

# INTEGRAÇÃO DA ATIVIDADE DE PESCARIA EM POÇOS DE PETRÓLEO ATRAVÉS DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

**Albino Lopes d'Almeida**<sup>1</sup>

Av. República do Chile, 65 - Sala 401-C  
CEP: 22031-912 Rio de Janeiro/RJ Brasil  
Telefone: (21) 2534-2219  
E-mail: [albinold@petrobras.com.br](mailto:albinold@petrobras.com.br)

<sup>1</sup> Petróleo Brasileiro S/A , PETROBRAS / FINPROJ / AEF – PETROBRAS  
CEP: 22031-912 Rio de Janeiro/RJ Brasil

## **Resumo:**

Pescaria é uma atividade imprevista que pode ocorrer durante a perfuração ou produção de um poço de petróleo. É um acidente, e portanto indesejado e dispendioso, que provoca custos elevados: no Brasil tem atingido valores anuais da ordem de US\$ 40.000.000.

O processo associado à pescaria é composto por várias etapas que vão desde a prevenção de acidentes, passando pela determinação da causa, a escolha da técnica mais adequada, o cálculo de tempo econômico da operação, o dimensionamento de pessoal e equipamentos, até a aquisição dos dados de poço em tempo real.

Este trabalho apresenta a utilização da Tecnologia da Informação (TI) integrando as diversas etapas do processo “Pescaria”. São vários produtos associados para atingir esse objetivo, utilizando recursos como: Bancos de Dados Distribuídos, Sistemas Especialistas, Multimídia, Pesquisa Operacional, Automação e Técnicas de Decisão.

**Palavras-chave:** Tecnologia da informação, petróleo, pescaria.

## INTEGRAÇÃO DA ATIVIDADE DE PESCARIA EM POÇOS DE PETRÓLEO ATRAVÉS DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

### 1 - Introdução

Nos últimos anos, as mudanças ocorridas nas relações de produção e nos métodos de organização do trabalho em todo o mundo têm sido extremamente intensas e rápidas. Hoje vivemos uma realidade nova, há um processo crescente de globalização, com a mundialização e integração de mercados. Formam-se conglomerados empresariais transnacionais com múltiplas atividades, cobrindo grande variedade de produtos e serviços.

Isso acirra a competitividade e a busca por qualidade e produtividade. E, ao mesmo tempo em que se estabelecem novas formas de cooperação (formação de alianças e criação de blocos econômicos), fragmentam-se mercados através da customização. E a necessidade de atender à diversidade de sub-culturas envolvidas põe em destaque a comunicação.

Novas tecnologias surgem com maior frequência, provocando transformações em períodos cada vez menores. Configura-se uma mudança do tradicional paradigma industrial para outro baseado na apropriação contínua de inovações tecnológicas, que afetam os padrões de competição e até a estrutura do negócio.

É cada vez mais difícil se obter vantagens competitivas, pois os custos de desenvolvimento são elevados e os tempos admissíveis de maturação dos projetos mais curtos. Daí o foco na capacitação e aproveitamento dos conhecimentos nucleares (*core competences*) numa cultura cada vez mais voltada para resultados.

É neste ambiente que o uso adequado e criativo da Tecnologia da Informação (TI) torna-se ainda mais importante, como forma de gerar vantagens competitivas e agregar valor aos produtos demandados pelos clientes. A TI passa a ser parte integrante do negócio, sendo um recurso estratégico que auxilia a formulação de políticas, cria novas oportunidades e age como facilitador para o alcance de objetivos empresariais. É um enfoque abrangente, que visa a adaptação externa e a integração interna (Boar,2002).

Envolve, em geral, uma infra-estrutura de computadores e redes para agilizar o fluxo de informações e aumentar a capacidade de comunicação, tanto interna quanto externa; e uma arquitetura de sistemas abrangente e que disponibilize informações em volume e qualidade adequados à execução dos processos e à melhoria do processo decisório.

Obviamente não é um processo simples ou tranquilo, por vezes é dramático. Ele modifica processos, produtos, controles, fatias de mercado, relações internas de poder e formas de trabalho. E afeta a sociedade como um todo, as empresas e os indivíduos (automação, terceirização, surgimento de funções como a de analista de negócios, migração de postos de trabalho industriais para serviços, empregabilidade, etc...).

Neste trabalho apresentamos a experiência da utilização da TI na atividade de pescaria, visando atingir os objetivos anteriormente indicados.

## **2 - A Atividade de Pescaria**

Pescaria é uma atividade que tem por objetivo retirar do poço qualquer objeto - o peixe - que impeça as operações normais. Este peixe pode variar desde um pequeno corpo metálico de poucos centímetros (mordente de cunha ou insertos de broca) até toda uma coluna de perfuração com milhares de metros de tubos de aço. O tempo de resolução dos problemas também é muito variável, podendo ser de alguns minutos até vários meses; e, por vezes, sem que a pescaria seja bem sucedida, resultando na perda do peixe e do trecho (ou totalidade) do poço.

O acidente pode ser oriundo de condições adversas de trabalho, falhas mecânicas ou humanas. No primeiro grupo incluem-se pressões anormais, desvios acentuados ou desmoraamentos. São falhas mecânicas as oriundas de equipamentos com resistência efetiva a esforços inferior à nominal, ou rompimento por fadiga. E são falhas humanas: negligência ou imperícia com pequenos objetos próximos ao poço, operação com parâmetros excessivos, manutenção deficiente e fluido de perfuração em condições inadequadas (hidráulica do poço ineficiente).

Muitas vezes a determinação da causa da pescaria é óbvia, como no caso de quebra, queda ou desenroscamento de parte da coluna. No entanto quando ocorre uma prisão de coluna esse diagnóstico não é tão simples. Ela pode ficar presa devido a restrições geométricas do poço (redução de diâmetro ou abruptas variações de inclinação), desmoraamento das formações anteriormente perfuradas, diferencial de pressão entre o poço e as formações penetradas (provocando a aderência dos tubos à parede do poço), etc. A obtenção rápida e correta do diagnóstico é fundamental, sob pena de complicações operacionais e grande aumento no tempo de resolução do acidente e, conseqüentemente, do seu custo.

Pescaria é o tratamento de um acidente, atividade indesejada e dispendiosa, que provoca custos elevados, atingindo valores anuais da ordem de US\$ 500 milhões em todo o mundo. A principal parcela corresponde ao custo de sonda parada, tão maior quanto mais sofisticada e moderna é a sonda. A atividade demanda um eficiente apoio de logística para a rápida movimentação e colocação de pessoal e ferramentas nas unidades em acidente, bem como serviços de manutenção e instrumentação.

Os operadores, conhecidos por pescadores, executam também outros tipos de serviços especiais, dentro da filosofia de polivalência. O índice de sucesso na Petrobras situa-se acima de 95%.

O processo associado à pescaria é composto por várias etapas que vão desde a estruturação da atividade com o dimensionamento de pessoal e equipamentos, passando pela prevenção de acidentes, determinação da causa, escolha da técnica de solução mais adequada, cálculo de tempo econômico da operação, até a aquisição dos dados de poço em tempo real.

É uma tarefa com múltiplas possibilidades, que envolve imprevisibilidade e trabalhos de arbitragem, implicando numa ampliação de operações mentais e cognitivas. Demanda abstração, atenção, responsabilidade, cooperação, decisão e comunicação. Devido a isso foi criado um processo contínuo, permanente e coletivo de aprendizagem, visando a aquisição de novos conhecimentos e habilidades, e a retenção dos já dominados. Estimula-se a formação de modelos mentais, o pensamento sistêmico e visões compartilhadas (Sveiby,1998).

Pescaria depende fundamentalmente de atualização tecnológica, capacitação contínua de seus profissionais, integração das várias regiões (volume de serviço e economia de escala para ocorrências irregulares) e disponibilidade de informações rápidas e confiáveis.

Nos itens a seguir apresentamos a utilização da Tecnologia da Informação (TI) integrando as diversas etapas do processo “Pescaria”, visando atingir os objetivos anteriormente indicados.

O diagrama da figura 1 representa o relacionamento entre eles.

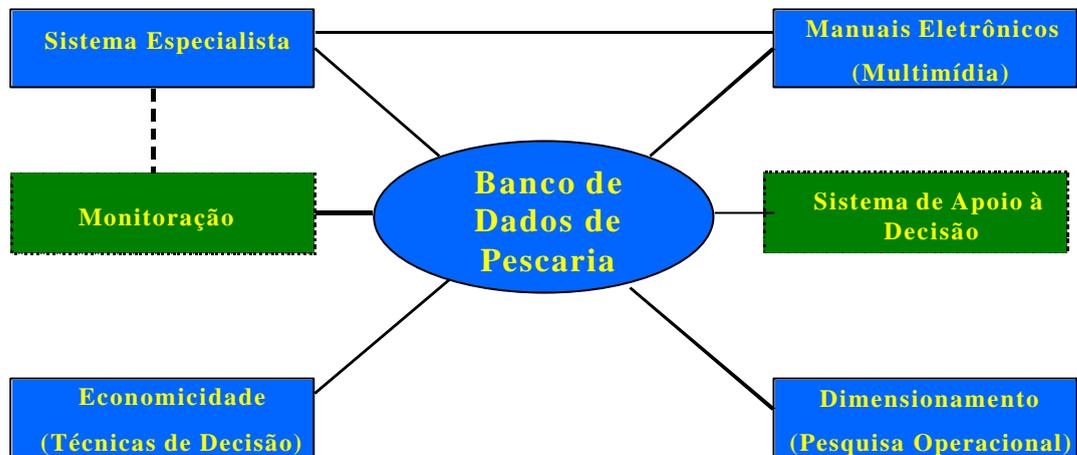


Figura 1 - Produtos de Tecnologia da Informação na atividade de Pesca

### 3 - Banco de Dados de Pesca

É o elo básico de toda a cadeia de informações da atividade, disponibilizando dados para todos os demais produtos. Cobre todas as operações de pesca realizadas a partir de 1/1/1989, num acervo de mais de 5000 eventos.

Devido às características de ampla dispersão geográfica e da necessidade freqüente de intercâmbio de equipamentos e informações, o sistema é único, mas distribuído, com alimentação descentralizada, realizada nas unidades operativas regionais, pelo próprio técnico executor (ou seu supervisor), logo após a conclusão da operação.

O banco é integrado com o dos outros serviços especiais, já que compartilham a mesma filosofia e as bases de ferramentas, de pessoal e tabelas operacionais. Isto permite o acompanhamento do desempenho dos técnicos, monitorando seus resultados, tipos de acidentes já dominados e subsidiando programas de treinamento e reciclagem.

Quanto às ferramentas, há um acompanhamento individualizado de mais de 3000 itens (de aproximadamente 80 tipos), disponibilizando dados cadastrais (dimensões, conexões, fabricante, modelo, custo e data de aquisição), atualizando os de utilização e localização; e apoiando programas de manutenção, substituição e custos, em função da vida útil.

Na parte específica de pescaria são contemplados dados sobre a operação em si, características de poço e sonda, custos, tempos consumidos, serviços extras (*string-shot, free point*) e descrição de procedimentos operacionais.

São empregadas tabelas de causas de acidente e resultados de operação, que permitem a unificação de critérios, o tratamento estatístico e a obtenção de indicadores de desempenho. Essas mesmas tabelas são comuns a outros produtos, como o sistema especialista e a determinação de economicidade de pescaria, apresentados a seguir. Todas as informações são consolidadas na sede, no Rio de Janeiro, possibilitando a avaliação global do desempenho da atividade (D'Almeida,1990).

Embora o banco tenha sido projetado numa filosofia de banco relacional, sua primeira versão estava residente numa plataforma antiga, pouco flexível e já obsoleta. As dificuldades eram minoradas pela transferência da base de dados para microcomputadores, onde podia ser manipulada por softwares mais modernos e amigáveis.

Porém, com a criação do segmento E&P (e conseqüente junção dos antigos órgãos de exploração, perfuração e produção), os bancos de serviços especiais passaram a fazer parte do SEP (Sistema de Engenharia de Poço), ficando integrados às demais atividades. O ambiente é cliente-servidor Open Ingres, interface SQL-Windows e plataforma Dec Station, sistema operacional Unix.

Isso implicou na compatibilização de dados e conceitos com outras áreas (projeto de poço, perfuração, completção), mas foi amplamente compensado com o ganho em quantidade e qualidade de informações e redução de alimentação.

Neste mesmo processo foram reanalisados os conceitos referentes à atividade de pescaria, atualizando-os e incorporando novos (como os de mecanismo e etapa de solução dos acidentes). Isto irá permitir a obtenção de indicadores de desempenho mais adequados à atual realidade, além de compatibilizar com o produto “Manuais Eletrônicos de Técnicas de Pescaria”.

#### **4 - Sistema Especialista de Apoio à Pescaria (Seapesc)**

Como visto, pescaria é uma operação cara e indesejada mas, ocorrendo, ela deve ser resolvida da forma mais rápida e eficiente possível. O primeiro passo é, então, a descoberta da causa do acidente para que sejam tomadas as providências adequadas, evitando a perda de tempo de sonda (que é bastante caro) e complicações adicionais. A determinação incorreta do diagnóstico da pescaria leva à escolha de procedimentos de solução ineficientes e ao risco de

ampliação do problema. Isto porque, com o passar do tempo, pioram as condições do poço e o mecanismo inicial de prisão pode se transformar em múltiplos mecanismos.

Inserir-se aí o desenvolvimento de um sistema especialista para diagnosticar o tipo de acidente e indicar procedimentos de tratamento. Ele visa documentar o conhecimento dos melhores pescadores, disponibilizando-o para toda a comunidade da atividade e acelerando a formação de uma nova geração de técnicos.

Sistemas Especialistas formam um ramo da Inteligência Artificial e suas técnicas permitem representar o conhecimento humano em estruturas de dados. Assim eles apóiam a tomada de decisões em uma área específica de conhecimento, na análise de alternativas ou na elaboração de diagnósticos, frente a dados incompletos, qualitativos ou distorcidos. São ferramentas úteis no assessoramento de técnicos menos experientes em atividades que requeiram muita prática associada à capacidade em domínio de conhecimentos de alta qualidade que tenham fronteiras bem definidas (Waterman,1986).

Um sistema especialista não substitui o conhecimento humano, seu objetivo é adicionar seus pontos positivos aos do homem. Acrescentar a sua portabilidade, consistência, viabilidade econômica e documentação permanente à criatividade, capacidade de adaptação, abrangência sensorial e bom senso do pescador.

As principais motivações para este projeto foram:

- Necessidade de preservação do conhecimento de experientes técnicos que estavam em ritmo acelerado de saída, por aposentadoria;
- Inexistência de processos sistemáticos de absorção e transferência do conhecimento tácito dos especialistas;
- Demorado processo de formação de um pescador;
- Alto custo da atividade;
- Expectativa de rápido retorno em função da relação lucro / custo envolvida na tarefa;
- Possibilidade do uso do produto SEAPESC como ferramenta de treinamento (formação e reciclagem) e apoio à decisão (uso direto na sonda durante as operações);
- Perfeita adequação da técnica ao problema em questão: pescaria é quase um exemplo didático de sistema especialista do tipo de classificação, envolvendo diagnóstico e tratamento.

O grupo de serviços especiais gerenciou o projeto, definiu seu escopo, fez a escolha dos especialistas e procurou prover as condições necessárias para o desenvolvimento. Envolveu uma

equipe multidisciplinar contando com engenheiros de petróleo, técnicos de operação, analistas de sistemas, programadores de computador, engenheiros de conhecimento e psicólogos. Participaram a área de informática da empresa e uma instituição externa (ILTC, ligado à Universidade Federal Fluminense), esta exclusivamente na fase de aquisição do conhecimento.

Foram utilizados quatro especialistas oriundos de diferentes regiões e com variadas especificidades de experiência, mas todos com credibilidade junto à comunidade de serviços especiais, além de capacidade e interesse em transferir seus conhecimentos. O processo de aquisição estendeu-se por quase seis meses não contínuos, com contatos individuais e uso de diferentes metodologias, como: entrevista aberta, entrevista focada, simulação, estudo de casos, tabela de parâmetros, dramatização, visita a sondas. Neste processo utilizou-se bastante a metodologia Delphi.

A base de conhecimento final é composta por mais de 400 regras, representadas em árvores associadas a classes de objetos. A implementação foi feita utilizando a *shell* Nexpert (da Neuron Data) e a interface através do Toolbook (da Asymetrix).

O bloco de conhecimento é apresentado ao usuário como uma seqüência de perguntas de múltipla escolha. O número de questões varia de acordo com a complexidade do acidente ou o grau de conhecimento sobre o mesmo.

A estrutura do conhecimento da implementação compreende 2 grupos de regras para diagnóstico da causa da prisão: um que busca determinar quais diagnósticos são impossíveis e outro que seleciona dentre os restantes quais os mais prováveis, utilizando níveis de confiança (C1 a C4). A tarefa é dificultada pela imprecisão de alguns dados, que podem até se revelar falsos, devido a desconhecimento ou receio do pessoal da sonda envolvido no acidente.

O sistema acompanha a dinâmica de uma pescaria e contém um justificador que mostra o raciocínio empregado, apresenta as razões pelas quais um diagnóstico é ou não possível, e demonstra como são obtidos os níveis de confiança.

Há também o rastro, que mostra todos os passos da aplicação desde o início até a conclusão final. E opções para alterar qualquer resposta com o conseqüente reprocessamento das informações, possibilitando correções e análise de sensibilidade. Indica, ainda que de forma simplificada, os mecanismos de liberação mais adequados, considerando as condições da pescaria e do poço. E, por fim, apresenta uma interface gráfica que permite a montagem e o desenho da coluna presa e do poço, facilitando a visualização do problema.

O SEAPESC está disponível em versões em português e inglês, e com conhecimento livre ou criptografado. Está instalado em várias sondas, inclusive no exterior, sendo intensivamente usado em treinamentos. Durante as operações dá suporte ao pescador na decisão, argumentação e convencimento junto aos clientes (os “donos” do poço). Tem tido excelente aceitação, tanto na indústria do petróleo quanto no ambiente acadêmico (D'Almeida,1997).

Em termos de integração com os demais produtos, o SEAPESC utiliza as mesmas tabelas de causas de acidente (prisão) constantes do “Banco de Dados de Pescaria”; e sugere possíveis tratamentos, que são detalhados nos “Manuais Eletrônicos de Técnicas de Pescaria”.

### **5 - Manuais Eletrônicos de Técnicas de Pescaria**

Ocorrendo uma pescaria e determinando-se qual a sua causa, o passo seguinte é decidir qual o procedimento de liberação mais adequado ao caso. Em algumas condições esta escolha pode ser bastante imediata, como no caso de “Coluna Partida” em que se opta pelo “Agarramento”.

Em outras, existem várias possibilidades e a decisão deve considerar as condições do poço, características e capacidade da sonda, disponibilidade de equipamentos e materiais, experiência e capacitação da equipe e do pescador, proximidade da base de apoio, peculiaridades regionais, e restrições quanto à segurança e ao meio ambiente.

Para tanto foi iniciado o detalhamento dos vários possíveis tratamentos (mecanismos) de liberação do peixe através do produto de hipermídia “Manuais Eletrônicos de Técnicas de Pescaria”. São empregados os mecanismos de liberação que fazem parte do “Banco de Dados de Pescaria” e o ponto de partida é o diagnóstico fornecido pelo SEAPESC.

Uma aplicação de hipermídia estrutura um conjunto de informações heterogêneas, formando uma rede de nós que permite a navegação e a recuperação destas informações de maneira não trivial, conforme critérios de associação específicos preestabelecidos. Envolvem grande quantidade de ligações entre objetos de informação, interatividade e aspectos visuais, demandando analistas, programadores visuais, bibliotecários etc (Bezerra,1998).

O projeto implementado para Pescaria teve como origem o produto Manelet, desenvolvido pelo área de pesquisa operacional da Petrobras com o software Toolbook. São utilizadas facilidades de hipertexto para permitir a consulta não seqüencial e possibilitar a navegação rápida e clara por toda a base de conhecimento. São usados recursos de multimídia como textos, fotos, tabelas, gráficos, desenhos, calculadoras, filmes e animações. Está sendo

incluída informação sonora nos próximos manuais. O produto original disponibiliza a criação de glossários, rastros e *hot-words* (palavras sensíveis que conduzem a outras informações).

Diversos especialistas são convidados para a confecção dos vários manuais e, para cada um deles, é feita uma rigorosa pesquisa bibliográfica, procurando agrupar toda a *expertise* e se posicionar no nível do estado da arte relativa ao tema. É incorporado também o conhecimento tácito, apreendido pelo pescador durante seus anos de experiência, e os relacionamentos com características específicas de uma região ou tipo de sonda.

Há liberdade para que cada especialista estruture o conhecimento da forma mais adequada, mas alguns itens seguem uma certa padronização. Cada manual apresenta: descrição técnica, vantagens, limitações, tipos, seqüência operacional, execução, segurança, meio ambiente e bibliografia. É prevista a confecção de manuais de 18 diferentes mecanismos de solução, sendo vários já concluídos.

Há a possibilidade de navegar entre diferentes manuais sempre que um atue como etapa de outro mecanismo principal. Os manuais são utilizados como apoio nas operações, na prevenção de acidentes e em treinamento. É previsto o seu uso na certificação de profissionais e uma possível mudança de ambiente computacional, para a rede Intranet da empresa.

## **6 - Economicidade de Pescaria**

Muitas vezes, no afã de resolver uma pescaria, consome-se elevado tempo de sonda, o que provoca altos custos. Deve ser entendido, porém, que pescaria bem sucedida é a que une um bom resultado técnico (retirada do peixe e liberação do poço) a um resultado econômico satisfatório (custo inferior ao da alternativa de abandonar).

Assim, só terá sentido iniciar ou dar continuidade a uma operação dessa natureza, quando a mesma reduzir custos. Portanto, saber até quando prosseguir numa operação e qual o momento de interrompê-la é importantíssimo para evitar maiores gastos. Visando uma tomada de decisão com a maior probabilidade de acerto, foi desenvolvido um método de análise econômica, usando árvores de decisão, que leva em consideração os riscos envolvidos na continuidade ou não de uma pescaria.

Árvores de decisão consideram alternativas existentes num processo decisório, em intervalos discretos ao longo do tempo. Representam os pontos de decisão (nós) relevantes e os eventos conseqüentes, e sua magnitude é proporcional à complexidade do problema tratado.

Ocorrendo um acidente temos duas opções: abandonar ou pescar. A primeira implica no custo do peixe perdido, do tamponamento, desvio e reperfuração de um novo poço (ou trecho dele): é o **CTD**. A segunda implica nos custos diários de sonda, materiais e serviços utilizados: é o **CDP**.

O tempo econômico de pescaria (**TEP**) é calculado por:  $TEP = P \cdot (CTD / CDP)$ , onde **P** é a estimativa da probabilidade de sucesso na operação.

Este valor **P** (entre 0 e 1) é função do tipo do acidente e da profundidade, condições e características do poço; e varia de forma decrescente com o aumento do tempo (menor chance de sucesso para pescarias complexas e, portanto, mais longas). É obtido a partir da frequência relativa de operações bem sucedidas num dado intervalo de tempo em relação à quantidade total realizada.

Gera-se, pois, uma função distribuição de probabilidade para as pescarias do caso estudado, que é associada a uma equação (em geral hiperbólica do segundo grau do tipo  $y = 1 / (m \cdot x + a)^2$ ), resolvível numérica ou analiticamente. Utilizando o Teorema de Bayes calculam-se as probabilidades condicionadas de sucesso e insucesso para os diversos ramos da árvore de decisão.

O método consiste em comparar, para cada dia, os custos conhecidos de abandonar com os custos esperados de pescar. E, assim, determina-se o ponto de corte, aquele a partir do qual é melhor, do ponto de vista econômico, abandonar a operação. Como os períodos considerados são curtos (dias ou semanas) não há necessidade de incorporar taxas de desconto para atualização financeira.

O sistema vem sendo mais utilizado em poços abertos, em que o custo da sonda é mais alto e a decisão do período de pescaria é mais importante. Em poços revestidos, freqüentemente, existem outras variáveis técnicas ou estratégicas (não perder uma zona produtora, por exemplo) que reduzem o peso da análise em questão. Mesmo em poços abertos existem condições em que outros fatores são mandatórios, como num peixe com componentes radioativos em que as normas de segurança exigem a operação completa, independente da avaliação econômica.

Este projeto é oriundo de trabalho acadêmico (Cunha,1988). Para adaptá-la a condições reais e gerar as funções de probabilidade associadas, é feita consulta a toda a base de acidentes constante do “Banco de Dados de Pescaria”. Eles foram classificados em grupos, de acordo

com a causa, a profundidade de ocorrência e a região geográfica. Isto forneceu um conjunto de 80 diferentes curvas de probabilidade de sucesso de pescarias, em função do tempo consumido (duração de tratamento). Naturalmente pode ser feita uma segmentação ainda mais detalhada, mas cuidando-se que a amostra seja suficientemente grande para ter significância estatística.

A partir do *software* acadêmico original foi feita a sua conversão para o ambiente Windows tornando-o mais amigável. Os próximos passos incluem a ligação direta com o Banco de Dados de Pescaria, atualizando continuamente as curvas de probabilidade de sucesso das mesmas e uso de *softwares* estatísticos para a geração de diferentes funções de probabilidade que melhor se adaptem aos subconjuntos específicos considerados.

### **7 - Dimensionamento de Unidades de Serviço para Pescarias**

Conforme citação anterior, pescaria é uma operação que ocorre de forma inesperada e extremamente irregular ao longo do tempo. Por isso é importante determinar a quantidade de unidades de serviço que possam satisfazer adequadamente a demanda, evitando excessiva imobilização e ociosidade de recursos, mas garantindo os níveis desejados de atendimento. Por unidades de serviço são entendidos os técnicos especializados e os kits de ferramentas para poços em perfuração e em produção, que se constituem nos dois elementos de custo mais significativos.

Este projeto visa o dimensionamento da estrutura do grupo de pescaria, empregando técnicas de Pesquisa Operacional. A partir de um modelo bem definido e aderente à realidade são obtidos os valores que otimizam o somatório do custo (probabilístico) variável de sondas paradas aguardando atendimento, mais o custo (determinístico) fixo da estrutura montada para a atividade (D'Almeida, 2000).

O nível de atendimento é definido como a parcela de dias em que toda a demanda é atendida e nenhuma sonda fica aguardando serviço. Não ocorrendo isto considera-se um custo de não atendimento que corresponde ao custo médio das sondas que atuam na região ponderado pelo tempo gasto em serviços de pescaria durante o período de amostra.

O modelo assume independência entre as unidades de serviço e as pescarias, isto é, todo técnico tem igual capacidade de atender qualquer tipo de acidente com o mesmo nível de desempenho. E o intervalo de amostra é definido pelo usuário, não devendo ser muito curto para evitar aleatoriedades (significância estatística), mas cuidando que não incorpore períodos muito distantes em que o padrão tecnológico tenha sofrido mudanças.

A variável de análise é a quantidade de pescarias simultâneas em andamento em um dado dia. Ela depende de duas variáveis primárias: a ocorrência de acidentes e a duração do tratamento correspondente (pescaria). A primeira funciona como dado de entrada, podendo ser arbitrada pelo gerente regional, em função da expectativa da demanda. A segunda é obtida a partir do histórico no Banco de Dados de Pescaria.

Aparentemente é uma aplicação direta da Teoria das Filas, para a determinação do número ótimo de servidores para atender certo nível de demanda de uma dada população finita de sondas. A fonte geradora é a ocorrência de um acidente que careça de um serviço de pescaria; as taxas médias de chegada e serviço são conhecidas e não afetadas pelo número de elementos da fila, que é ilimitada. O desempenho dos servidores é uniforme, a disciplina de serviço é FIFO (*first in, first out*) e o sistema está em estado estacionário. Mas, como as durações de pescarias não seguem nenhuma distribuição de probabilidade teórica adequada à técnica, foi necessário utilizar a Simulação.

Inicialmente é gerada a variável quantidade de acidentes para cada dia. Ela segue uma distribuição Poisson, e é definida pelo gerente regional em função da expectativa de mercado no período em estudo. Caso a variável seja não nula são gerados os valores correspondentes de duração de pescaria, que é uma distribuição empírica, cujos valores são obtidos por sorteio direto no banco de dados, considerando que o espaço amostral definido é significativo.

Cada experimento é constituído por 50 corridas, cada uma delas correspondendo a períodos de 365 dias. Simula-se, portanto, o equivalente a 50 anos. Para efeito de análise de sensibilidade o processo é repetido para 5 diferentes valores de quantidade de acidentes, em torno do valor inicialmente estabelecido.

Para cada corrida e para o experimento total são obtidos valores para a ocorrência de serviços de pescaria simultâneos. E assim é estabelecido o nível de atendimento que  $n$  unidades de serviço podem oferecer e o custo correspondente..

Cada unidade operacional tem esse nível mínimo estabelecido em função do custo médio diário das sondas localizadas na sua área de atuação e do custo de pessoal ou do kit de ferramentas. Pelo nível dos custos envolvidos, é natural a obtenção de índices muito elevados (0,94 a 0,99). O ponto ótimo é obtido por análise incremental, sendo aquele em que o custo marginal do acréscimo de uma unidade de serviço é igualado pela redução do custo marginal de sonda aguardando.

Muitas vezes se crê que, devido ao alto custo das sondas, é econômico criar uma grande estrutura mesmo que não venha a ser utilizada. Não é exatamente assim: a disparidade de valores de custo é bastante grande, o nível de atendimento deve ser elevado, mas não necessariamente 100%, pois o custo da estrutura montada é permanente.

Atividades irregulares e estocásticas, como pescaria, acabam provocando elevada ociosidade das unidades, o que é natural nesse caso. O caminho para reduzi-la é agrupar várias atividades, usando profissionais que possam desempenhar diferentes tipos de operação. Isso porque a probabilidade de ocorrência simultânea de "picos" em diferentes atividades é desprezível. O trabalho mostra que com uma gestão centralizada para as várias regiões poderia ser obtida uma redução de custos da ordem de 7 %.

Observou-se, também, a necessidade de transferência de ferramentas de regiões com atividade declinante para outras; e, ainda, a possibilidade de disponibilizar as mesmas às sondas contratadas, reduzindo as taxas de aluguel cobradas em contrato.

Este sistema está diretamente ligado ao Banco de Dados de Pescaria, com acesso em tempo real. É, inclusive, permitida a escolha dos períodos que servem de amostra para a geração das pescarias simuladas. Seria desejável, também, uma ligação aos sistemas de pessoal da empresa para atualizar continuamente os custos correspondentes aos técnicos.

## **8 - Aquisição de Dados (Automação)**

Um processo de automação envolve a implementação de métodos e sistemas para planejamento, programação, supervisão, operação e controle de processos (industriais ou comerciais), tendo como objetivos a obtenção de dados em tempo real, maior grau de confiabilidade e redução da intervenção humana direta no processo.

A automação industrial engloba os seguintes elementos (Petrobras,1994):

- Instrumentação de campo (sensores, atuadores, analisadores, transdutores, controladores de variáveis de processo, etc.);
- Estações de medição;
- Sistemas de aquisição de dados, seqüenciamento e intertravamento, como controladores, PLC (*Programmable Logic Controller*, microprocessador que converte um sinal analógico em digital) etc;
- Sistemas de comunicação, intra e inter-processos (redes de comunicação local e de longa distância suportadas por satélite, sistemas óticos, etc.);

- Sistemas de supervisão e controle;
- Sistemas gerenciais de informação, como bancos de dados e aplicativos.

Um exemplo disto ocorre em algumas plataformas que atuam exclusivamente em produção. Elas são operadas remotamente por computadores, a partir de uma sala de controle, possibilitando redução de custos operacionais e de paradas de produção, economia no consumo de energia elétrica e gastos de transporte e hotelaria; além de restringir os riscos de acidentes por falha humana e minimizar a exposição do homem a trabalho em ambiente agressivo.

Processos críticos - em termos de segurança, custo ou continuidade operacional - devem sofrer manutenção rigorosa, auditoria e análise de ocorrências. Os controles precisam envolver redundâncias, detecção e avisos por alarmes múltiplos, sendo o mais próximo possível do estado "a prova de erros".

No que se refere à atividade de perfuração, especificamente para pescaria, é de suma importância que a aquisição de dados monitorados diretamente do poço seja feita de forma unificada. E que tais dados sejam disponibilizados em rede, em tempo real: um transmissor único para cada variável e a rede atendendo diversas aplicações. Isto auxilia na detecção de anormalidades operacionais prevenindo a ocorrência de problemas que possam vir a se transformar em pescarias. Proporciona diminuição de custos, melhoria nas condições de segurança, redução de risco ao meio ambiente e uso mais eficiente das instalações.

O projeto para atender tais objetivos deve ser bem mais amplo, cobrindo diferentes atividades, e nele o serviço de pescaria tem interesse num subconjunto específico de dados oriundos do poço. A proposta é estabelecer um conjunto mínimo de parâmetros (peso da coluna, rotação, torque, pressão, vazão, peso do fluido...) que sejam adquiridos de modo uniforme em qualquer sonda de perfuração, e disponibilizados às várias aplicações em tempo real, de forma padronizada e confiável.

Hoje a obtenção de alguns dados é feita através da contratação de sistemas de aquisição e monitoração de parâmetros, como nas unidades de *mud-logging*. Além disso, diversas aplicações são iniciadas de modo isolado, com a instalação de diferentes sensores para uma mesma variável numa sonda. Os dados obtidos muitas vezes são incompatíveis, suas formas de armazenamento não permitem compartilhamento, e sua aquisição se restringe a poucas sondas, ou mesmo a uma única.

Naturalmente, sempre haverá projetos especiais que necessitam de informações particulares, e sondas mais sofisticadas que tornem viáveis níveis de automação mais refinados. Porém, com a padronização da arquitetura de automação, o conjunto básico de variáveis medidas e comandadas independente do grau de automatização requerido por cada sonda. Assim evita-se a duplicidade na aquisição dos dados básicos, de interesse comum; e, simultaneamente, devem ser atendidas as exigências ergonômicas quanto aos painéis e estações de trabalho.

A premissa básica é o uso de uma arquitetura aberta, com equipamentos e *software* disponíveis no mercado, evitando a dependência de fornecedores específicos. A especificação definida - prevendo o uso em qualquer sonda, inclusive marítima – é a seguinte:

- Sistema operacional Windows NT 4.X;
- Rede Ethernet (sinais das áreas industriais e classificadas como de risco de explosão trafegam através de cabos de fibras ótica);
- Protocolo de comunicação TCP-IP (Transfer Control Protocol/ Internet Protocol);
- Sistema de armazenamento de dados NFS (Network File System), padrão DARPA que garante conectividade entre plataformas computacionais distintas, como unidades *mud-logging*, de perfilagem, de sistemas meteorológicos, de posicionamento dinâmico, etc;
- Uso de PLC para a aquisição de dados, intertravamento e atuação no processo;
- Sistema de supervisão desenvolvido em Intouch (*software* rodando em ambiente Windows NT já em uso na empresa) em microcomputador (PC) industrial;
- Segurança intrínseca, através de barreiras em todos os sensores - mesmo aqueles que não estão em áreas classificadas -, para evitar acidentes decorrentes de falha operacional;
- Grandezas exibidas em unidade do sistema internacional (SI), porém medidas em sinal de corrente padronizada em 4 a 20 miliampere;
- Dados disponibilizados em rede armazenados em banco de dados Oracle (padrão do E&P).

Para os objetivos particulares da atividade de pescaria este projeto poderá garantir não só a geração de dados primários para o Banco de Dados de Pescaria, como um aumento de velocidade e confiabilidade do Seapesc, que hoje tem toda a sua *interface* com o usuário realizada através de telas para receber dados de entrada. Como está, pode haver imprecisão em dados qualitativos ou omissão de informações por ignorância ou temor, quando da ocorrência de

falhas humanas. E, ainda, poderá auxiliar na prevenção de acidentes a partir da detecção de indícios de anormalidades.

## 9 - Conclusão

Há claro relacionamento entre as várias fases do processo Pescaria com os produtos de TI desenvolvidos (Figura 2).

Já que pescaria é uma atividade cara e indesejada ela deve ser evitada. Para isto há todo um programa de conscientização e cursos para os gerentes e operadores de sonda e poço. E, ainda, lhes são disponibilizadas ferramentas, como o SEAPESC e os Manuais Eletrônicos de Técnicas de Pescaria, para auxiliar sua capacitação ou reciclagem. Um adequado sistema de automação deverá incrementar o processo, via monitoração de parâmetros críticos.

Ocorrendo a pescaria, pode ser utilizado o SEAPESC para a imediata obtenção do diagnóstico, evitando perda de tempo, custos e complicações adicionais devidos a uma avaliação incorreta. Os manuais eletrônicos ajudam a escolha do tratamento mais adequado e auxiliam a sua execução em termos operacionais.

Uma pescaria deve ser eficiente técnica e economicamente, não podendo ser estendida indefinidamente. Para isso pode-se contar com o produto “Economicidade de Pescaria”. E, ainda, é preciso uma estrutura de pessoal e equipamentos para prestar os serviços de forma imediata, mas econômica. Para tal é utilizada a ferramenta de otimização, baseada em Pesquisa Operacional. Tudo isto tendo por suporte o Banco de Dados de Pescaria. E os dados obtidos por automação proporcionam uniformidade e credibilidade.

É claro que todos esses produtos devem ser mais integrados, para evitar redundâncias e inconsistências, e facilitar a fluidez de todo o processo; porém os resultados têm sido bastante satisfatórios e com perspectivas de benefícios crescentes. Pescaria tornou-se um exemplo concreto de processo operacional e gerencial totalmente mapeado pela Tecnologia da Informação. E isto é ainda mais relevante quando se percebe que este conceito, embora amplamente divulgado na literatura e por firmas de consultoria, tem um conjunto de exemplos práticos bastante restrito.

## 10 - Bibliografia

- BEZERRA, R.F.H., *Um Modelo para Integração de Funcionalidades de Navegação Hipermídia em Aplicações R-OLAP de Data Warehouse*. Tese de M.Sc., PUC/RJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 1998.

- BOAR, B., *Tecnologia da Informação : a Arte do Planejamento Estratégico*. São Paulo, Berkeley, 2002.
- CUNHA, J.C.S., *Análise de Risco em Operações de Pescaria*. Tese de M.Sc., UFJF, Juiz de Fora, MG, Brasil, 1988.
- D'ALMEIDA, A.L., *Estruturação e Dimensionamento de Frota e Pessoal numa Empresa de Sondagem e Serviços Especiais em Petróleo*. Tese de D.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brazil, 2000.
- D'ALMEIDA, A.L., *Dimensionamento de Unidades de Serviços para Operações de Pescaria em Poços de Petróleo*. Tese de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 1994.
- D'ALMEIDA, A.L., SILVA, I.M., "A Fishing operations expert system". *SPE - IADC Drilling Conference*, 37590, Amsterdam, Netherlands, March 1997.
- PETROBRAS, Projeto estratégico de automação. *Seminário Petrobras de Planejamento*, Rio de Janeiro, Set. 1994.
- SVEIBY, K.E., *A Nova Riqueza das Organizações : Gerenciando e Avaliando Patrimônios de Conhecimento*. Rio de Janeiro, Campus, 1998.



Figura 2 - Relacionamento de Pescaria com produtos de Tecnologia da Informação