade de falar.  
**Brainstorming Estruturado:**
    - 3.2** Levantar uma das funcionalidades considerando o *Quadro de Descrição das Principais Funções*.
    - 3.3** Solicitar que cada especialista exponha seu conhecimento a respeito da função levantada, enfatizando os itens de entrada necessários para a execução dessa função e os itens de saída, não esquecendo de comentar sobre funcionalidades, itens de entrada e saída que não foram implementados no sistema, mas foram previstos para a implementação de uma versão futura desse sistema.
    - 3.4** Repetir as tarefas 3.2 e 3.3 até que todas as funcionalidades identificadas tenham sido discutidas.
    - 3.5** Verificar se existe alguma função que foi obtida durante o *brainstorming desestruturado* (se este foi realizado) que não esteja definida no *Quadro de Descrição das Principais Funções*.
    - 3.6** Repetir a tarefa 3.3 para as novas funções identificadas, se existirem.
    - 3.7** Depois que cada especialista expôs seu conhecimento, aqueles que quiserem complementar algo poderão fazê-lo.
  - 4** Cronograma: é importante a elaboração de um cronograma para melhor utilizar o tempo de modo a não atrapalhar o cotidiano dos *especialistas do domínio*. Deve ser estipulado um tempo máximo para cada atividade.
  - 5** Recursos: preparar o local selecionado dispondo as cadeiras de forma circular, para que todos se vejam. Distribuir papel e caneta a todos os membros da sessão para anotações. Se no local não houver uma mesa onde todos possam se posicionar em forma circular, serão necessárias pranchetas que servirão de apoio para escrever.

**2.2.2 - Ciclo Brainstorming - Aquisição do Conhecimento:** nessa fase o *plano* para a sessão de *brainstorming*, elaborado anteriormente, é colocado em prática para se adquirir conhecimento de âmbito geral a respeito do domínio da aplicação. O *engenheiro de conhecimento* deve exercer a função de moderador durante a *aquisição de conhecimento*; deve ponderar as discussões, não deixar ninguém interromper quando um dos *especialistas do*

domínio estiver com a palavra, deve limitar o tempo para que cada um exponha suas informações. Deve, também, esclarecer algumas regras de *brainstorming* aos *especialistas do domínio*: esses não devem se preocupar como o modo de se expressar, não devem limitar suas informações mesmo que suponham que estas sejam redundantes, não devem criticar, validar ou julgar as informações fornecidas por qualquer um dos *especialistas do domínio* (Bouchard, 1977), (Kci, 1999), (Osborne, 1999).

**2.2.3 - Ciclo Brainstorming - Implementação do Conhecimento:** nessa fase o *engenheiro de conhecimento* deve transcrever as anotações realizadas pelos anotadores/ assistentes ou por ele próprio. Caso o LDA, o DDA e o QDPF não estejam completos devem ser complementados, caso contrário, as informações desses são confirmadas. A seguir, deve ser elaborado um *Quadro Consensual* composto pelas operações que o sistema deveria ter e pelos seus respectivos itens de entrada e de saída. Esse quadro não contém informações redundantes e informações semelhantes devem estar agrupadas.

**Estudo de caso MGASET:** o LDA, DDA e QDPF foram complementados e confirmados; o *Quadro Consensual* foi elaborado contendo as operações que a ferramenta deveria ter, seus respectivos itens de entrada e de saída, além de comentários a respeito de operações, itens de entrada e de saída que não estão implementados na ferramenta, mas foram previstos para uma futura versão da mesma. O *Quadro Consensual* é mostrado, parcialmente, no Quadro 2.3.

Quadro 2.3 – Quadro Consensual - MGASET (parcial)

Operações	Itens de Entrada	Itens de Saída
Editar MEF	Grafo direcionado ou Tabela de Transição Diretório onde será gravado o grafo ou tabela e nome do arquivo	msg "Deseja salvar?"
Selecionar critério para gerar as seqüências de teste	Critério (DS, UIO, W, Wp) {está implementado somente o critério W objetivo dessa versão da MGASET, mas foram previstas possibilidades para implementação futura dos critérios DS, UIO e Wp}	Propriedades que aquela MEF possui. Propriedades que a MEF deveria atender, mas não atende. Seqüências básicas que são geradas. Seqüências básicas que a ferramenta deveria gerar para a MEF, mas não gera. Seqüências de teste geradas se, dependendo do critério, atendidas certas propriedades e geradas certas seqüências básicas.

**2.2.4 - Ciclo Brainstorming - Avaliação do Conhecimento:** nessa fase o conhecimento adquirido deve ser verificado e validado. A verificação do conhecimento refere-se à confiabilidade de representação, ou seja, é necessário averiguar se o conhecimento adquirido está representado corretamente (sintática e semanticamente) no *Quadro Consensual*. A validação refere-se à confiabilidade conceitual e é realizada por meio de uma inspeção. Essa inspeção é realizada junto aos *especialistas do domínio* a fim de checar a consistência e completude do conhecimento conceitual do domínio adquirido. Se o conhecimento adquirido referente ao domínio da aplicação não estiver completo, executa-se um outro *ciclo brainstorming*, caso contrário, armazena-se o LDA, DDA, QDPF e o *Quadro Consensual* na base de conhecimento e inicia-se o *ciclo rastreamento de processo*.

**Estudo de caso MGASET:** apenas um *ciclo brainstorming* foi necessário em virtude da disponibilidade de material a respeito do domínio no qual a ferramenta se contextualiza. Sendo assim, o seguinte ciclo (*ciclo rastreamento de processo*) foi realizado visando a obtenção do conhecimento específico da ferramenta MGASET.

### 2.3 - Ciclo Rastreamento de Processo do Processo IPAIA específico para o Domínio de Engenharia Reversa

O conhecimento obtido na sessão de *brainstorming* pode estar além do que o sistema a ser analisado realmente faz - já que se trata do conhecimento do domínio. No *ciclo rastreamento de processo* será obtido conhecimento específico sobre o sistema analisado. Nesse ciclo o *engenheiro de conhecimento* adquire conhecimento de usuários do sistema observando os procedimentos de uso do sistema analisado, a fim de elaborar o *Quadro Consensual Específico do Sistema Analisado* (QCESA) e o *Diagrama de Seqüência de Operações* (DSO). Para adquirir o conhecimento, é utilizada a técnica de *rastreamento de processo* (McGraw & Briggs, 1989), na qual o usuário "pensa alto" durante a utilização do sistema, em um caso hipotético ou real, enquanto o *engenheiro de conhecimento* registra o que está acontecendo. A Figura 2.5 mostra os quatro passos seguidos durante o *ciclo rastreamento de processo*.

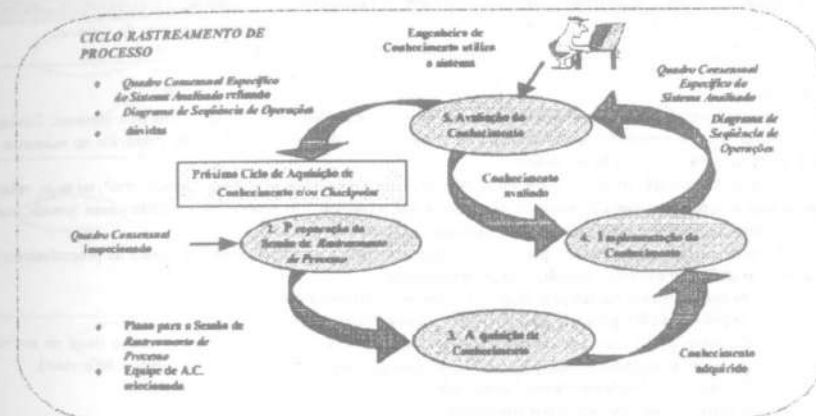


Figura 2.5 – Ciclo Rastreamento de Processo do Processo IPAIA específico para o Domínio de Engenharia Reversa

#### 2.3.1 - Ciclo Rastreamento de Processo - Preparação da Sessão de Rastreamento de Processo: esse ciclo é composto por duas atividades.

**Atividade 2.1 - Selecionar os membros que participarão da sessão de rastreamento de processo:** o *engenheiro de conhecimento* e os usuários do sistema.

**Estudo de caso MGASET:** foi selecionado apenas um usuário.

**Atividade 2.2 - Elaborar um plano** (Quadro 2.4) para servir de orientação durante a(s) sessão(ões) de *rastreamento de processo*. Esse plano deve ser entregue, com pelo menos dois dias de antecedência, para o(s) participante(s) da(s) sessão(ões).

**Estudo de caso MGASET:** o plano para auxiliar a sessão de *rastreamento de processo* realizada no estudo de caso MGASET encontra-se em (Jubileu, 1999).

**2.3.2 - Ciclo Rastreamento de Processo - Aquisição do Conhecimento:** nessa fase o plano para a sessão de *rastreamento de processo*, elaborado anteriormente, é colocado em prática para se adquirir conhecimento específico referente às operações do sistema, seus respectivos itens de entrada e de saída, a seqüência de operações, a seqüência de ocorrência dos itens de entrada e saída em cada operação e as pré-condições necessárias para que a operação possa ser executada. Durante essa fase, o *engenheiro de conhecimento* somente observará o usuário no uso do sistema, evitando interrompê-lo para questionamentos. Esse plano será aplicado, individualmente, a todos os usuários selecionados.

Quadro 2.4 – Estrutura do Plano Para as Sessões de Rastreamento de Processo

PLANO PARA AS SESSÕES DE RASTREAMENTO DE PROCESSO				
<p>1 <b>Introdução:</b> o objetivo deste plano é orientar o <i>engenheiro de conhecimento</i> a conduzir uma sessão de rastreamento de processo.</p> <p>2 <b>Gerenciamento:</b> deve ser identificado o local, a data, o horário e o tempo de duração de cada sessão, o nome do <i>engenheiro de conhecimento</i> e dos usuários, e a meta da sessão.  <i>Engenheiro de Conhecimento:</i> &lt;nome&gt;                      Meta da Sessão: obter conhecimento a respeito das funcionalidades do sistema, dos itens de entrada e saída de cada operação, da seqüência das operações, da seqüência dos itens de cada operação e das pré-condições necessárias para que as operações possam ser executadas, observando o uso desse sistema por cada um dos usuários, em um caso hipotético ou real, para elaborar o <i>Quadro Consensual Específico do Sistema Analisado</i> e o <i>Diagrama de Seqüência de Operações</i>.</p>				
<b>Local da Sessão</b> <local físico onde a sessão ocorrerá >	<b>Data da Sessão</b> <dd/mm/aa>	<b>Horário da Sessão</b> <hh:mm>	<b>Tempo Total</b> <duração da sessão>	<b>Usuário/Fonte de Conhecimento</b> <nome do usuário do sistema>
<p>3 <b>Tarefas:</b></p> <p>3.1 O <i>engenheiro de conhecimento</i> deve expor ao usuário que o observará enquanto utiliza o sistema. Também, deve deixar claro o propósito da sessão expondo a importância do conhecimento a ser adquirido no momento da utilização do sistema por parte do usuário.</p> <p>3.2 Durante a utilização do sistema em um caso hipotético ou real, o usuário deve "pensar alto", ou seja, relatar verbalmente todos os passos tomados. É importante que o usuário fale pausadamente cada passo tomado, como se estivesse explicando o sistema a um novo usuário.</p> <p>3.3 O <i>engenheiro de conhecimento</i>, por sua vez, deve observar e registrar todos os passos do procedimento do usuário ao utilizar o sistema, considerando principalmente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• As operações efetuadas pelo usuário e a descrição informal de cada uma delas;</li> <li>• As pré-condições para que cada operação possa ser executada;</li> <li>• Os itens de entrada para a execução de cada operação, identificando entre esses itens de entrada quais são os campos chaves (parâmetros da operação, aqueles os quais outros campos dependem);</li> <li>• Os itens de saída decorrentes da execução de cada operação;</li> <li>• A seqüência de ocorrência das operações;</li> <li>• A seqüência de ocorrência dos itens de entrada e saída em cada operação;</li> <li>• As opções dos menus do sistema.</li> </ul> <p>4 <b>Cronograma:</b> deve ser estipulado um tempo máximo para o uso do sistema.</p> <p>5 <b>Recursos:</b> no local onde ocorrerá a sessão deve haver um micro com o software instalado e com todos os periféricos necessários para a execução de um caso hipotético ou real. É importante que o usuário não seja interrompido, para que não haja bloqueios na sua lógica de raciocínio.</p>				

**2.3.3 - Ciclo Rastreamento de Processo - Implementação do Conhecimento.** nessa fase o *engenheiro de conhecimento* deve transcrever, num quadro semelhante ao *Quadro Consensual*, chamado *Quadro Consensual Específico do Sistema Analisado* (QCESA), o que registrou durante a sessão, organizando esse conhecimento de forma a excluir as redundâncias. Isso deve ser feito para cada sessão aplicada a cada usuário selecionado. A partir desses quadros consensuais, deve ser elaborado um único QCESA. A seqüência das operações será representada num diagrama denominado *Diagrama de Seqüência de Operações* (DSO). As opções dos menus do sistema serão representadas como operações dos primeiros níveis do DSO. Os círculos representam as operações, as setas orientadas representam a seqüência de ocorrência entre as operações e os hexágonos são usados como conectores no DSO. A numeração existente internamente ao círculo representa uma opção de menu com suas respectivas sub-opções. No Quadro 2.5 são apresentadas as representações utilizadas para elaborar o DSO e seus respectivos significados.

**Estudo de caso MGASET:** o que foi registrado durante a sessão foi transcrito no QCESA (mostrado, parcialmente, no Quadro 2.6) e no DSO (mostrado, parcialmente, na Figura 2.6).

Quadro 2.5 – Representações e Significados do Diagrama de Seqüência de Operações

Representação	Significado
	Operações.
	Seqüência de operações.
	Conector do diagrama.
	As operações k, z, w deverão ocorrer logo após a operação x (de onde despontam as setas) e As operações k, z, w podem ocorrer alternativamente.
	Obrigatoriedade na seqüência entre as operações; ou seja, a operação w só poderá ser executada se a z for executada anteriormente e por sua vez, a z só poderá ser executada se a x for executada anteriormente.
	As operações z e w podem ocorrer iterativamente e alternativamente.
	As operações x e w podem ocorrer em paralelo.

Quadro 2.6 – Quadro Consensual Específico do Sistema Analisado - MGASET (parcial)

Operações	Itens de Entrada	Itens de Saída	Pré-Condições
Abrir MEF (Abre um arquivo que contém uma MEF representada por uma Tabela de Transição)	<b>Diretório,</b> <b>nome_arquivo (.mef),</b> 1, 2	1. Msg "Arquivo não existe" (opcional) 2. Nome do arquivo na barra de status, Tabelas PK da MEF	Que a MEF exista.
Gerar seqüências de teste (Gera as seqüências de teste do critério selecionado)	<b>Critério</b> {critérios DS, UIO, W, Wp, mas só está implementado o critério W}	Seqüências de teste	Que exista uma MEF que atenda a certas propriedades e possua certas seqüências básicas, dependendo do critério selecionado.

**2.3.4 - Ciclo Rastreamento de Processo - Avaliação do Conhecimento:** nessa fase o conhecimento adquirido deve ser verificado e validado. Para isso, o *engenheiro de conhecimento* deve averiguar o fator confiabilidade de representação (a correteza sintática e semântica tanto do QCESA, quanto do DSO) e o fator confiabilidade conceitual. Para averiguar a confiabilidade conceitual o *engenheiro de conhecimento* pode utilizar o sistema com a finalidade de conferir a consistência e completude do conteúdo representado no

QCESA e no DSO. Se o *engenheiro de conhecimento* perceber que o conhecimento obtido não está completo, executa-se um outro *ciclo rastreamento de processo*. Se o *engenheiro de conhecimento* não conseguir, por si só, sanar as dúvidas durante essa fase de avaliação de conhecimento inicia(m)-se o(s) *ciclo(s) entrevista estruturada*; caso contrário, armazena-se o QCESA e o DSO na *base de conhecimento* e verifica-se a continuidade do processo de engenharia reversa no sistema (*checkpoint*).

**Estudo de caso MGASET:** com apenas um *ciclo rastreamento de processo* foi possível adquirir o conhecimento necessário devido ao fato da versão da ferramenta só ter implementado um critério para geração de seqüências de teste. As dúvidas não sanadas durante essa fase, em relação ao *Quadro Consensual* e ao QCESA, foram anotadas para serem questionadas durante o *ciclo entrevista estruturada*.

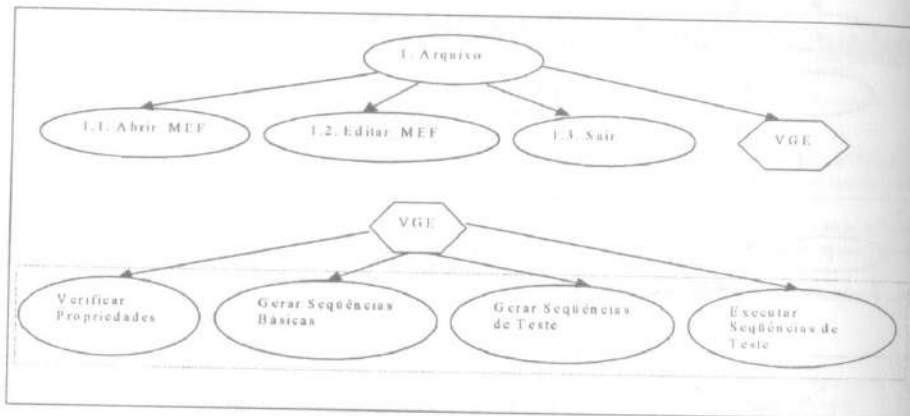


Figura 2.6 – Diagrama de Seqüência de Operações - MGASET (parcial)

#### 2.4 - Ciclo Entrevista Estruturada do Processo IPAIA específico para o Domínio de Engenharia Reversa

Nesse ciclo as dúvidas anotadas pelo *engenheiro de conhecimento* devem ser esclarecidas. Uma das formas de se identificar essas dúvidas é comparando o *Quadro Consensual* com o QCESA. As operações e os itens de entrada e de saída do *Quadro Consensual* que não estão implementados no sistema, mas foram previstos para uma versão futura desse sistema possuem um comentário anotado durante o(s) *ciclo(s) brainstorming* e não precisam ser questionados. Com isso, otimiza-se o tempo e o esforço que poderia ser gasto no(s) *ciclo(s) entrevista estruturada*, uma vez que, a ausência desse tipo de comentário levaria a possíveis dúvidas a serem questionadas.

No *ciclo de entrevista estruturada* o *engenheiro de conhecimento* fará contato com todos os usuários que participaram das sessões de *rastreamento de processo*, pois é necessário obter conhecimento mais detalhado a respeito das operações do sistema, principalmente, da seqüência das operações e dos itens de entrada e saída de cada operação a fim de esclarecer as dúvidas em relação ao conhecimento já adquirido e verificar a completude do conhecimento; para isso, é utilizada a técnica de *entrevista estruturada*. A Figura 2.7 mostra os quatro passos que devem ser seguidos durante o *ciclo entrevista estruturada*.

**2.4.1 - Ciclo Entrevista Estruturada - Preparação da Sessão de Entrevista Estruturada:** esse ciclo é composto por duas atividades.

**Atividade 2.1 - Selecionar os membros que participarão da sessão de entrevista estruturada:** o *engenheiro de conhecimento* que fará o papel de entrevistador e anotador, e os usuários participantes da sessão de *rastreamento de processo* que serão entrevistados um por vez.

**Estudo de caso MGASET:** o *engenheiro de conhecimento* fez o papel de entrevistador e anotador durante a sessão de *entrevista estruturada* com o usuário participante da sessão de *rastreamento de processo*.

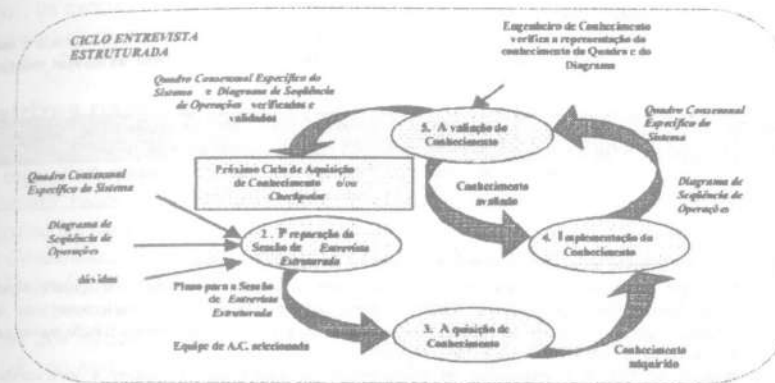


Figura 2.7 – Ciclo Entrevista Estruturada do Processo IPAIA específico para o Domínio de Engenharia Reversa

**Atividade 2.2 - Elaborar um plano (Quadro 2.7) para orientar durante a condução da sessão de entrevista estruturada.** O usuário pode utilizar o sistema ao ser entrevistado para ter maior segurança ao responder o que lhe for questionado sobre o sistema.

**Estudo de caso MGASET:** o plano para auxiliar a sessão de *entrevista estruturada* realizada no estudo de caso MGASET encontra-se em (Jubileu, 1999).

**2.4.2 - Ciclo Entrevista Estruturada - Aquisição do Conhecimento:** nessa fase o plano para auxiliar na sessão de *entrevista estruturada*, elaborado na etapa anterior, é colocado em prática a fim de se conhecer mais detalhes sobre as operações do sistema (seqüência de operações, itens de entrada e saída, seqüência dos itens de entrada e saída em cada operação, pré-condições necessárias para que as operações possam ser executadas) para serem esclarecidas as dúvidas existentes relacionadas ao conhecimento já adquirido e completado e/ou confirmado o conhecimento já adquirido.

**2.4.3 - Ciclo Entrevista Estruturada - Implementação do Conhecimento:** nessa fase o conhecimento adquirido com as dúvidas esclarecidas é representado no QCESA e no DSO com o objetivo de complementá-los.

**2.4.4 - Ciclo Entrevista Estruturada - Avaliação do Conhecimento:** nessa fase o conhecimento é verificado tanto no QCESA quanto no DSO pelo *engenheiro de conhecimento*. Isso é realizado checando a corretude sintática e semântica da representação do conhecimento. Se ainda restam dúvidas e/ou as informações não foram confirmadas e/ou não estão completas, inicia-se um outro *ciclo entrevista estruturada*. Quando finalizado(s) o(s) *ciclo(s) entrevista estruturada*, armazena-se o QCESA e o DSO na *base de conhecimento*. Ocorre, então, um momento de questionamento sobre a continuidade do processo de *engenharia reversa* no sistema - *checkpoint*.

Quadro 2.7 – Estrutura do Plano Para a Sessão de Entrevista Estruturada

PLANO PARA AS SESSÕES DE ENTREVISTA ESTRUTURADA				
1 Introdução: o objetivo deste plano é orientar o engenheiro de conhecimento a conduzir uma sessão de entrevista estruturada.				
2 Gerenciamento: deve ser identificado o local, a data, o horário e o tempo de duração de cada sessão, o nome do engenheiro de conhecimento e os nomes dos entrevistados. Engenheiro de Conhecimento: <nome> Meta da Sessão: questionar sobre a sequência das operações, sobre a sequência dos itens de entrada e saída de cada operação, entre outros detalhes sobre as funcionalidades do sistema a fim de eliminar as dúvidas existentes e completar e/ou confirmar o conhecimento adquirido.				
Local da Sessão	Data da Sessão	Horário da Sessão	Tempo Total	Entrevistado/Parte de Conhecimento
<local físico onde ocorrerá a sessão>	<dd/mm/aa>	<hh:mm>	<duração da entrevista>	<nome do entrevistado>
3 Tarefas:				
3.1 Deve ser exposta, a cada entrevistado, a importância de suas informações.				
3.2 Deve ser questionado o porquê das diferenças entre o Quadro Consensual e o Quadro Consensual Específico do Sistema Analisado (QCESA). Elas ocorrem: (1) devido ao esquecimento de alguma funcionalidade ou (2) devido ao fato da funcionalidade estar embutida em alguma função maior ou ainda (3) devido ao fato do sistema não estar completo?				
3.3 Baseado no QCESA o engenheiro de conhecimento vai questionando o usuário e verificando se o conhecimento existente no QCESA está realmente correto. Entre as questões incluem-se:				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quais são as operações disponíveis no sistema? E qual é a sequência de execução dessas operações?</li> <li>• Quais são os itens de entrada de cada uma das operações apontadas anteriormente, e quais são os respectivos itens de saída (possíveis respostas do sistema aos itens de entrada)?</li> <li>• Quais são os campos chaves de cada operação?</li> <li>• Qual a sequência de ocorrência dos itens de entrada e saída em cada operação?</li> <li>• Questionar a respeito de operações que pertencem ao QCESA e que não foram comentadas durante a entrevista pelo usuário.</li> </ul>				
Conforme o entrevistado vai respondendo, algumas questões relacionadas às diferenças existentes entre o Quadro Consensual e o QCESA e aos comentários existentes no QCESA poderão ser eliminadas e outras poderão surgir.				
4 Cronograma: deve ser previsto um tempo para o entrevistado responder as questões.				
5 Recursos: o local selecionado para a entrevista deve ser isolado de quaisquer outras pessoas que não façam parte da sessão, para que não haja interferência na lógica de raciocínio do usuário. O usuário pode sentir mais firmeza em suas respostas se estiver utilizando o sistema, sendo assim, é importante ter todo o equipamento disponível.				

**CHECKPOINT:** ponto no qual o patrocinador decide pela continuidade, ou não, da engenharia reversa do sistema. Como subsídio para essa decisão o engenheiro de conhecimento fornece ao patrocinador o Quadro Consensual (que armazena conhecimento referente às características que um sistema em tal domínio deveria possuir) e o QCESA (que armazena conhecimento referente às características que o sistema possui) evidenciando as diferenças entre esses quadros. Nesse momento, o patrocinador tem condições de averiguar como utilizar, efetivamente, o conhecimento armazenado na base: (1) aplicando as diretrizes e utilizando os modelos funcionais produzidos, mesmo que parcialmente e, nesse caso, dando continuidade à engenharia reversa do sistema ou (2) descartando a aplicação das diretrizes numa situação onde se decide pela reconstrução do sistema. Nesse caso, pode-se aproveitar o Quadro Consensual para a criação do documento de requisitos (ponto de partida para a construção de um novo sistema).

**Estudo de Caso MGASET:** foi necessário somente um ciclo entrevista estruturada para o esclarecimento das dúvidas existentes. Em relação ao checkpoint, este não foi questionado

devido ao objetivo do estudo de caso ser o de aplicar tanto o Processo de Aquisição de Conhecimento IPAIA específico para o domínio de engenharia reversa, quanto as diretrizes para elaboração dos modelos funcionais Fusion.

É importante ressaltar que, apesar de aparentemente simples, o estudo de caso envolvendo a MGASET exigiu um relativo esforço para a compreensão do domínio de aplicação da ferramenta, uma vez que os conceitos envolvidos não são triviais.

Depois da execução do Processo IPAIA específico para o domínio de engenharia reversa é necessário algum modo de utilizar esse conhecimento para elaborar as visões funcionais. Sendo assim, foram elaboradas diretrizes para auxiliar na utilização da base de conhecimento.

### 3. Diretrizes para a Utilização da Base de Conhecimento

Os conhecimentos adquiridos durante a aplicação do Processo de Aquisição de Conhecimento IPAIA específico para o domínio de engenharia reversa alimentam uma base de conhecimento. Esses conhecimentos estão representados no Léxico do Domínio da Aplicação, no Diagrama do Domínio da Aplicação, no Quadro de Descrição das Principais Funções, no Quadro Consensual, no Quadro Consensual Específico do Sistema Analisado e no Diagrama de Sequência de Operações.

A proposta deste trabalho foi a de utilizar uma base de conhecimento para auxiliar na construção dos modelos de análise Fusion: modelo de ciclo de vida, modelo de operações e modelo de objetos. Percebeu-se, porém, que para construir o modelo de objetos são necessárias, também, informações retiradas do código fonte, ou seja, não é possível recuperar o modelo de objetos de um sistema apenas a partir da interface e de informações do domínio. Nesse caso, o modelo recuperado seria próximo ao ideal e não o real - podendo ser útil numa possível reengenharia do sistema ou na reconstrução de um novo sistema. Sendo assim, foram somente criadas diretrizes para a utilização da base de conhecimento na elaboração do modelo de ciclo de vida e do modelo de operações.

A partir do Diagrama de Sequência de Operações e do Quadro Consensual Específico do Sistema Analisado são obtidos os conhecimentos que auxiliam na elaboração do modelo de ciclo de vida. Já os esquemas do modelo de operações são elaborados a partir do conhecimento existente no Quadro Consensual Específico do Sistema Analisado e da inferência humana. As diretrizes para a elaboração tanto do modelo de ciclo de vida quanto do modelo de operações Fusion podem ser encontradas em (Jubileu, 1999).

### 4. Conclusões

Ao realizar o estudo de caso da ferramenta MGASET percebeu-se que tanto o Processo de Aquisição de Conhecimento IPAIA específico para o domínio de engenharia reversa, quanto as diretrizes elaboradas podem ser úteis para o método FUSION-RE/I, pois formalizam um procedimento, até então, não sistematizado.

Anteriormente ao estudo de caso da ferramenta MGASET, apresentado neste trabalho, o Processo IPAIA específico para o domínio de engenharia reversa foi refinado através da condução de um outro estudo de caso envolvendo um Sistema de Chamadas Técnicas (Jubileu, 1999). Como resultado dos estudos de caso realizados, indícios foram observados de que a utilização do processo é útil no entendimento do domínio de aplicação e do sistema submetido à engenharia reversa.

Outra contribuição deste trabalho é que o conhecimento armazenado na base pode não apenas ser utilizado para a engenharia reversa, através da aplicação das diretrizes, mas também para a reconstrução de um novo sistema, visto que o Quadro Consensual existente na base de conhecimento pode ser aproveitado na elaboração do documento de requisitos.



Além disso, observou-se que o Processo *IPAIA* específico para o domínio de *engenharia reversa* pode ser adaptado para adquirir conhecimento para a elaboração de modelos de outros métodos, como *UML*. Para isso, é necessário alterar as tarefas dos planos utilizados durante as sessões de *aquisição de conhecimento*, ou seja, o que é necessário adquirir para elaborar os modelos de acordo com o método selecionado.

Como trabalhos futuros ressalta-se a necessidade da realização de outros estudos de caso a fim de aprimorar as diretrizes elaboradas e verificar a eficiência da utilização do Processo *IPAIA* específico para o domínio de *engenharia reversa*. Outro aspecto a ser investigado refere-se à definição de uma forma para adquirir e representar o conhecimento relacionado ao código fonte objetivando elaborar as visões estruturais do sistema.

## 5. Referências Bibliográficas

- (Bouchard, 1977) BOUCHARD, T. J. "Whatever Happened to Brainstorming?" In Guide to Creative Action, 1977, [http://www.rla.unc.edu/lessons/brain\\_rules.htm](http://www.rla.unc.edu/lessons/brain_rules.htm), [acessado em 19/05/1999].
- (Coleman et al., 1994) COLEMAN, D. et al. *Object-Oriented Development – The FUSION Method*. Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice Hall, 1994.
- (Costa, 1997) COSTA, R.M; *FUSION-RE/I - Um Método de Engenharia Reversa para Auxiliar a Manutenção de Software*. Dissertação de Mestrado ICMC-USP, maio de 1997.
- (Jubileu et al., 1998) JUBILEU, A. P.; PUGLIESI, J. B.; REZENDE, S. O.; SANCHES, R. *Proposta de um Processo para a Aquisição de Conhecimento Explícito*. Relatórios Técnicos – ICMC/USP, nº 77, agosto de 1998.
- (Jubileu, 1999) JUBILEU, A. P. *Aquisição de Conhecimento como Apoio ao Método de Engenharia Reversa FUSION\_RE/I*. Dissertação de Mestrado ICMC-USP, novembro de 1999.
- (Kci, 1999) KCI – Kanten Communications International. *The Basic Rules of Brainstorming*, <http://www.kanten.com/RBWV/bsrules.html>, [acessado em 19/05/1999].
- (McGraw & Briggs, 1989) MCGRAW, K.L.; BRIGGS, K.H. *Knowledge Acquisition - Principles and Guidelines*. Prentice-Hall, 1989.
- (Nakazato, 1995) NAKAZATO, K. K. *Módulo de Geração de Sequências de Teste baseada em Máquinas de Estado Finito*. Dissertação de Mestrado ICMC-USP, 1995.
- (Osborne, 1999) OSBORNE. *Generic Brainstorming Rules*, Henley Management College, <http://www.henleymc.ac.uk/research/creat01.htm>, [acessado em 19/05/1999].
- (Pressman, 1995) PRESSMAN, R. S. *Engenharia de Software*. Makron Books, 1995.
- (Scott et al., 1991) SCOTT, A. C.; CLAYTON, J. E.; GIBSON, E. L. *A Practical Guide to Knowledge Acquisition*. Addison-Wesley, 1991.
- (Turine & Masiero, 1996) TURINE, M. A. S; MASIERO, P. C. *Especificação de Requisitos: uma introdução*. Relatórios Técnicos – ICMC/USP, nº 39, 1996.
- (Tuthill, 1990) TUTHILL, G. S. *Knowledge Engineering: Concepts and Practices for Knowledge-Based System*. TAB – Books Inc., 1990.
- (Wilson, 1992) WILSON, Michael. *Knowledge Acquisition: The current position*. Science and Engineering Research Council. Rutherford Appleton Laboratory, in: <http://www.dei.clr.ac.uk/ActivityPublications/92>, [acessado em 14/01/1999].
- (Yägiz, 1999) YÄGİZ, Ömer. *Certificate Program in Advanced Management Studies. Brainstorming – A Planning and Problem Solving Technique*. Department of Management METU, <http://www.man.metu.edu.tr/~yagiz/sertifika/slides/brainsto/sld001.htm>, [acessado em 19/05/1999].