

# **XIV SEMINÁRIO NACIONAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA**

## **SISTEMA DE OPERAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO - SOD**

### **Autores:**

JOSÉ ROBERTO FERRAZ DE MACEDO  
PAULO HENRIQUE RATHUNDE

### **Colaboradores:**

ANDRÉ MAURÍCIO BALLIN  
ARNALDO OHNO  
EDVAR GARCIA AZONI  
FLÁVIO MILSZTAJN  
JACÓ BORGES DE SAMPAIO  
UBIRACI GOMES DA SILVA

COPEL – COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA

### **Palavras-chave:**

sistema  
operação  
distribuição

**Foz do Iguaçu, 19 a 23 de novembro de 2000**

# SISTEMA DE OPERAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO

## 1. INTRODUÇÃO

A finalidade do sistema SOD é gerenciar a operação do sistema de distribuição de energia elétrica e os serviços de campo, através de uma interface única integrada ao sistema de automação e outros sistemas corporativos, possibilitando que estas atividades possam ser realizadas de forma rápida e segura.

A primeira versão do SOD foi implementada no Centro de Operação de Curitiba, em 1997, quando a empresa decidiu desenvolver uma solução nova para atender às necessidades emergentes para suprir a informatização completa dos Centros de Operação de Distribuição.

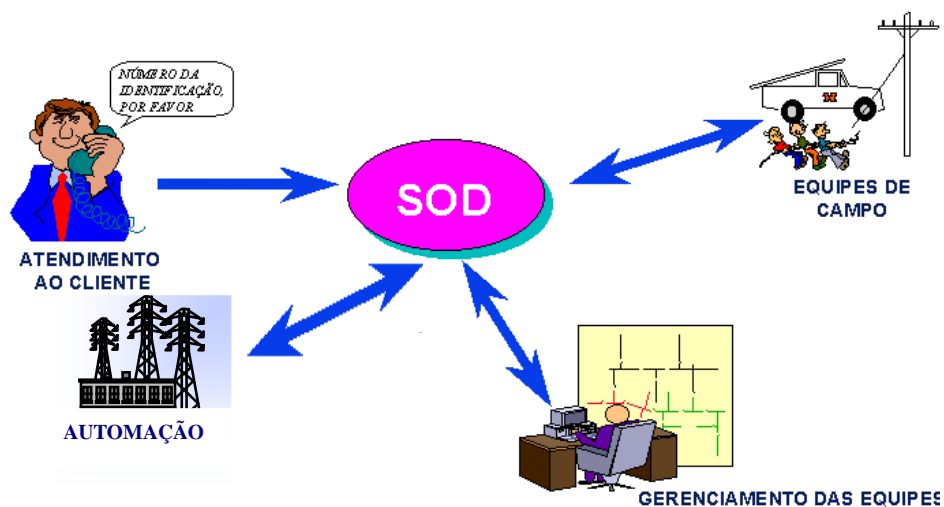
Desenvolvido sobre uma plataforma de geoprocessamento, e integrado ao Centro de Atendimento Telefônico(Call Center), proporciona um ambiente único de informações conciliando as facilidades de um aplicativo de geoprocessamento com a performance exigida para um Centro de Operação de Distribuição.

Os operadores podem visualizar a representação gráfica de todo o sistema elétrico de distribuição, ruas, quadras, estradas, limites de bairros e municípios, operar as chaves do sistema elétrico remotamente, localizar as equipes, distribuir e acompanhar os serviços de campo.

É uma aplicação desenvolvida para dar suporte aos centros de operação de distribuição de empresas de energia elétrica nas funções de operação, programação de desligamentos, despacho de serviços, análise dos atendimentos e interrupções.

Este aplicativo possui integração com sistemas de automação de subestações e de rede de distribuição.

Fig. 1 – Escopo do sistema



## 2. UTILIZAÇÃO DO SOD NA COPEL

O SOD é utilizado para gerenciar a operação de todo o sistema elétrico de distribuição na área de concessão da Copel, a qual possui as seguintes características:

Área de concessão: 194.548 km<sup>2</sup>

Número de consumidores: 2.801.383

Km de linhas 13,8 e 34,5 kV : 150.142

Alimentadores de distribuição: 1663

Tensões primárias: 13,8 kV e 34,5 kV.

Tensões secundárias: 220/127 V e 254/127 V

Subestações de tensão superior a 34,5 kV com alimentadores de distribuição: 102

Transformadores de distribuição urbanos: 65.617

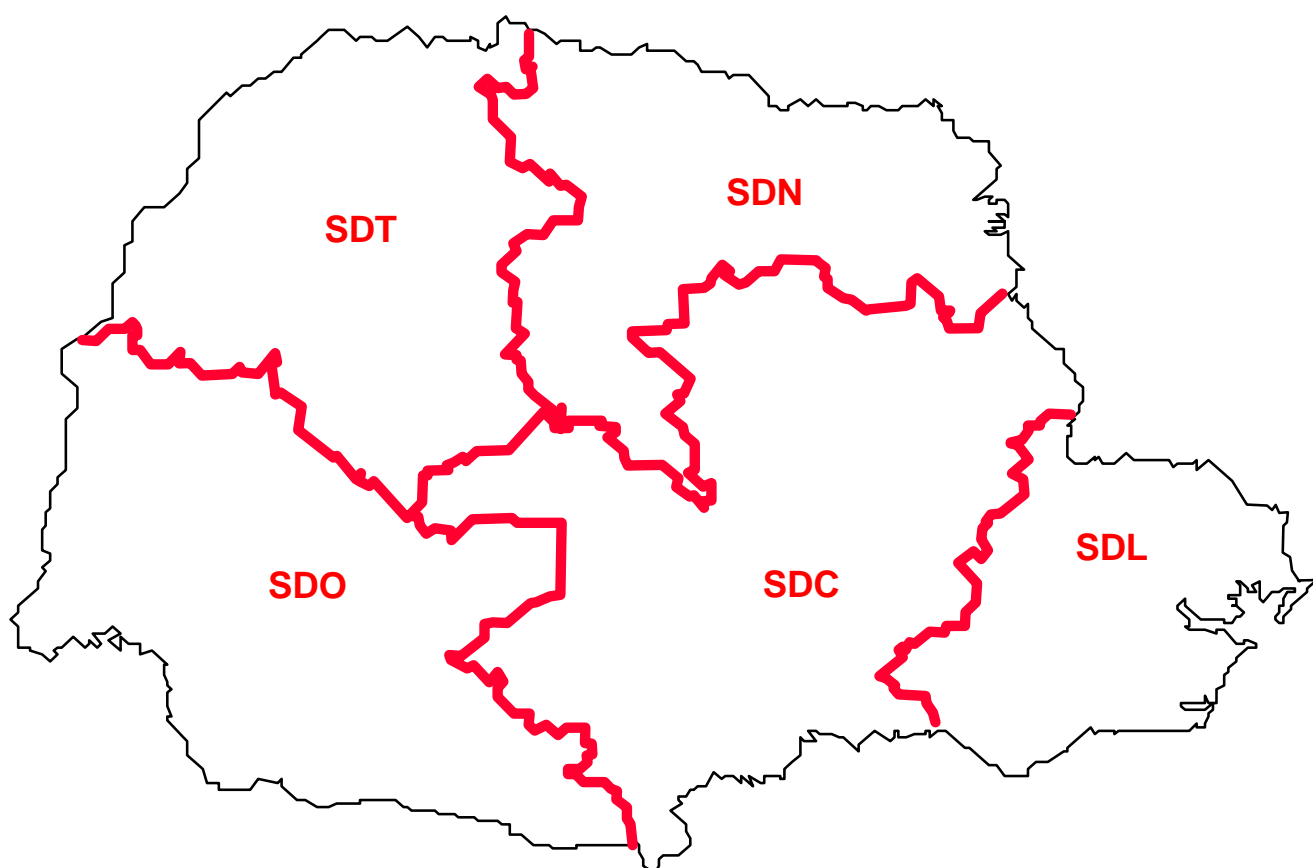
Subestações de 34,5 kV : 221

Transformadores de distribuição rurais: 220.446

Superintendências de distribuição regionais: 05

( Dados referentes a Junho/00)

**Fig. 2 – Área de concessão no Estado do Paraná com as Regionais de Distribuição**



## 2.1. PROCEDIMENTOS ATUAIS DA OPERAÇÃO

As solicitações de serviços e as reclamações de falta de energia são recebidas pelas Centrais de Atendimento Telefônico e repassadas instantaneamente aos Centro de Operação de Distribuição ou às Agências Comerciais, via sistema informatizado.

As Centrais de Atendimento Telefônico estão estruturadas com equipamentos e softwares de alta tecnologia, permitindo que os clientes comuniquem a ocorrência de acidentes na rede elétrica, solicitem serviços de emergência ou comercial e obtenham previsões sobre o restabelecimento do fornecimento de energia elétrica, através de atendimento automático ou falando com os atendentes.

A Copel possui cinco Centrais de Atendimento Telefônico, localizadas uma em cada Superintendência Regional e interligadas entre si, de forma que quando há congestionamento em uma delas, as ligações telefônicas são transbordadas para outras centrais, ficando este processo transparente aos clientes.

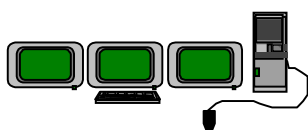
Para coordenar a operação do sistema elétrico de distribuição e os serviços de campo, a Copel conta com cinco Centros de Operação, centralizados um em cada Superintendência Regional, que permitem aos operadores supervisionarem e operarem o sistema elétrico da sua regional, telecomandarem as barras de 13,2 e 34,5 KV de subestações e as chaves automatizadas da rede de distribuição, utilizando as facilidades do sistema SOD.

## 2.2. ESTAÇÕES DE TRABALHO DO SOD

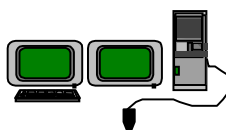
A operação do sistema elétrico pode ser distribuída para vários operadores, cada um sendo responsável por uma determinada área geográfica. Desta forma, os alarmes gerados na região norte, por exemplo, serão tratados apenas pelo operador da região norte.

Estas áreas geográficas são identificadas no SOD pelas regiões de controle. Uma estação de trabalho pode monitorar uma ou mais regiões de controle, à critério do Centro de Operação. Por exemplo, fora do horário comercial ou em horários com menor número de ocorrências, um operador pode assumir mais de uma região de controle. Cada região de controle pode ser configurada pelo agrupamento de regiões de serviço, nas quais são alocadas as equipes de campo.

**Fig. 3 – Configuração de uma estação de trabalho do SOD para a função Operação**



**Fig. 4 – Configuração de uma estação de trabalho do SOD para a função Gerência de Serviços ou Programação de Desligamentos**



### 2.2.1. POSIÇÃO DAS TELAS

Há a possibilidade de trabalhar com até três monitores simultaneamente, ou seja, um micro com três monitores. O que possibilita este recurso é uma placa de vídeo com três saídas. Desta forma, os três monitores trabalham como se fossem um só, permitindo passar o cursor de um para outro automaticamente.

Foram definidos três tipos diferentes de telas: a janela principal, os esquemáticos e as interfaces.

A janela principal é onde aparece a imagem geográfica da rede e da cartografia.

Os esquemáticos são todos os diagramas esquemáticos de subestações e o radar.

As interfaces são todas as telas com informações alfa-numéricas.

Desta forma é possível definir, por exemplo, que a janela principal deve ser sempre posicionada no monitor do meio, os esquemáticos no monitor da esquerda e as interfaces no monitor da direita, a critério do usuário.

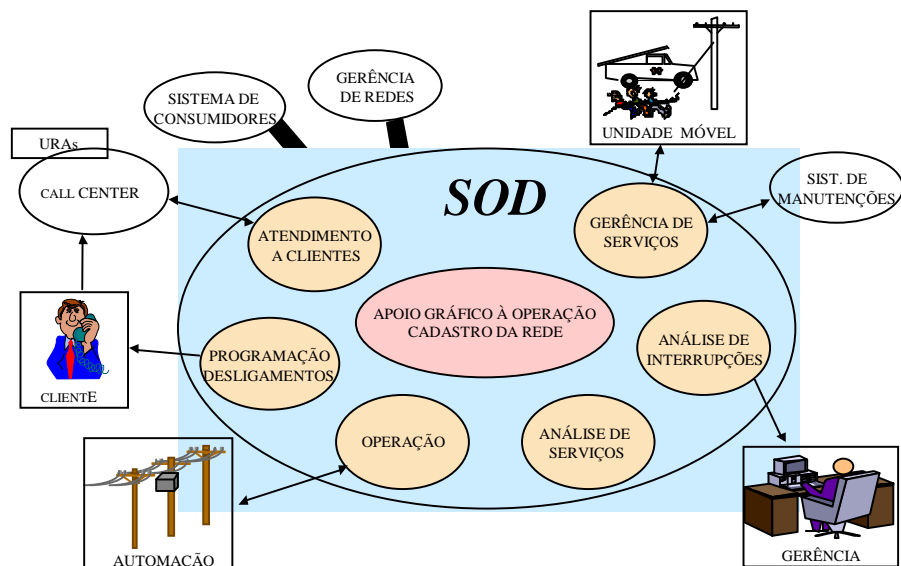
### 2.2.2. SINCRONISMO

O SOD permite que as estações de trabalho ativas sejam atualizadas, quando, em uma delas, é executada uma ação que altere a representação gráfica dos elementos.

## 3. INTEGRAÇÃO COM OUTROS SISTEMAS

O sistema SOD integra-se com outros sistemas da empresa, o que possibilita um melhor aproveitamento das funções específicas de cada um.

**Fig. 5 – Módulos integrados**



### 3.1. Integração com a Central de Atendimento Telefônico(Call Center)

Esta integração possibilita que as solicitações de serviços comerciais ou reclamações de falta de energia, efetuadas pelos clientes no Call Center, sejam transmitidas em tempo real para o centro de operações ou para as agências, bem como o retorno ao Call Center sobre os serviços executados e em andamento, unidade consumidora desligada à pedido ou por falta de pagamento e outras informações.

A identificação do cliente pode ser feita através de um dos dados cadastrais, como nome, endereço, número de identificação, número da conta, ou automaticamente a partir do número do telefone.

O atendimento é feito através de Unidades de Resposta Auditável, podendo o cliente optar pelo atendimento automático ou pelos atendentes, em ambos os casos, poderá obter informações sobre desligamentos acidentais ou programados e o tempo previsto para restabelecimento do fornecimento de energia.

### 3.2. Integração com o Sistema de Gerência da Rede de Distribuição

Por questões de responsabilidade na execução de atividades específicas, considera-se que as funções de cadastro da rede devem ser executadas pelas equipes de cadastro, a qual utilizam um sistema específico para este fim. É o sistema de gerência de redes de distribuição. Há uma rotina diária de atualização dos dados que mantém o cadastro da rede elétrica atualizado no SOD, a partir das atualizações que são executadas no cadastro.

### 3.3. Integração com o Sistema Scada

Esta integração possibilita que os usuários do SOD tenham acesso às leituras digitais e analógicas, bem como possam executar comandos remotos de equipamentos automatizados.

### 3.4. Integração com o Sistema de Gerência de Manutenção da Distribuição

A integração com o sistema de manutenção possibilita a geração de ordens de serviço de manutenção e o acompanhamento dos serviços de campo a partir do SOD.

### 3.5. Integração com o Sistema de Gestão de Consumidores

Esta integração possibilita que o Sistema SOD abra e conclua as ordens de serviços emitidas no Call Center, através do sistema de gestão de consumidores e possibilita a atualização automática dos consumidores da empresa, no SOD.

## 4. MÓDULOS DO SISTEMA

O SOD é composto por vários módulos, cada qual com a sua função específica, para suprir as várias funções existentes em um Centro de Operação.

### 4.1. Módulo de Atendimento a clientes

Este aplicativo faz o registro das solicitações de serviços e reclamações de falta de energia dos clientes. Ele é executado a partir do Call Center. A solicitação é enviada, então, ao sistema SOD, onde o serviço será acompanhado, passo a passo, até a sua conclusão. Além disso, o Call Center recebe informações do Sistema SOD sobre o andamento dos serviços, a situação e a programação de desligamentos no circuito elétrico dos clientes.

As informações podem chegar ao COD através do sistema Scada, pelos operadores das subestações assistidas e equipes de campo, e principalmente pelas solicitações e reclamações recebidas no Call Center, com o qual o COD tem uma relação bastante intensa.

Através do cadastro da rede elétrica existente no SOD, as reclamações são associadas as unidades consumidoras, estas aos transformadores e estes aos circuitos de alta tensão, indicando se o provável ponto de defeito está numa unidade consumidora isolada, num circuito de baixa tensão ou num circuito de alta tensão.

Caso cheguem novas reclamações no Call Center que alterem a localização automática do defeito, ou não se confirme o ponto com provável defeito pelas equipes de campo, o aplicativo permite a realocação de pontos defeituosos para outros pontos da rede.

### 4.2. Módulo de Apoio Gráfico

O apoio gráfico visa a substituição dos mapas de parede de um COD. É uma ferramenta que possibilita a visualização gráfica, em meio digital, dos elementos físicos em campo, assim como a cartografia e a rede elétrica.

#### 4.2.1. Representação gráfica

A representação gráfica no sistema SOD pode ser georeferenciada ou esquemática. O modo de representação é escolhido pelo operador conforme sua necessidade.

##### **Representação georeferenciada**

Na visão georeferenciada os objetos podem ser observados na posição geográfica onde eles se encontram no campo. Nesta visão georeferenciada pode-se observar tanto os elementos da rede elétrica como os elementos cartográficos, como bairros, quadras e nome de ruas.

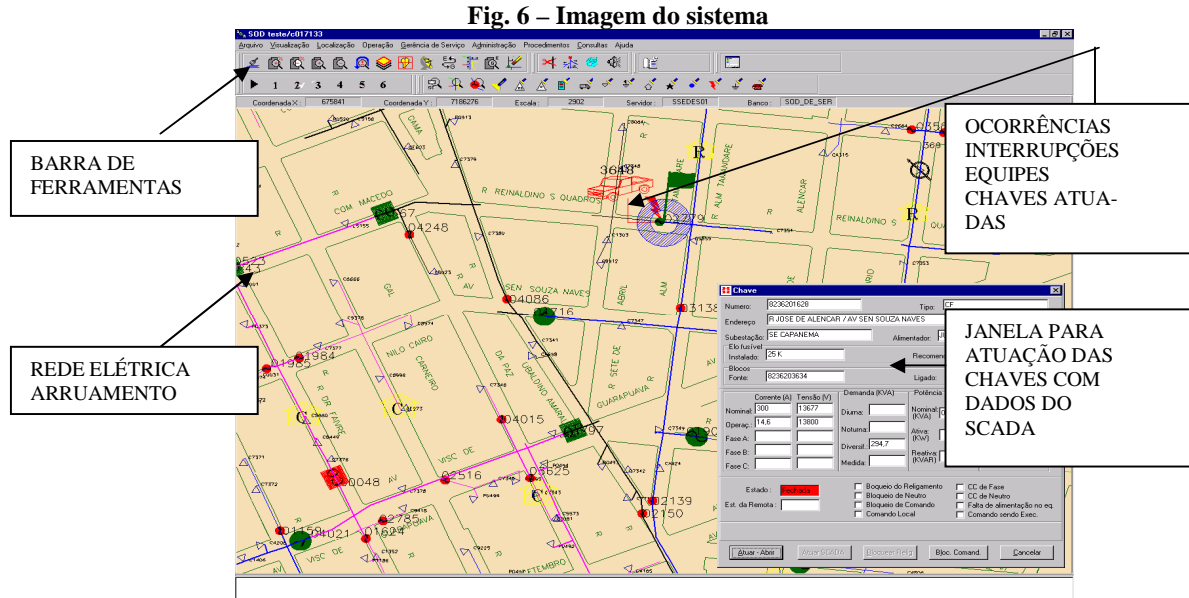
##### **Representação esquemática**

Nesta visão os objetos aparecem em uma posição relativa, não obedecendo às coordenadas geográficas. Da rede são mostrados apenas os troncos e as chaves de troncos, simplificando a quantidade de informações que aparecem na tela. Esta visão esquemática se torna útil quando se deseja fazer a análise de vários alimentadores ou de alimentadores muito extensos.

O diagrama esquemático da rede é gerado automaticamente pelo sistema.

#### 4.2.2. Funções de visualização

Estas funções possibilitam a seleção automática ou manual de níveis de visualização (chaves, troncos, ramaís, arruamento, etc).



As funções de visualização auxiliam na manipulação dos elementos gráficos do sistema, permitindo selecionar a melhor composição de imagem a cada momento, melhorando o nível de detalhes ou aumentando a quantidade de objetos visíveis. As funções atualmente disponíveis são as seguintes:

##### **Barra de ferramentas**

Permite a habilitação ou desabilitação de cada uma das barras de ferramentas do sistema. A qualquer momento uma barra de ferramenta desabilitada pode ser novamente habilitada.

##### **Funções de zoom**

Aproximar, afastar, aproximar janela, afastar total, voltar (retorna à última visualização).

Estas funções levam em consideração a simbologia condicional para apresentação. Assim, à medida que se efetua uma aproximação ou afastamento, as informações vão aparecendo ou desaparecendo do desenho, não poluindo desnecessariamente a imagem.

##### **Redesenhar**

Eventualmente acontece de alguma função do sistema deixar a imagem da tela "borrada" ou com falhas. Se isso acontecer, esta função recompõe visualmente os elementos gráficos que estão sendo visualizados.

##### **Níveis (ou camadas)**

Permite que o usuário habilite ou desabilite a visualização de certos níveis de informações (independentemente da escala) ou altere os limites de escala para apresentação destas informações com as funções de zoom (simbologia condicional).

##### **Esquemático**

Ativa uma nova janela contendo a rede elétrica em forma de representação esquemática. Pode-se atuar uma chave a partir da representação esquemática da rede.

##### **Posicionar esquemático**

Permite que, a partir de uma área selecionada na visão georeferenciada, seja posicionada a região do diagrama esquemático que contém os elementos elétricos desta área.

**Selecionar área geográfica (região)**

Seleciona a região de operação que o usuário está comandando. Esta opção muda a área de abrangência mostrada no radar e também a área de afastamento total (zoom out máximo).

**Radar**

Permite que o usuário visualize a região que está sendo exibida na janela principal. Além disso, pode-se alterar a área da janela principal pelo deslocamento do retângulo mostrado no radar.

**Trace**

Permite visualizar a conectividade de um circuito elétrico na direção da carga, da fonte ou em ambas.

**Posição da telas**

Há a possibilidade de trabalhar com até três monitores simultaneamente, ou seja, um micro com três monitores. O sistema SOD foi construído para direcionar determinadas telas em um ou outro monitor para que as informações não fiquem sobrepostas e o recurso de multi-monitores possa ser aproveitado da melhor forma possível.

**Sincronismo**

Permite habilitar/desabilitar a função de sincronismo. Esta função permite que uma alteração gráfica efetuada numa estação de trabalho possa ser visualizada nas outras estações de trabalho. Uma vez desabilitada a função, as alterações vão sendo acumuladas até que o sincronismo seja habilitado novamente.

**4.2.3. Funções de localização**

As funções de localização auxiliam na localização de todos os elementos essenciais utilizados pelo sistema, sejam eles parte da rede elétrica como alimentadores, chaves, transformadores, etc., ou elementos operacionais como interrupções, ocorrências, equipes, etc., posicionando-os no centro da tela e a região que os circunscrevem em uma escala pré-definida.

Permite a impressão ou plotagem de qualquer imagem da janela principal. O que sai na impressora ou na ploter é exatamente a imagem que é vista na janela principal. As funções são as seguintes:

**Localizar um alimentador**

Permite localizar um determinado alimentador pelo nome.

**Localizar uma chave**

Permite localizar geograficamente uma chave do sistema elétrico a partir do seu número operacional.

**Localizar uma chave automatizada**

Permite localizar geograficamente uma chave automatizada do sistema elétrico a partir de sua seleção na lista das chaves automatizadas.

**Localizar uma chave atuada**

Permite localizar geograficamente uma chave atuada no sistema elétrico a partir de sua seleção na lista das chaves atuadas.

**Localizar uma chave com religamento automático bloqueado**

Permite localizar geograficamente uma chave com religamento automático bloqueado a partir de sua seleção na lista das chaves bloqueadas.

**Localizar uma chave com comando bloqueado**

Permite localizar geograficamente uma chave com comando bloqueado no sistema elétrico a partir de sua seleção na lista das chaves com comando bloqueado.

**Localizar uma ocorrência**

Permite localizar geograficamente uma ocorrência.



**Localizar um posto**

Permite localizar geograficamente um posto do sistema elétrico a partir do seu número operacional.

**Localizar um posto atuado**

Permite localizar geograficamente um posto atuado no sistema elétrico a partir de sua seleção na lista de postos atuados.

**Localizar um Fone Luz**

Permite localizar geograficamente um Fone Luz a partir de sua seleção na lista dos postos transformadores com Fone Luz cadastrados. O Fone Luz é um equipamento instalado na rede elétrica que tem como objetivo monitorar o fornecimento de energia. Possui uma entrada elétrica que é ligada na rede de baixa tensão e uma saída de telefone. Quando falta energia elétrica no ponto que ele está monitorando, efetua ligação telefônica para um número pré-programado. Automaticamente o SOD gera um provável ponto defeituoso e um alarme ao operador.

**Localizar um cliente especial**

Permite localizar geograficamente um cliente especial a partir de sua seleção na lista dos clientes importantes. Os clientes podem ser listados por alimentador, ramo de atividade etc. Podem, ainda, ser listados os clientes monitorados pelo Fone Luz ou para serviço programado.

**Localizar uma interrupção**

Permite localizar geograficamente uma interrupção do sistema elétrico a partir da sua seleção na lista das interrupções.

**Localizar um serviço**

Permite localizar geograficamente um serviço a partir da sua seleção na lista dos serviços por estado.

**Localizar uma equipe**

Permite localizar geograficamente uma equipe de campo a partir da sua seleção na lista das equipes.

#### 4.3. Módulo de Operação

Este módulo permite a execução de manobras, programadas ou não, tanto manualmente como telecomandadas. Essas manobras são definidas de forma a deixar o menor número de consumidores sem energia no menor tempo possível.

Subsidiaria o operador com todas as informações sobre os elementos da rede elétrica, como cargas, correntes, e gera automaticamente informações para o sistema de interrupções, que calcula os índices de disponibilidade do sistema. A seguir estão relacionadas as principais funções:

**Alarme**

Um alarme identifica sempre uma situação de anormalidade.

Uma alarme gerado no sistema emite um sinal sonoro e uma mensagem visual, podendo ser desabilitado ou habilitado pelo operador. Quando um alarme é gerado, ele entra no estado "ativo" e permanecerá nesta situação até que seja reconhecido. Uma vez reconhecido, ele passa para o histórico.

Para gerar um alarme, o sistema leva em consideração a divisão de área geográfica estabelecida para a operação ou despacho de serviços. Um alarme só é gerado para a estação de trabalho que estiver controlando a região onde ocorreu a anormalidade.

**Alimentador impedido**

Sempre que uma atuação de chave é executada, o alimentador desta chave é colocado no estado "impedido". Desta forma, se algum outro operador tentar atuar alguma chave deste mesmo alimentador, o sistema informa que ele está impedido e não permite que a atuação seja feita até que a primeira atuação esteja concluída.

### **Aterramento de circuitos**

Através da função de aterramento, o operador pode incluir um aterramento em um circuito desenergizado. Ao executar o fechamento de uma chave de um circuito aterrado o sistema avisa da existência deste aterramento e impede a efetivação desta atuação.

### **Atuação de chaves**

A atuação de chaves permite que se altere o estado de uma chave (abrir ou fechar). Quando uma chave está com o estado atual diferente do estado normal, ela é sinalizada graficamente.

A atuação de chaves possui duas etapas: simulação e efetivação.

Na simulação são executados todos os cálculos, remanejamento de cargas e é alterada a simbologia dos elementos elétricos. Como resultado, o operador tem uma imagem da situação que a rede elétrica ficará caso a atuação seja efetivada, com as informações atualizadas de corrente, carga, quantidade de consumidores energizados e desenergizados, interligação entre alimentadores, anel no alimentador, clientes especiais afetados, existência de bancos capacitores e reguladores de tensão, sobrecarga nas chaves e existência de aterramento.

Ao ser efetivada a simulação de uma atuação, o sistema atualiza todos os dados no banco e, se for o caso, gera uma interrupção.

As chaves a montante podem ser atuadas partir de qualquer trecho de um alimentador, desde que esta seja uma chave automatizada ou o RA de saída do alimentador.

### **Bloqueio de Religamento Automático**

Esta função habilita ou desabilita a função de religamento automático de um religador.

### **Bloqueio de comando de chave**

O comando de uma chave pode ser bloqueado para evitar a sua atuação indevida. Quando uma chave está com o comando bloqueado, a função de "atuação" permanece desabilitada até que seu comando seja novamente desbloqueado.

### **Cálculos elétricos**

No sistema SOD são efetuados cálculos de carregamento e corrente a cada remanejamento de carga do sistema elétrico.

### **Gerenciamento do sistema SCADA**

Através do sistema SOD é possível gerenciar todo o sistema de automação. Para isso, há uma integração entre os dois sistemas, que possibilita tanto a execução de comandos como a leitura de medidas analógicas e estados.

Quando uma chave é automatizada, ao ser selecionada, são mostrados além dos seus dados cadastrais (provenientes do sistema de cadastro) os dados de leitura "real time" provenientes do SCADA.

### **Jumper**

O jumper é considerado, no sistema SOD, como se fosse uma chave qualquer. Quando inserido, ele divide o bloco de carga em dois e, a partir daí, possui o mesmo comportamento de qualquer outra chave, podendo inclusive ser atuado.

### **Geração / encerramento automáticos de interrupção**

O sistema SOD gera e encerra as interrupções do sistema elétrico automaticamente, à medida que os circuitos são desenergizados ou energizados.

As interrupções são geradas de acordo com a normatização da ANEEL, levando em conta os conjuntos elétricos.

Este mecanismo leva em consideração a situação atual da rede elétrica (não a situação normal do cadastro). Assim, as interrupções são geradas de acordo com a situação da rede no momento dos desligamentos no que se refere a trechos remanejados entre alimentadores, interrupções simultâneas no mesmo circuito, quantidade de consumidores desenergizados e kVA interrompido.

Os dados das interrupções são precisos, relatando exatamente a situação dos desligamentos, sem a necessidade de verificações posteriores para acertos dos documentos gerados.

#### 4.4. Módulo de Gerência de Serviços

A Gerência de Serviços é um conjunto de funções do Sistema SOD que tem por objetivo fazer todo o acompanhamento de um serviço desde a sua origem até a sua conclusão. Ao término de um serviço, os seus dados são transferidos para um banco de dados de Análise de Serviços, onde são permitidas avaliações estatísticas e históricas acerca dos serviços executados.

O sistema SOD considera como serviço todo trabalho executado na rede de distribuição por uma equipe de campo.

Um serviço está sempre associado a uma ocorrência. Para uma mesma ocorrência podem ser associados vários serviços.

##### **Gerenciador do sistema**

O Gerenciador é uma função que avalia automaticamente cada nova reclamação cadastrada. Após encontrar uma reclamação, o Gerenciador, fazendo uso dos parâmetros para geração de ponto defeituoso, a contabiliza como um provável ponto defeituoso. Essa contabilização é feita para o equipamento (chave, transformador ou unidade consumidora) onde foi detectada a reclamação. Caso o Gerenciador encontre uma reclamação programada, ele automaticamente gera a partir dela uma ocorrência programada.

##### **Alarmes**

Há três situações em que são gerados alarmes:

Na geração de um ponto defeituoso, na realocação automática de um ponto defeituoso e na ativação de um serviço programado.

##### **Acompanhamento de Serviços**

O Sistema SOD permite que o serviço seja acompanhado desde a sua origem até a sua conclusão. Um novo serviço é gerado no sistema de duas formas:

Por reclamação de falta de energia e através do cadastramento manual de um serviço. Um exemplo de cadastramento manual se dá quando o electricista detecta visualmente um problema na rede e o comunica ao operador, que faz então o cadastramento do serviço.

##### **Estados de um serviço**

Um serviço pode passar por várias etapas, também chamadas de estados do serviço. São eles:

- Programado: É um serviço cadastrado previamente com data e hora planejada de execução.
- Aguardando a distribuição: Significa que o serviço cadastrado ainda não foi despachado.
- Enviado: O serviço foi enviado à equipe mas ainda não foi reconhecido como recebido.
- Reconhecido: A equipe reconheceu o recebimento do serviço mas ainda não o iniciou.
- Equipe em curso: A equipe iniciou o deslocamento para executar o serviço.
- Em execução: A equipe iniciou o serviço mas ainda não o concluiu.
- Encerrado: Significa que o serviço foi totalmente concluído.
- Cancelado: Após a geração do ponto defeituoso, o sistema permite que o serviço seja cancelado.

Por exemplo, um erro no cadastro da rede de distribuição pode gerar um ponto defeituoso para um equipamento de forma errada, e nesse caso esse serviço deve ser cancelado.

##### **Tela de Gerência de Serviços**

É a principal tela do módulo de Gerência de Serviços. Ela permite o acompanhamento centralizado dos serviços em andamento e das equipes de campo e possibilita que a qualquer momento o operador visualize qual é o estado de um serviço. Através dela é possível efetuar as seguintes funções:

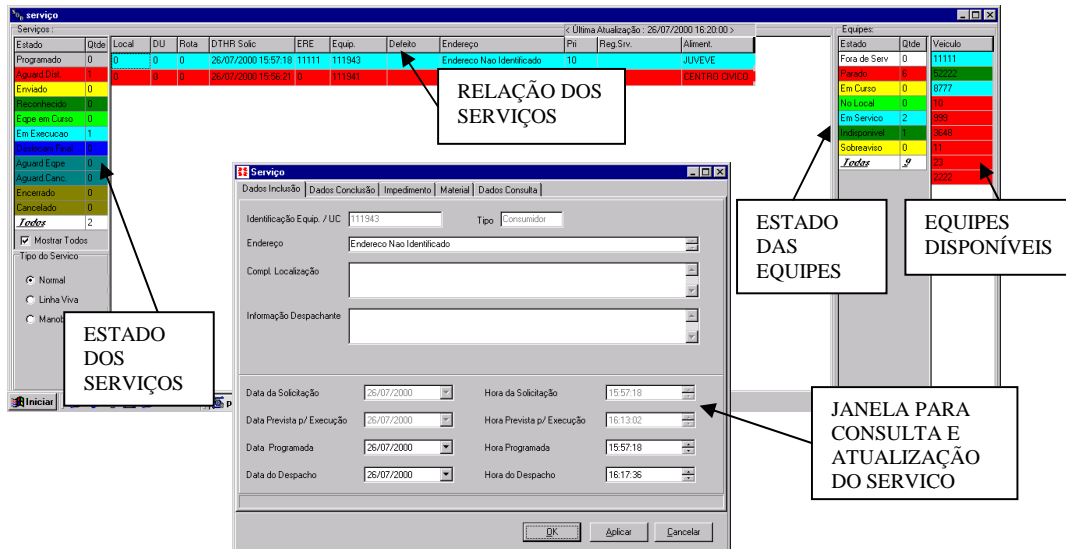
Alterar o estado de um serviço, alterar o estado de uma equipe, alterar o filtro de visualização de serviços, atualizar dados de um serviço, cadastrar um serviço, cadastrar uma equipe de linha viva, cancelar um serviço, desassociar uma equipe de um serviço, despachar um serviço, gerar um serviço auxiliar, listar serviços, programar um serviço, reconhecer um alarme e reprogramar um serviço.

##### **Despacho de serviços**

Os serviços podem ser distribuídos às equipes de campo, considerando-se o tipo dos serviços e as equipes disponíveis, conforme a posição geográfica e habilitação das equipes para desempenhar determinadas tarefas. O sistema sugere ao despachante quais as equipes mais apropriadas para executar um determinado serviço. A

priorização dos serviços é determinada de acordo com a gravidade da ocorrência, considerando-se também a quantidade de consumidores desenergizados, a demanda interrompida e a existência de consumidores especiais.

**Fig. 7 – Tela de gerência de serviços**



### Serviço auxiliar

O Sistema SOD permite que um novo serviço seja criado facilmente a partir de um anterior. Isso é particularmente útil nos casos em que um serviço não pode ser atendido por uma única equipe, por exemplo. Nesses casos, é associada uma outra equipe ao serviço e o sistema se encarrega de gerar automaticamente o novo serviço com as mesmas características do anterior (equipamento, endereço, etc.).

### Serviço Programado

Quando um serviço tem data e hora planejadas para sua execução, ele é caracterizado como programado.

Um serviço programado pode ser cadastrado no sistema de duas formas:

Através do registro de uma reclamação do tipo programada pelo atendente do Call Center. Essa reclamação programada será então convertida em uma ocorrência programada pelo Sistema.

Através do operador ao cadastrar um serviço indicando que ele é do tipo programado. Por exemplo, em função de desligamentos programados, o operador pode gerar um serviço programado para as equipes conforme a data, horário e local definidos na ordem de manobra.

Ao identificar um serviço programado, o sistema verifica se está na hora de ativá-lo. Esta ativação é feita algum tempo antes da data e hora programadas. Após a ativação do serviço, este passa do estado programado para o estado aguardando a distribuição. Também é emitido um alarme sonoro e visual ao operador.

### Localização de logradouros

Um logradouro qualquer da cidade pode ser rapidamente localizado através desta função. O sistema executa uma pesquisa fonética sobre o nome do logradouro fornecido e permite, inclusive, a localização aproximada de um número predial.

### Gerenciamento de equipes

Esta função permite incluir, alterar ou excluir uma equipe.

Para que uma equipe seja incluída, o sistema exige que ela esteja associada a um veículo e a pelo menos um funcionário. Portanto, o(s) funcionário(s) e o veículo já devem estar cadastrados no sistema.

Ao incluir uma equipe, o sistema exige que seja informada a sua Região de Serviço, que pode ser posteriormente alterada, se necessário.

A atualização dos dados de uma equipe pode ser feita a partir da tela de gerência de serviços ou através da barra de menus do sistema. A exclusão de uma equipe só é permitida caso ela esteja no estado fora de serviço, ou seja, o sistema não habilita a exclusão de uma equipe que está trabalhando.

Ao final do expediente de uma equipe, o sistema permite que ela seja passada para o estado fora de serviço.

### **Estados de uma equipe**

São etapas pelas quais uma equipe passa desde o início do atendimento até o encerramento. Veja a seguir a descrição de cada um deles:

- Fora de serviço: A equipe está aguardando o início do seu expediente.
- Parado: A equipe já iniciou o expediente e está aguardando algum serviço a ser executado.
- Em curso: A equipe recebeu um serviço a executar e está a caminho do local de atendimento.
- No local: A equipe chegou ao local de execução do serviço mas ainda não o iniciou.
- Em serviço: A equipe iniciou o serviço mas ainda não o finalizou.
- Indisponível: A equipe está no seu horário de expediente, mas não é possível passar a ela nenhum serviço para ser executado. Isso pode ocorrer caso os seus membros estejam almoçando, por exemplo.
- Sobreaviso: A equipe não está em seu horário de expediente, mas está em escala de sobreaviso. É comum haver equipes de sobreaviso em finais de semana, feriados ou em caso de temporais.

### **Computação Móvel**

É a função utilizada para encaminhar mensagens e ordens de serviço entre o Centro de Operação da Distribuição e os veículos dotados com computadores e equipamentos de comunicação.

Além das mensagens, as unidades móveis podem enviar constantemente a sua posição geográfica ao sistema SOD. De posse desses dados, o SOD posiciona o desenho do veículo na tela da estação de trabalho.

O Sistema SOD atualmente faz uso de dois tipos de comunicação “Wireless” entre as unidades móveis e o Centro de Operação: Comunicação por Rádio Troncalizado (Trunking) e Comunicação por Satélite. Apesar de haver diferenças tecnológicas entre estes sistemas, em nada impactam na forma de trabalho do operador.

#### **4.5. Módulo de Análise de Serviços**

O módulo de análise de serviços do sistema SOD é um conjunto de funções que tem o objetivo de fornecer informações históricas e estatísticas sobre os serviços executados. Essas informações podem ser consultadas através da Intranet ou Internet, fazendo uso de relatórios e gráficos amigáveis. São exemplos de análises possíveis:

Tempo de espera para início do atendimento, tempo de deslocamento, tempo de execução do serviço, tempo de atendimento, quantidade de serviços efetuados por tipo, homens hora utilizados, quantidade de equipes, Km percorrida, Etc.

Estes dados podem ser estratificados por períodos, equipes, unidade de distribuição, conjuntos ANEEL, subestações, alimentadores, causas das interrupções e componentes danificados da rede elétrica, localidade, segmento da rede, etc.

#### **4.6. Módulo de Análise de interrupções**

O módulo de análise de interrupções é semelhante ao módulo de análise de serviços, porém, tem o objetivo de fornecer informações sobre o desempenho do sistema elétrico, tais como:

Índices de confiabilidade do sistema elétrico ( DEC, FEC, DIC, FIC, etc. ), consumidores interrompidos, quantidade de interrupções, causas das interrupções, componentes danificados na rede elétrica, Etc.

Da mesma forma que no módulo de análise de serviços, estes dados podem ser estratificados por segmento do sistema elétrico ( baixa tensão, alta tensão: 13,8 ou 34,5 kV , rede urbana, rede rural, subestação de distribuição, sistema de transmissão, etc.), Unidade de Distribuição, conjuntos ANEEL, localidades, alimentadores, etc.

Permite comparar e avaliar a situação do sistema elétrico, gerar informações para o órgão normativo ( ANEEL ), identificar unidades e equipamentos elétricos críticos subsidiando o planejamento e a manutenção do sistema e auxilia nos estudos de proteção do sistema.

#### **4.7. Módulo de Programação de Desligamentos**

Neste módulo são feitos estudos prévios para o desligamento, interdição e liberação de instalações para a execução de manutenções e obras no sistema de distribuição. Possibilita a simulação de manobras de forma que qualquer função possa ser executada , para fins de análise e estudo, sem interferir na base de dados operacional, como também permite a avaliação das condições elétricas.

Utiliza as mesmas ferramentas do módulo de operação, sem interferir com os procedimentos da operação.

Simula a configuração da rede elétrica na data programada para o desligamento e os índices de confiabilidade resultantes nos alimentadores e conjuntos envolvidos no desligamento. Cria manobras programadas, gera avisos de desligamento e disponibiliza as manobras para a operação.

As principais funções do módulo de programação são as seguintes:

Simulações de manobras sobre a configuração normal da rede elétrica, simulação de manobras sobre a configuração alterada da rede elétrica devido a outras ocorrências, simulação de manobras sobre uma configuração desejada, sinalização de equipamentos de manobras impedidos ou fora de operação, execução de cálculos de carregamento e queda de tensão, disponibilidade ao Call Center dos dados sobre os desligamentos programados, emissão e aprovação de pedidos de desligamentos, emissão de ordens de manobra, alteração das ordens de manobra durante a execução, devido a novas ocorrências na rede elétrica, emissão de autorizações de trabalho, emissão de comunicações de interrupção do fornecimento aos consumidores e banco de dados com o histórico da documentação emitida

## 5. Funções de Apoio do Sistema SOD

### 5.1. Simulação de manobras

Sua finalidade é indicar ao usuário as melhores alternativas para manobrar a rede de distribuição, sejam em situações de emergência ou programada. Permite avaliar as restrições elétricas após a abertura ou fechamento de uma chave, indicando se a manobra é recomendável ou não.

O sistema fornece as alternativas para o isolamento do trecho com defeito para que o operador defina qual a manobra a ser executada.

### 5.2. Cálculos elétricos

Esta função permite analisar as condições elétricas do sistema de distribuição e pode ser usada tanto no módulo de operação quanto no módulo de programação de desligamentos.

Efetua cálculos de curto circuito para verificação da sensibilidade da proteção e carregamento nos transformadores das subestações, equipamentos de manobra, condutores, transformadores de corrente, transformadores de distribuição e reguladores de tensão.

Quando os limites de capacidade dos equipamentos são atingidos é emitido um alarme ao operador.

### 5.3. Administração

São funções auxiliares, ou seja, que não fazem parte do dia a dia do operador, mas que são importantes no funcionamento das funções básicas de operação, gerência de serviços, etc. Estas funções de administração normalmente estão habilitadas para o supervisor do Centro de Operação, as quais estão relacionados a seguir: Alteração da cor de um alimentador, atualização do diagrama esquemático da rede, cadastro de clientes especiais, configuração da estação de trabalho, cadastro de Fone Luz, definição de padrões para apresentação dos dados, configuração das regiões de serviço, configuração das Regiões de controle, habilitação da função SCADA e atualização de tabelas.

### 5.4. Help

Esta função possibilita aos usuários do SOD consultar e dirimir dúvidas sobre todos os módulos e funções do sistema bem como sobre a sua utilização.

## 6. SOLUÇÕES DE INFORMÁTICA PARA DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA SOD

### 6.1. Visão conceitual

Nos centros de operação da distribuição aparece a necessidade de aplicações que incorporam características de automação e de geoprocessamento. Aplicativos de automação devem apresentar alta performance e alta disponibilidade, trabalham com dados em tempo real, arquivos do tipo "historian" e a principal função é operacional. Aplicativos de geoprocessamento trabalham com dados georeferenciados, fazem tratamento

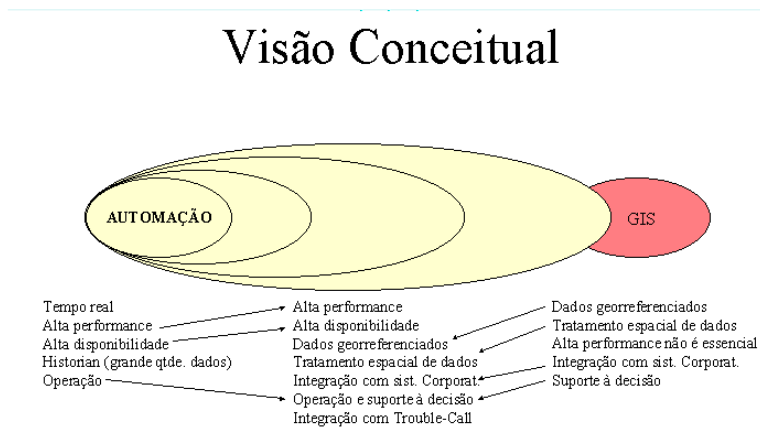
especial de dados, integram-se com vários sistemas corporativos, a alta performance exigida pela automação não é essencial e a principal função é o suporte à decisão.

Estas aplicações, voltadas tanto para a operação como para o suporte à decisão necessitam de alta performance e alta disponibilidade, trabalham com dados georeferenciados, executam tratamento espacial de dados, integram-se com sistemas corporativos e ainda com sistemas de Call Center .

Os sistemas de automação ( SCADA) geralmente chegaram primeiro nestas áreas para suprir a necessidade de automação de subestações. Com o tempo, estas aplicações foram incorporando uma série de funções para atender às necessidades dos centros de operação, chegando inclusive a executar certas funcionalidades que são características de sistemas de geoprocessamento (Fig. 8).

O problema deste tipo de solução é que os sistemas de automação geralmente trabalham com diagramas estáticos não georeferenciados, com base geográfica não contínua. Por outro lado, aplicações típicas de geoprocessamento não se prestam para este tipo de aplicações pois deixam a desejar em termos de performance. A solução, pois, são aplicações desenvolvidas com enfoque nas duas tecnologias, aproveitando o melhor de cada uma delas.

**Fig. 8 - Sistemas de automação incorporando funções de geoprocessamento**



O SOD foi desenvolvido sobre uma plataforma de geoprocessamento, porém respeitando as características de alta performance necessárias à operação. Isto é possível devido a algumas características inerentes do ambiente de geoprocessamento utilizado: o VISION\*. O SOD não se caracteriza como um sistema de automação e nem pretende ser. Porém, integra-se perfeitamente com qualquer sistema de automação do mercado. A figura 9 mostra como o projeto se encaixa entre as duas tecnologias.

## 6.2. Tecnologias e metodologias empregadas no desenvolvimento

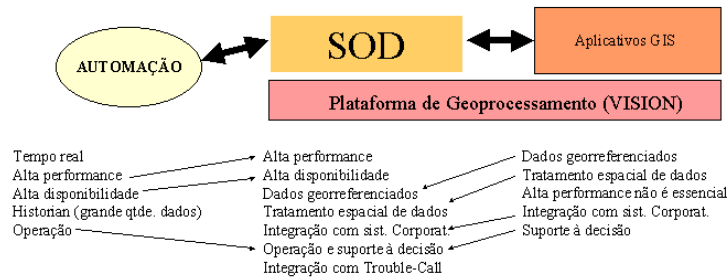
Toda a modelagem e implementação foi feita utilizando a metodologia "Objectory" da Rational. A implementação é totalmente orientada a objetos, com exceção do banco de dados que é relacional. Para possibilitar a utilização de objetos sobre um banco relacional, foi construída uma camada de persistência em parceria com a DATRAN. A notação utilizada para a análise e modelagem é UML (Unified Modeling Language). A ferramenta case de análise, modelagem e geração de códigos é o Rose, da Rational.

A plataforma de geoprocessamento utilizada para o desenvolvimento é o VISION\*, software de geoprocessamento da empresa. É uma aplicação cliente-servidor, sendo que uma pequena parte utiliza os

recursos do VISION\* no servidor (macros), sendo que a maior parte está sendo desenvolvida no lado cliente utilizando os componentes do VISION\* PC. O servidor, basicamente, é um servidor de dados. Nas estações cliente é utilizado o Windows NT por ser considerado mais estável que o Windows 95 ou Windows98. A linguagem de programação das estações cliente é o Delphi. Para a geração de códigos em Delphi a partir do Rose, está sendo utilizado o Ensemble, que tem se mostrado bem apropriado. Para o controle da documentação e das versões do sistema é utilizado o Visual Source Safe. É uma boa ferramenta, embora limitada em certos aspectos. Funciona apenas para o ambiente Windows e não permite "branching" para um controle eficiente de versões. Algumas integrações utilizam o conceito de objetos distribuídos nas quais utilizamos CORBA Visibroker.

**Fig. 9 – SOD: solução híbrida**

## Visão conceitual



### 6.3. Arquitetura do sistema

#### Arquitetura lógica

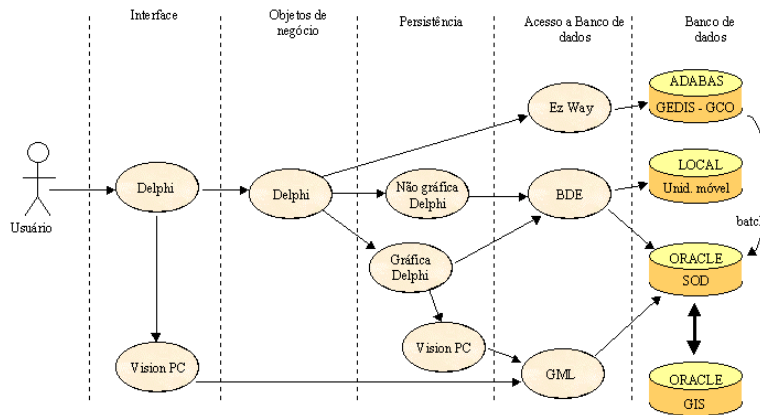
O desenvolvimento está sendo feito em 5 (cinco) camadas, que podem ser vistas na figura 10. As três primeiras camadas fazem parte do cliente, desenvolvidas em Delphi e utilizando componentes do VISION\* PC. A camada de banco de dados está no servidor UNIX, no main frame (algumas funções utilizam dados de sistemas corporativos que estão no main frame) ou nas unidades móveis (veículos). Neste último caso, todas as camadas estão no mesmo equipamento. Na camada de acesso ao banco de dados, para acesso ao main frame, foi utilizado o Ez Way, ferramenta desenvolvida em parceria entre COPELti e RR Consultoria.

O BDE (Borland Database Engine) é uma ferramenta disponibilizada pelo Delphi, para acesso a bancos de dados relacionais. O BDE traz a facilidade de que os mesmos objetos podem utilizar bancos de dados diferentes, alterando-se apenas o nome do "alias" que aponta para um banco ou outro. Assim, os mesmos objetos podem ser utilizados tanto na aplicação do servidor (que utiliza ORACLE) como na aplicação da unidade móvel (que utiliza ACCESS). Com isso tem-se uma redução no esforço do desenvolvimento para os vários módulos.

A camada de persistência, desenvolvida em parceria entre COPELti e DATRAN, possibilita a utilização dos objetos com um banco de dados relacional. Estes componentes foram desenvolvidos segundo as recomendações da OMG (Object Management Group).



**Fig. 10 – Arquitetura lógica**



### Arquitetura física

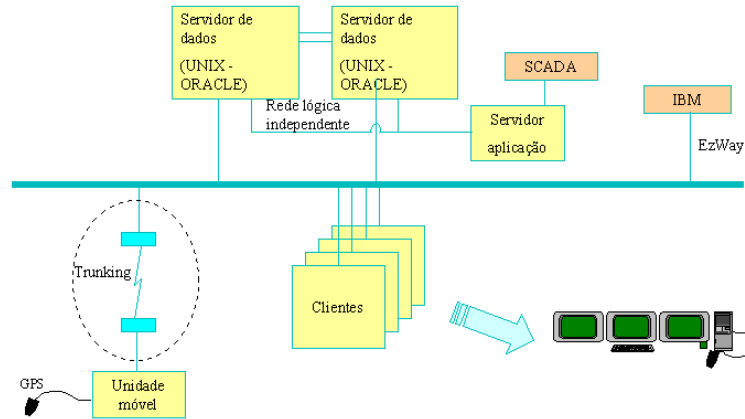
É uma aplicação tipicamente cliente-servidor. No servidor (UNIX) utilizamos o banco de dados ORACLE e o VISION\* que disponibiliza os recursos de geoprocessamento. A aplicação tem muito pouco desenvolvimento no servidor sendo que a maior parte da funcionalidade está no cliente, aproveitando o potencial dos micros e reduzindo a necessidade de um servidor muito robusto.

O servidor de dados é composto por duas máquinas RISC com UNIX formando um sistema "clusterizado". Neste esquema, toda a atualização que é feita em uma das máquinas, é atualizado automaticamente na outra. Além disso, se a máquina principal apresentar problemas, a aplicação passa a acessar a outra sem interrupção. Isso garante a disponibilidade necessária no sistema.

As estações clientes são constituídas de um micro PC Pentium com Windows NT Workstation e até três monitores funcionando como se fossem um só. O que possibilita isso é uma placa de vídeo com várias saídas. É a própria placa que controla os vários monitores sendo que a única interferência da aplicação é na distribuição das telas para que não haja sobreposição de informações. Isso permite a distribuição das telas entre os monitores aumentando a agilidade da operação. A utilização de micros nas estações clientes ao invés de workstations reduz drasticamente os custos de implantação do sistema.

Há também um servidor de aplicações com o Windows NT Workstation. Este servidor de aplicações é responsável por uma série de atividades de gerenciamento do sistema e integração com outros aplicativos, entre eles o SCADA. A classe que se comunica com o SCADA conversa com a aplicação através de CORBA. Para as unidades móveis podem ser utilizados notebooks ou pain computers. O único requisito é que possa ser instalado o Windows 95. A rede utilizada para transferência de dados entre as unidades móveis e o servidor é ethernet com protocolo TCP/IP e os sistemas de comunicação "wireless" utilizados são o radio troncalizado(trunking) e satélite.

**Fig. 11 – Arquitetura física**



#### 7. BENEFÍCIOS CONSEGUIDOS COM O SISTEMA

- Redução de 14 centros de operação de distribuição, permanecendo apenas 05 centros na área de concessão.
- Redução das equipes de operadores dos centros de operação de distribuição.
- Redução dos deslocamentos efetuados pelas equipes de campo.
- Menor tempo para restabelecimento do fornecimento de energia.
- Melhor priorização dos serviços
- Melhor dimensionamento e controle das equipes de campo
- Maior segurança operacional das equipes de campo
- Melhor qualidade das informações
- Eliminação da tramitação de papel