

# **Suporte à Intervenção de Operadores no Tratamento de Excepções em Fluxos de Trabalho**

Hernâni Mourão

Escola Superior de Ciências Empresariais do Instituto Politécnico de Setúbal, Setúbal, Portugal

[hmourao@esce.ips.pt](mailto:hmourao@esce.ips.pt)

Pedro Antunes

Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal e

LaSIGE (Laboratório de Sistemas Informáticos de Grande Escala)

[paa@di.fc.ul.pt](mailto:paa@di.fc.ul.pt)

4ª Conferência Da Associação Portuguesa de Sistemas de Informação.  
Porto, 2003.

# Suporte à Intervenção de Operadores no Tratamento de Excepções em Fluxos de Trabalho

## Resumo

O tratamento de excepções em Sistemas de Gestão de Fluxos de Trabalho (SGFT) requer o envolvimento dos diversos níveis organizacionais. Consoante as características da excepção, deve ser determinado o nível organizacional mais apropriado para voltar a colocar o sistema num estado coerente. As técnicas existentes para tratamento de excepções são utilizadas conjuntamente com ferramentas para suportar o envolvimento do operador criando uma plataforma integrada que permita o tratamento de todos os tipos de excepções. A utilização de uma taxionomia para classificação dos diferentes tipos de excepção auxilia o operador na selecção do nível organizacional que deve ser envolvido e na escolha das ferramentas ou técnicas a utilizar no tratamento.

**Palavras chave:** tratamento de excepções, taxionomia de excepções, Sistemas de Gestão de Fluxos de Trabalho

## 1. Introdução

A capacidade de lidar com excepções e falhas é um factor crítico de sucesso na implementação de Sistemas de Gestão de Fluxos de Trabalho (SGFT) {205 Eder & Liebhart 1995}. Esta constatação justifica o desenvolvimento que esta área teve nos últimos anos, em particular na última década em que os SGFT começaram a ter expressão no mercado de aplicações informáticas instaladas. Segundo {77 Saastamoinen 1995}, as excepções chegam a ser responsáveis por cerca de metade do volume de trabalho das organizações.

Diferentes definições para excepções podem ser encontradas na literatura. Desde 1975 que a problemática das excepções é abordada do ponto de vista do desenvolvimento de sistemas informáticos, embora, como é óbvio, numa perspectiva meramente de programação. {169 Goodenough 1975} define as excepções como sendo todas as situações que chamam à atenção do operador. Segundo {151 Luo 2001} as excepções assinalam erros, falhas e outros desvios no sistema. Numa abordagem orientada mais por uma perspectiva organizacional {77 Saastamoinen 1995}, define-as como acontecimentos para os quais a organização não tem regras definidas. A amplitude que se pode constatar na comparação destas definições constitui um indicador da variabilidade do tipo de problemas que se pretende estudar.

Do ponto de vista da abordagem do nosso trabalho, as excepções de fluxos de trabalho são situações não previstas no modelo ou quando existe um desvio entre o modelo e a realidade {151 Luo 2001}.

As excepções têm sido abordadas numa perspectiva de sistema embora esteja a surgir um consenso sobre a necessidade de envolver os utilizadores na recuperação de tipos específicos de excepções. Assim, desenvolvemos uma plataforma com o objectivo de preencher esta lacuna. Esta plataforma é construída com a noção que a intervenção humana tem de ser suportada com informação de qualidade sobre a situação excepcional, sobre o estado do motor de fluxos de trabalho e sobre as possíveis soluções de recuperação.

Tendo em consideração o estado actual do trabalho, este artigo oferece duas contribuições para o tratamento de excepções: uma perspectiva integrada sobre as excepções e o tratamento de excepções considerando três níveis organizacionais (estratégico, tático e operacional) afectados

e as respectivas responsabilidades e funções dos operadores na recuperação (alterações ao modelo, execução ad hoc e manipulação do estado do motor de fluxos de trabalho); e um conjunto de componentes de SGFT necessários para auxiliar e suportar estas funções e responsabilidades: *event handler*, *situation awareness*, *problem characterization* e *recovery toolkit*. Estes componentes estão actualmente a ser validados numa plataforma “open source”.

Este artigo está organizado da seguinte forma: na secção 2 são apresentadas as taxionomias existentes na literatura para classificação de excepções; na secção 3 as técnicas de tratamento de excepções e falhas; a secção 4 apresenta a perspectiva integrada, onde as diferentes técnicas são mapeadas para os níveis organizacionais em que ocorrem e são tratadas; na secção 5 são descritos os componentes que constituem a solução; a secção 6 descreve o estado actual do projecto; e na secção 7 são identificadas as contribuições mais relevantes e discutidos os resultados esperados.

## 2. Taxionomias de Excepções

As taxionomias existentes na literatura podem ser agrupadas em duas perspectivas distintas: de sistema e organizacional. Na próxima secção apresenta-se a perspectiva de sistema e na seguinte a perspectiva organizacional.

### Perspectiva de Sistema

{205 Eder & Liebhart 1995} caracterizam as falhas e as excepções numa única dimensão composta por dois tipos de falhas e dois tipos de excepções:

- Falhas elementares – faltas a nível do sistema de suporte ao SGFT (ex: sistema operativo, SGBD ou faltas na rede);
- Falhas nas aplicações – falhas nas aplicações que implementam as tarefas (ex: entrada inesperada de dados);
- Excepções esperadas – eventos que podem ser previstos durante a fase de modelação mas que não correspondem ao comportamento “normal” do processo. Este tipo de excepções pode ocorrer com frequência e originar uma quantidade de trabalho significativa no tratamento (p. ex., carro alugado que teve um acidente. A empresa tem de reescalonar todos os alugueres do carro e iniciar as diligências necessárias à reparação);
- Excepções não esperadas – quando a semântica do processo não é correctamente modelada no sistema (p. ex., mudanças nas regras devido a alterações legislativas, mudanças estruturais na envolvente da organização ou alteração no processamento de uma compra efectuada por um cliente especial).

{306 Eder & Liebhart 1996} sugerem um mecanismo de propagação para transformar as falhas que não conseguem ser tratadas no nível em que ocorrem em erros de semântica (excepções). Desta forma, do ponto de vista do tratamento, podemos concentrar-nos nas excepções.

As excepções esperadas são situações que podem ser previstas durante a fase de modelação mas que não correspondem ao comportamento “normal” de um processo. Devem ser previstos mecanismos para o tratamento destas situações uma vez que podem ocorrer com frequência {205 Eder & Liebhart 1995}. O exemplo utilizado por {153 Casati, et al. 1999} na descrição de excepções esperadas é o do carro alugado que teve um acidente. O comportamento “normal” do processo corresponde à entrega do carro na empresa, como programado, enquanto que o acidente corresponde ao comportamento ocasional: excepção esperada.

{154 Casati 1998} identifica quatro classes de excepções esperadas de acordo com os eventos que as originam:

- Excepções de fluxos de trabalho – ocorrem no início ou no fim de uma tarefa;
- Excepções dos dados – ocorrem por se alterarem dados relevantes do fluxo de trabalho;
- Excepções temporais – quando um limite temporal é ultrapassado (p. ex., o cliente não entregou o carro na empresa de aluguer na data estipulada);
- Excepções externas – activadas por eventos externos (p. ex., o telefonema do cliente a informar do acidente).

Outra característica importante é o sincronismo da excepção com a evolução do processo. A classe das excepções de fluxos de trabalho é a única síncrona pois acontece na alteração do estado do processo. As excepções assíncronas são difíceis de modelar em diagramas de fluxo pois não é possível inseri-las na evolução do processo.

As excepções não esperadas resultam de inconsistências entre a modelação do processo no fluxo de trabalho e a execução efectiva {154 Casati 1998} – resultam de erros de projecto ou projecto incompleto, melhoramentos ou alterações no negócio ou a necessidades de satisfação dos clientes não previstas durante a fase de modelação. Este tipo de excepções é frequente em ambientes dinâmicos ou complexos. As excepções não esperadas podem obrigar à interrupção da execução automática do processo e à intervenção de um operador {206 Heintl 1998}.

Nas situações em que este tipo de excepções ocorre com frequência deve considerar-se a reformulação do modelo do fluxo de trabalho ou a adopção de outras tecnologias baseadas em trabalho cooperativo ou em sistemas de fluxos de trabalho adaptativos {153 Casati, et al. 1999}.

### Perspectiva Organizacional

{77 Saastamoinen 1995} propõe uma taxionomia baseada na semântica organizacional associada às excepções. Este trabalho define um conjunto de conceitos para a definição de um modelo conceptual que fundamenta a caracterização das excepções nas organizações. De seguida, apresentam-se alguns dos conceitos base mais relevantes e depois descreve-se a taxionomia.

De forma grosseira pode afirmar-se que uma excepção corresponde a uma situação para a qual a organização não tenha regras definidas. Este é o fio condutor deste trabalho. Em primeiro lugar, definem-se os conceitos de evento e regra. Com base nestes conceitos são definidas as regras para determinados tipos de eventos, que formam os diferentes procedimentos organizacionais. Finalmente, é apresentada a definição de excepção.

Um evento é definido como uma porção de trabalho a ser executada numa organização causado pela detecção de um fenómeno ou por um estado do sistema e um tipo de evento como a especificação das características comuns encontradas em certos eventos. As regras têm uma importância crucial neste enquadramento sendo definidas como um método formal de especificar uma recomendação, uma directiva ou uma estratégia, expressa da forma “SE premissa ENTÃO acção” ou “SE condição ENTÃO acção”. Uma regra para tratar um acontecimento é um conjunto ordenado de regras que guiam um actor no tratamento de determinados tipos de eventos de forma exacta e precisa. Um procedimento organizacional é um conjunto ordenado de regras de tratamento de eventos para atingir determinado objectivo de uma organização orientando o tratamento completo de um evento.

Estabelecida a associação entre regra e regras para tratamento de evento definem-se os conceitos de evento normal, trajectória principal e variação que consistem no passo final para a definição de excepção. Um evento normal é um evento com as regras necessárias para detecção e tratamento enquanto a trajectória principal é um procedimento organizacional para os eventos

mais previsíveis de um determinado tipo. A variação é trabalho adicionado à trajetória principal. É um procedimento para eventos menos previstos mas, ainda assim, conhecidos pela organização. Finalmente, uma exceção é definida como um evento que não é tratado pela trajetória principal nem pelo evento de variação.

A definição de regra é mais restrita que a variedade de regras que podem ser encontradas nas organizações, por exemplo, boas práticas de negócio, normas, prescrições, regulamentos, regras empíricas e máximas. No entanto, estes tipos de regras não são suficientemente precisas para estabelecer um modelo de referência. A utilização neste modelo da técnica de representação de conhecimento baseado em regras da área de inteligência artificial é uma aproximação que permite um tratamento objectivo. Em certa medida, os procedimentos e as funções são um tipo de regras que guiam as acções dos computadores.

{77 Saastamoinen 1995} desenvolveu uma taxionomia baseada em estudos empíricos em que os aspectos financeiros e sociais das excepções tiveram uma relevância determinante. Foram definidos 6 critérios diferentes para classificação das excepções:

- Excepcionalidade – diferença entre o evento “normal” e o evento excepcional;
- Atraso de tratamento – intervalo de tempo entre a identificação da excepção e o início do tratamento;
- Quantidade de trabalho – quantidade de trabalho extra para tratamento da excepção em comparação com o evento “normal”;
- Influência organizacional – número de pessoas envolvidas na excepção;
- Causa – uma medida para a importância da razão da excepção;
- Impacto nas regras – número de mudanças nas regras da organização em resultado da excepção

No critério de excepcionalidade foram identificadas três classes: excepções estabelecidas, diferentes e verdadeiras. As excepções estabelecidas ocorrem quando existem regras na organização para tratar o evento mas não se conseguem detectar as apropriadas, as excepções distintas quando a organização tem regras para tratar o evento normal mas que não se aplicam completamente à situação concreta e as excepções verdadeiras quando não existem regras na organização para tratar o evento.

No critério da influência organizacional as excepções são classificadas como funcionário, grupo ou organizacionais quando afectam uma pessoa, um grupo de pessoas que está funcionalmente associado ou, organizacionais, quando afectam mais que um grupo dentro da organização.

Segundo a WFMC {331 Workflow Management Coalition 1999} um modelo organizacional representa as entidades organizacionais e as suas associações e pode incorporar uma variedade de atributos associados às entidades, tais como, capacidades e responsabilidades. Este modelo pode estar representado no sistema e deve ser utilizado na caracterização da influência organizacional.

Ainda segundo a WFMC um processo de negócio é um conjunto de um ou mais procedimentos ligados que realizam colectivamente um objectivo de negócio ou de uma política, normalmente dentro do contexto de uma estrutura organizacional que define regras e relações funcionais. Um fluxo de trabalho é a automação de um processo de negócio, no todo ou em parte, durante o qual, documentos, informação e tarefas são passadas de um participante para outro para acção de acordo com um conjunto de procedimentos. Por estas definições estarem de acordo com o modelo apresentado pode dizer-se que existe compatibilidade entre as duas abordagens.

### 3. Tratamento de Excepções

Como é reconhecido pela literatura mais relevante na área, prever todas as possíveis causas de falhas e excepções durante a fase de concepção é muito difícil ou mesmo impossível e torna os sistemas muito complexos e difíceis de gerir ({204 Eder & Liebhart 1998}, {203 Dayal, et al. 1990}, {154 Casati 1998} e {298 Klein & Dellarocas 2000}). Assim, preparar os sistemas para lidarem com estas situações durante a fase de execução é um factor crítico de sucesso na implementação de SGFT.

Um esforço significativo foi investido no tratamento das falhas e excepções utilizando as técnicas tradicionais dos sistemas de SGBD, ou seja, os mecanismos de processamento de transacções. No entanto, a semântica das tarefas nos SGFT excede largamente os modelos transaccionais. Por exemplo, se o telefonema para um cliente falha por este não atender não é necessário fazer nada de momento; esperar e repetir o telefonema mais tarde talvez seja suficiente. As organizações são ambientes complexos e a aproximação tradicional baseada apenas na integridade e consistência dos dados não constitui um suporte suficientemente sólido para fundamentar uma plataforma capaz de resolver estes problemas {130 Worah & Sheth 1997}.

Apesar das limitações reconhecidas, o sistema de suporte do SGFT deve ser suficientemente robusto e suportar a integridade e consistência dos dados relevantes. De facto, a maioria dos SGBD em comercialização no mercado implementam os mecanismos necessários para reacção em caso de falhas, recuperando o sistema para um estado coerente e permitindo que se volte a executar o fluxo de trabalho {154 Casati 1998}.

Por outro lado, uma tarefa típica pode estender-se por longos períodos de tempo e em ambientes heterogéneos, autónomos e distribuídos existem tarefas implantadas por equipamentos/ferramentas que não funcionam em ambientes transaccionais. Este é o ambiente mais complexo em que as soluções típicas de SGBD não são adequadas.

A semântica do tratamento de erros dos sistemas tradicionais de processamento de transacções é muito rígida para os SGFT ({130 Worah & Sheth 1997} e {151 Luo 2001}). A abordagem transaccional ao tratamento de erros de sistema oferece, geralmente, soluções extremas e onerosas do ponto de vista de trabalho perdido e devem ser evitadas. Os erros de sistema devem ser tratados como excepções esperadas {154 Casati 1998}.

Algumas sugestões para ultrapassar estes problemas consideram a relaxação das propriedades ACID das transacções incorporando mecanismos de compensação para efectuar a recuperação e voltar a executar aumentando a flexibilidade dos sistemas de acordo com as necessidades dos SGFT {151 Luo 2001}. Diversos autores trabalham nestas técnicas: {204 Eder & Liebhart 1998}, {381 Dayal, et al. 1991}, {365 Georgakopoulos, et al. 1996} e {136 Krishnakumar & Sheth 1995}. {130 Worah & Sheth 1997} fazem bom resumo desta área que ficou conhecida como Modelos Transaccionais Estendidos (MTE). Estes modelos apresentam como desvantagens estruturas fixas de controlo e políticas rígidas de compensação. As estruturas fixas de controlo garantem a integridade do sistema apesar da relaxação que se impõe às propriedades ACID. Um exemplo deste tipo de controlo consiste em garantir que apenas alguns processos têm acesso a alterações feitas por outros antes que este as efective através de uma instrução específica (Commit Transaction). A integridade do sistema é garantida assegurando que, caso a transacção seja cancelada, os processos que tiveram acesso às alterações provisórias sejam informados e reajam em concordância. Por outro lado, as políticas rígidas de compensação implementam as tarefas que devem ser efectuadas para voltar a colocar o sistema num estado coerente sempre que uma transacção é cancelada. Em consequência da semântica dos fluxos de trabalho, efectuar apenas a operação tradicional que cancela a transacção na Base de Dados não é suficiente. É necessário efectuar determinadas operações para compensar acções previamente executadas. O sistema deve prever, para cada transacção cancelada e consoante as acções já

executadas em função da evolução que apresentava a tarefa, o conjunto de acções de compensação a executar. Este acoplamento rígido entre as acções de compensação e as transacções tornam o sistema pouco flexível e de difícil manutenção.

Outros autores propuseram a adopção de SGFT dinâmicos para reacção às excepções em tempo real. O operador, na presença de uma excepção, pode alterar o sistema criando uma trajetória alternativa para o processo que tem a excepção ou para todas as instâncias em execução no sistema alterando assim a definição do processo. Estas alterações levantam problemas complexos à consistência do sistema ({252 Ellis, et al. 1995}, {310 Aalst 1999}, {371 Reichert & Dadam 1998} e {258 Myers & Berry 1999}).

Em {203 Dayal, et al. 1990} e {381 Dayal, et al. 1991} os autores, reconhecendo a estrutura fixa de controlo e a política rígida de compensação dos MTE, desenvolveram as regras Evento Condição Acção (ECA) para desacoplar a detecção e o tratamento das excepções da execução do fluxo de trabalho aumentando a flexibilidade da abordagem. Casati descreve um sistema para tratamento de excepções esperadas baseado nas regras ECA. A linguagem Chrimer-Exc é utilizada na especificação das excepções melhorando as características do SGFT na detecção e no tratamento automático das excepções {153 Casati, et al. 1999}.

{299 Luo, et al. 2002} descreve um sistema que utiliza raciocínio baseado em casos para derivar padrões de tratamento de excepções. Uma medida de semelhança é calculada para identificar o padrão na base de conhecimento mais próximo da excepção e determinar a acção apropriada para tratamento do caso específico. O sistema implementa um modo de intervenção humana para permitir o tratamento de casos totalmente novos ou para definir novas acções para um caso específico.

{298 Klein & Dellarocas 2000} desenvolveram um sistema baseado em conhecimento que incorpora “sentinelas” no modelo do sistema para identificar automaticamente as excepções. Durante a execução, quando é detectada uma excepção, o sistema procura na base de conhecimento uma situação semelhante e propõe uma acção apropriada ao operador. Este sistema está orientado para os processos de coordenação e não para os processos de produção de uma organização.

Apesar de todos estes esforços para tratar automaticamente as excepções a maioria dos autores reconhece os limites das soluções propostas, quer ao proporem a interrupção da execução e integração de mecanismos manuais ({204 Eder & Liebhart 1998}, {298 Klein & Dellarocas 2000} e {299 Luo, et al. 2002}), quer afirmando explicitamente que em algumas situações a função dos humanos é crucial para recolher informação específica ao processo que não está disponível ao SGFT {206 Heintz 1998}.

Parece impossível incluir semântica específica da tarefa numa plataforma de recuperação genérica uma vez que o comportamento das tarefas é ortogonal ao processo de fluxo de trabalho. {130 Worah & Sheth 1997}. {154 Casati 1998} afirma explicitamente que as excepções não esperadas devem ser tratadas por humanos uma vez que não foram previstas durante a fase de modelação. {299 Luo, et al. 2002} também reconhecem a necessidade de envolvimento humano quando uma rotina de tratamento de excepções não pode ser automaticamente obtida.

De acordo com {206 Heintz 1998}, o SGFT apenas tem informação sobre o processo que foi definido durante a fase de modelação não tendo a capacidade de identificar as situações em que o processo real difere do previsto. Nestas situações, apenas um humano com uma perspectiva global do sistema pode identificar as discrepâncias e definir o mecanismo de tratamento apropriado.

Para completar a revisão é importante mencionar dois estudos que alargam a perspectiva do tratamento de excepções. {201 Guimarães, et al. 1997} propõem uma arquitectura integrada de processos de coordenação formais e informais. Quando o sistema identifica que não é possível

prosseguir com a execução do processo, recolhe toda a informação relacionada com a situação concreta e gera um sinal de interrupção de fluxo. Este sinal inicia uma ferramenta com capacidade de seleccionar a técnica cooperativa mais apropriada ao tratamento da excepção. {77 Saastamoinen 1995} apresenta uma solução baseada na semântica organizacional em que redes de Petri, fora do contexto dos SGFT, definem as reacções aos diversos tipos de excepções. Estes diagramas devem ser interpretados como a reacção global da organização à excepção.

#### 4. Perspectiva Integrada

Da discussão anterior podemos concluir que um sistema com capacidade para tratar todos os tipos de excepções deve ser constituído por uma plataforma integrada que envolva os diferentes níveis do sistema organizacional afectados pelas excepções. Por outro lado, devem ser implementadas as diferentes técnicas existentes na literatura para que o sistema seja tão completo quanto possível. Estas técnicas têm um âmbito de aplicação específico com uma correspondência no nível do sistema organizacional onde devem ser tomadas em consideração. Propõe-se o enquadramento apresentado na figura 1.

<b>Nível estratégico</b> – excepções não esperadas (estabelecidas, distintas, verdadeiras/ empregado, grupo e organização)
<b>Nível tático</b> – excepções esperadas (fluxo de trabalho, dados, temporais e externas)
<b>Nível operacional</b> – falhas elementares e de aplicações

Figura 1 – Correspondência entre os diferentes níveis e as excepções

Em função da causa e do impacto da situação excepcional, o mecanismo de recuperação apropriado e no nível mais adequado deve ser invocado. É ainda previsto um mecanismo de propagação que permita que a falha/excepção seja tratada num nível diferente, caso pretendido. Como é descrito mais à frente, o mecanismo de propagação pode ser iniciado automaticamente pelo sistema ou, manualmente, por um operador que identifica a necessidade de alterar o nível em que a excepção deve ser tratada.

Outro factor importante na perspectiva integrada é a associação de todas as excepções a uma pessoa responsável. Desta forma, pretende-se evitar que as excepções se “percam” no sistema sem que nenhuma pessoa possa ser responsabilizada. O mecanismo de propagação permite que seja alterado o responsável associado à excepção.

Vamos agora descrever os níveis do sistema organizacional em que as diferentes técnicas encontradas na literatura para o tratamento de excepções devem ser invocadas. O mecanismo de propagação é accionado sempre que uma excepção não consegue ser tratada no nível em que ocorreu. De seguida, apresentamos a nossa abordagem para o envolvimento dos utilizadores no tratamento de situações não solucionadas pelas técnicas descritas anteriormente. No final desta secção, comparamos os métodos encontrados na literatura que prevêm o envolvimento dos utilizadores com a nossa perspectiva integrada.

As falhas elementares e de aplicação são tratadas no nível operacional onde as técnicas tradicionais de processamento transaccional podem ser suficientes para voltar a colocar o sistema num estado coerente e prosseguir a execução sem intervenção do operador. Quando estas técnicas não são suficientes para resolver o problema, o evento é propagado para o nível tático, e a falha é convertida em excepção externa.

No nível tático, o SGFT pode tratar automaticamente as excepções de diferentes formas, por exemplo, utilizando as técnicas MTE {204 Eder & Liebhart 1998}. Os diversos trabalhos

efectuados em fluxos de trabalho adaptativos que se ajustam a este nível devem aumentar a flexibilidade do sistema e melhorar a sua capacidade de se adaptar a situações reais no tratamento de excepções esperadas. Neste nível, a contribuição dos operadores é possível mas limitada à produção da informação necessária à aplicação das técnicas de tratamento de excepções (p. ex., compensação, voltar a tentar, ignorar, etc.). Os trabalhos desenvolvidos por {153 Casati, et al. 1999}, por {299 Luo, et al. 2002} e por {298 Klein & Dellarocas 2000} devem ser tomados em consideração neste nível pois contribuem para o tratamento das excepções esperadas.

Eventualmente, se nenhuma das técnicas implementadas neste nível for capaz de tratar o evento, este deve ser propagado para o nível estratégico onde uma excepção não esperada deve chamar a atenção de um operador.

Sempre que o sistema não tem possibilidade de identificar a situação excepcional o evento deve ser introduzido por um operador e classificado como excepção não esperada.

Embora diversos autores tenham apresentado alguns métodos para incorporar o envolvimento do operador no tratamento de excepções pensamos que o problema ainda não foi abordado de forma completa. {204 Eder & Liebhart 1998} descrevem um sistema que prevê o envolvimento do operador de duas formas distintas: (1) extensão ad hoc, em que o utilizador pode suspender a execução de uma tarefa e escolher trajectórias alternativas ou alterar o modelo do processo; e (2) refinamento ad hoc, em que o utilizador interrompe uma tarefa para executar uma ou mais actividades e prosseguir então com a tarefa interrompida. Embora os autores integrem este modelo na sua plataforma acreditamos que deve ser enriquecido através da disponibilização de ferramentas/métodos que suportem e auxiliem o utilizador na manipulação do ambiente em que trabalha.

Em {299 Luo, et al. 2002} é apresentada uma interface para suportar a intervenção do operador. Uma excepção marcada como requerendo a intervenção do operador é submetida à atenção de um especialista que pode escolher uma solução candidata de entre as propostas pelo sistema ou escrever uma nova. De forma a reagir a excepções não esperadas, o sistema é notificado por um sinal externo e gera um sinal de interrupção interno. No entanto, não é claro como este mecanismo é implementado nem como o sistema pode reagir para qualquer tipo de excepção não esperada. Mais ainda, não é previsto nenhum mecanismo de suporte que forneça uma perspectiva global do sistema nem uma ferramenta para alterar a definição do processo.

Convém ainda notar que embora a intervenção do operador seja considerada nos níveis tático e estratégico apenas neste último se prevêem intervenções mais dramáticas ao SGFT. Este assunto será discutido em mais detalhe na próxima secção.

## 5. Proposta de Uma Plataforma

Nesta secção propomos um sistema que suporta a intervenção do operador no tratamento de excepções não esperadas. A interacção entre o SGFT e o operador é suportado pelos seguintes componentes:

**Event handler** – este componente é responsável por lançar o mecanismo de recuperação sempre que uma excepção é detectada e se identifica a necessidade de intervenção de um operador. Interage com o utilizador para apresentar as propagações efectuadas na excepção (p. ex., uma falha elementar que se propaga numa excepção externa ou uma excepção de grupo que se propaga numa excepção de organização);

**Situation awareness** – este componente é responsável por obter e apresentar informação genérica sobre o estado do fluxo de trabalho e do motor. Em particular, lista as tarefas em execução no fluxo de trabalho, o seu estado e outra informação de carácter geral, nomeadamente os objectivos. Permite ainda que o operador identifique as tarefas afectadas pela excepção;

**Problem characterization** – este componente utiliza o critério definido por Saastamoinen para obter do utilizador a informação necessária para classificar a excepção como estabelecida, distinta ou verdadeira. Permite ainda a classificação da influência organizacional da excepção (empregado, grupo ou organização). Os restantes critérios são introduzidos à posteriori por razões históricas;

**Recovery toolkit** – com base na identificação da situação e na caracterização do problema, este componente oferece um conjunto de ferramentas que podem ser combinadas pelo utilizador para manipular o projecto, a execução do processo e o estado do motor de SGFT. Prevê-se a seguinte colecção de ferramentas:

- Estado do motor – começar/terminar e suspender/reiniciar diversas tarefas. Propagar as excepções para outros utilizadores. Alterar informação sobre a excepção, p.ex., dados relevantes do processo ou participantes do fluxo de trabalho;
- Execução do processo – suporta extensões e refinamentos ad hoc às instâncias de processo afectadas pela excepção. Aplicação de alterações de projecto de acordo com especificações;
- Projecto – alterar uma ou mais definições de processo quer sejam ou não afectadas pela excepção. Definir quando e como estas alterações têm efeito (uma/várias instâncias, imediatamente ou após terminar).

O utilizador pode executar em qualquer ordem múltiplas acções de cada uma das ferramentas descritas. A heurística utilizada para propor a melhor solução de acordo com a caracterização é: excepções distintas são tratadas por extensões ou refinamentos ad hoc aplicados às instâncias afectadas; excepções estabelecidas são tratadas através da instanciação de processos já definidos; e excepções verdadeiras requerem alterações de processos ou possivelmente o envolvimento de outros utilizadores. Se, nos dois primeiros exemplos a influência organizacional é toda a organização a solução tem de ser coordenada com outras áreas.

## 6. Estado do Projecto

Foi seleccionado o projecto OpenSymphony {396 The OpenSymphony project 2003} para implementar este projecto.

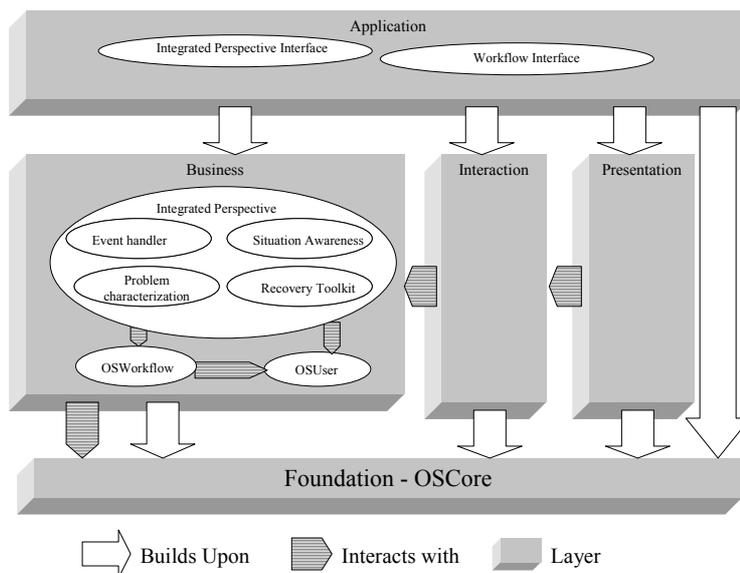


Figura 2 – Arquitectura dos componentes do OpenSymphony

O OpenSymphony é um projecto “open source” baseado na plataforma J2EE. É constituído por EJB (Enterprise Java Beans) nos componentes funcionais e por um nível compatível com os programas de acesso à Internet (Web-tier) para interface com os utilizadores. Todos os componentes são independentes da plataforma, do SGBD e do servidor de aplicações.

A figura 2 representa os 5 componentes da arquitectura do OpenSymphony. O nível *Foundation* contém um conjunto de bibliotecas nucleares utilizadas pelos restantes níveis. Os componentes *Business* implementam as funções de negócio, em especial o motor do fluxo de trabalho. O nível *Interaction* permite que aplicações compatíveis com a Internet interajam com os componentes de sistema e o nível *Presentation* auxilia na apresentação final da página Web. Finalmente, o nível *Application* apresenta a interface da aplicação com o utilizador. Na figura estão representados os componentes da perspectiva integrada descritos na secção anterior.

A especificação do fluxo de trabalho é efectuada através de ficheiros XML e não por interfaces gráficas para aumentar a flexibilidade de adaptação a alterações na definição do processo. O motor de fluxos de trabalho é baseado no princípio da máquina de estados finita em que cada etapa é representada por uma combinação de StepID e estado. Uma transição não pode ocorrer sem que uma acção ocorra primeiro. O motor suporta funções baseadas em Java, scripts BeanShell e scripts Bean Scripting Framework (BSF).

Estes componentes base da plataforma em conjunto com a capacidade de coexistir com outras plataformas orientaram a decisão da selecção desta plataforma.

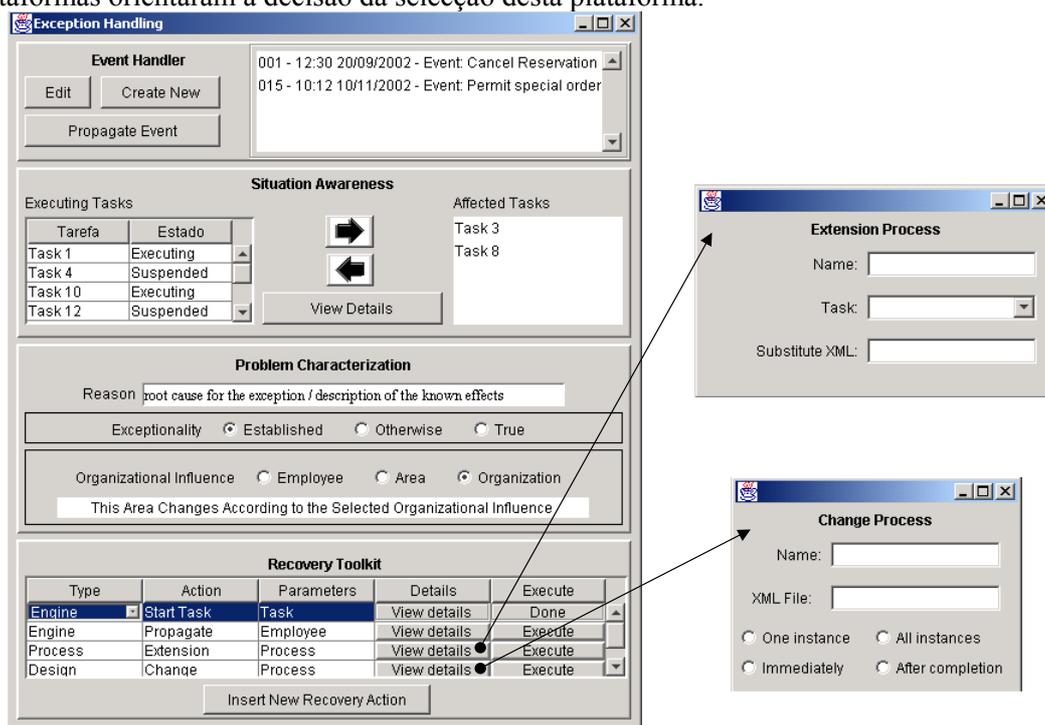


Figura 3 – Interface de tratamento de excepções

Na figura 3 apresenta-se a interface com o utilizador da nossa perspectiva integrada onde se realçam os quatro componentes necessários ao suporte do tratamento de excepções.

O utilizador pode verificar a lista de propagações na área Event Handler. A interface apresenta propagações para os níveis superiores e para os níveis inferiores em que estas últimas apenas ocorrem por selecção do operador.

Na área Situation Awareness o utilizador vê todas as tarefas em execução no sistema (lado esquerdo). Seleccionando as tarefas afectadas pela excepção e carregando na seta da direita estas mudam para a lista da direita. Desta forma o utilizador identifica todas as tarefas em execução que são afectadas por esta excepção. Sempre que necessário, os detalhes específicos da tarefa podem ser verificados/modificados.

A área Problem Characterization permite a selecção das características da excepção de acordo com a nossa abordagem. Nesta fase apenas a excepcionalidade e a influência organizacional são consideradas. As quatro restantes características (atraso de tratamento, quantidade de trabalho, causa e impacto nas regras) apenas podem ser aferidas no final do tratamento da excepção para registo histórico. Na zona de influência organizacional existe uma área que se altera de acordo com a selecção de forma a permitir a escolha do nome de um empregado específico, do líder da equipa (influência de grupo) ou de todos os responsáveis dos departamentos afectados (influência na organização). Existe ainda a possibilidade de enviar mensagens de correio electrónico para todas as pessoas envolvidas na excepção.

Na área Recovery Toolkit o utilizador pode decidir a(s) acção(ões) de recuperação que implementa neste caso específico. Como se observou atrás, pode ser utilizada qualquer combinação das acções definidas embora o sistema possa propor algumas. Nas colunas “type”, “action” e “parameters” o utilizador selecciona uma opção dentro de uma lista.

## **7. Trabalho Futuro e Resultados Esperados**

Está a ser desenvolvido um protótipo para implementar a plataforma descrita. O protótipo será testado em simulação para aferir a sua aplicabilidade, flexibilidade e robustez. De seguida, o protótipo será testado em situações reais para completar o estudo com situações que não são previsíveis em simulação (com particular destaque para a facilidade de utilização e aplicabilidade do protótipo).

Com este trabalho, esperamos ainda contribuir para melhorar a plataforma OpenSymphony, permitindo que os componentes de fluxos de trabalho se adaptem a situações reais em que as excepções não esperadas são um problema com impacto significativo.