

1 Introdução

Existem sérios riscos envolvidos na operação de unidades *offshore*, ocorrendo muitos desastres que não apenas podem causar fatalidades e danos ambientais sérios como têm forte impacto nos negócios. As empresas podem sofrer prejuízos da ordem de bilhões de dólares com a perda de uma unidade *offshore*, e muito maiores do que isso em consequência da interrupção da produção de petróleo. A Petrobras, por exemplo, perderia US\$ 700 milhões com a perda da plataforma *offshore* P-40 e mais de US\$ 6 bilhões por não produzir 150.000 barris de petróleo em três anos.

Entre os piores desastres houve o do navio-tanque Exxon Valdez, no Alasca, EUA, em 1989, que acarretou custos diretos com tratamento e limpeza de 4 a 8 bilhões de dólares e 10 anos de esforços para permitir que o ecossistema fizesse a área retornar a seu estado natural. Em 1988, o desastre da plataforma de petróleo Piper Alpha, no Mar do Norte, causou 167 mortes.

A Petrobras também enfrentou dois acidentes de grande porte no início desta década. Em 2001, a P-36, a maior plataforma semi-submersível do mundo, com 40 andares de altura e pesando 31.000 toneladas, afundou matando 11 empregados e interrompendo uma produção diária de 84.000 barris de petróleo e 1,3 milhão de metros cúbicos de gás natural. Em 2002, a unidade FPSO (*Floating Production, Storage and Offloading* – Produção, Armazenamento e Descarregamento Flutuante) P-34, com uma produção diária de 35.000 barris e capacidade de armazenamento de 58.000 m³ de óleo, pesando 62.000 toneladas, sofreu um problema de estabilidade e quase afundou, interrompendo imediatamente as operações. Desta vez, a Petrobras conseguiu salvar a unidade sem perda de vidas.

Como resultado direto desses acidentes em grande escala, as empresas de óleo e gás costumam tomar medidas em dois sentidos principais: um com o objetivo de corrigir e aprimorar os procedimentos operacionais, e um segundo que visa elaborar uma série de projetos para melhorar o nível tecnológico da empresa,

visando minimizar o risco de acidentes futuros. O processo de aprendizagem organizacional das empresas também tem melhorado o nível de proteção ao meio-ambiente e garantido maiores padrões de segurança operacional para os empregados e as instalações (Costa, 2004).

Considerando o segundo aspecto mencionado acima e a importância de minimizar os impactos dos desastres, verificamos a necessidade de desenvolver uma arquitetura de sistema capaz de permitir que as pessoas trabalhem conjuntamente como uma equipe virtual, permitindo-lhes explorar vários planos de resgate e chegar rapidamente a um consenso.

Muitas empresas têm criado equipes virtuais que congregam empregados geograficamente dispersos com capacidades complementares, o que vem aumentando a demanda por aplicações CSCW (*Computer Supported Cooperative Work* – Trabalho Cooperativo Assistido por Computador). Para tornar mais efetivo o desenvolvimento de uma vasta gama dessas aplicações colaborativas, seria necessário oferecer uma arquitetura geral adaptável a diferentes situações, tarefas e configurações, de forma flexível. A motivação para este trabalho foi portanto a necessidade de se desenvolver um espaço de trabalho virtual colaborativo para a gestão de desastres de estruturas *offshore* de óleo e gás de uma empresa global (Russo et al., 2004) – veja o Apêndice B.

1.1. Motivação

A Petrobras, uma das empresas do ramo de óleo e gás que têm procurado empregar processos e tecnologias eficientes em resposta a incidentes recentes, vem realizando ações importantes para garantir a segurança. Por exemplo, em 2000, a Petrobras lançou o Programa de Excelência em Gestão Ambiental e Segurança Operacional (PEGASO), com um investimento de 1,7 bilhão de dólares e o desenvolvimento de 4.000 projetos em 4 anos (Petrobras, 2004). Como resultado direto do acidente com a P-36, a comissão de inquérito recomendou a implementação de outro Programa de Excelência Operacional (PEO), específico para unidades de produção *offshore* (Petrobras, 2001).

Entretanto, a implementação desses processos passa por reunir um grande número de grupos e recursos diversos e geograficamente distribuídos, de modo a

se tomar decisões apropriadas em um curto espaço de tempo. Tais grupos são compostos por muitos especialistas técnicos e responsáveis pelo processo decisório, como engenheiros navais, engenheiros estruturais, analistas de *risers* e oceanógrafos, além de gerentes e diretores. Tipicamente, um grupo decisório de nível alto trabalha desde a unidade operacional, e a equipe técnica desde uma base em terra próxima do desastre, da sede da empresa e/ou de vários centros de pesquisa. Esses grupos precisam estar em comunicação constante com os operadores que estão dentro da unidade, os mergulhadores e a equipe de segurança, além de, ocasionalmente, com especialistas em trânsito para executar o plano de contingência. A principal missão da equipe técnica nessas situações consiste em apresentar rapidamente uma solução para estabilizar a unidade, por meio da execução de diversos programas de simulação que levam em conta ondas, ventos, correntes e outras forças que agem sobre a unidade. Os membros da equipe técnica também podem estar distribuídos em diversos locais, conectados a vários centros de pesquisa e à sede.

Tendo em vista todos esses requisitos, há a necessidade de se desenvolver uma arquitetura de sistema capaz de permitir que as pessoas trabalhem conjuntamente como uma equipe virtual, permitindo-lhes explorar vários planos de resgate e chegar a um consenso. O objetivo desta tese é, portanto, explorar como as tecnologias de trabalho colaborativo podem dar assistência a esse processo de tomada de decisões e formação de consenso. Desse modo, elaboramos um metamodelo de multi-perspectiva para dar suporte à configuração desse espaço de trabalho virtual colaborativo.

1.2. Metas e Objetivos

A principal meta deste trabalho consiste em investigar como um ambiente de trabalho distribuído pode assistir na gestão de desastres congregando equipes técnicas geograficamente dispersas. Especificamente, esta pesquisa enfoca um espaço de trabalho distribuído para que grupos técnicos operem como uma equipe virtual colaborativa, explorem diversas opções de simulação e comuniquem seus resultados aos responsáveis por tomar as decisões.

Essa meta será alcançada por meio dos seguintes objetivos:

- elaboração de um levantamento:
 - identificação dos requisitos do espaço de trabalho distribuído, a partir dos participantes envolvidos em um cenário de desastre;
 - análise dos sistemas de emergência comerciais disponíveis;
- elaboração de um metamodelo para configurar espaços de trabalho virtuais colaborativos;
- condução de um estudo para analisar os sistemas distribuídos mais importantes;
- definição de um ambiente de trabalho distribuído baseado nesse metamodelo para que a equipe técnica reúna os esforços de contingência.

1.3. Estrutura da Tese

A seqüência de capítulos desta tese está organizada como se segue.

No Capítulo 2 são estipulados os requisitos necessários a partir de dois estudos de caso da Petrobras: o da P-36 e o da P-34. É apresentado ainda, de forma resumida, um levantamento dos principais sistemas de emergência comerciais disponíveis, identificando-se a necessidade de se desenvolver uma arquitetura de sistema capaz de congregiar os recursos distribuídos presentes em um cenário de contingência, em especial simuladores distribuídos sendo executados em sistemas de visualização de alto desempenho. Tal arquitetura deve poder oferecer comunicação síncrona entre equipamentos diferentes, tendo a co-localização virtual como uma de suas características, constituindo assim um espaço de trabalho virtual colaborativo para a gestão de desastres.

No Capítulo 3 é elaborado um metamodelo de multi-perspectiva que ajudará a definir e configurar a arquitetura do espaço de trabalho virtual colaborativo. Demonstramos também como os modelos derivados desse metamodelo podem ser reconfigurados para se adequar a novas situações, o que é particularmente importante em cenários de contingências.

No Capítulo 4 é apresentado um estudo sobre as principais tecnologias empregadas no desenvolvimento de ambientes distribuídos, a partir das abordagens de *middleware* e ambientes virtuais distribuídos específicos.

Selecionamos duas dessas tecnologias para validar nosso metamodelo: HLA (*High Level Architecture*) e InfoGrid.

No Capítulo 5, derivamos um primeiro modelo para a gestão de desastres envolvendo estruturas *offshore* de óleo e gás com base em nosso metamodelo de multi-perspectiva. Desenvolvemos ainda um protótipo compatível com HLA como prova do conceito do metamodelo e discutimos como o protótipo pode ser implementado utilizando o InfoGrid. Ainda com relação à aplicação para gestão de desastres, apresentamos um segundo modelo e seu protótipo, mostrando que é possível derivar diferentes modelos de uma mesma aplicação. Finalmente, para validar a generalidade do metamodelo, esboçamos um modelo para outra aplicação: visualização CAD (*Computer-Aided Design* – Projeto com Auxílio de Computador) em ambientes virtuais.

No Capítulo 6 são apresentadas as conclusões e possíveis trabalhos futuros.

No Apêndice A, relatamos as entrevistas que foram realizadas ao longo da elaboração deste trabalho.

No Apêndice B, são reproduzidos quatro artigos já elaborados sobre este trabalho e o resumo da palestra apresentada durante uma oficina internacional.

Finalmente, no Apêndice C, apresentamos algumas telas do protótipo compatível com HLA que foi desenvolvido.