

**1º WORKSHOP NACIONAL EM REDES NEURONAIS E 1ª ESCOLA DE REDES NEURONAIS**

**Nome do Coordenador:** Ruy Luiz Milidiú

**Instituição:** PUC-Rio

**Departamento:** Informática

**Endereço para correspondência:** PUC/Rio  
Departamento de Informática  
Rio de Janeiro, RJ  
CEP 22453

**Telefone:** **Fax:** (021) 529-9485

**Composição da Equipe (Além do coordenador)**

José Carlos Tavares; Paulo Roberto dos Santos Pereira

**Infraestrutura Básica Disponível (Hardware/Software)**

- Mac IIsi
- Sun SPARC Station
- Neural Works Professional
- S-PLUS

**Cooperações Técnico-Científicas Existentes (Nacionais e Internacionais):**

CCR - Ibm Brasil

**1º WORKSHOP NACIONAL EM REDES NEURONAIS E 1ª ESCOLA DE REDES NEURONAIS**

**Nome do Coordenador:** Ruy Luiz Milidiú

**Instituição:** PUC-Rio

**Departamento:** Informática

**Endereço para correspondência:** PUC/Rio  
Departamento de Informática  
Rio de Janeiro, RJ  
CEP 22453

**Telefone:** **Fax:** (021) 529-9485

**Composição da Equipe (Além do coordenador)**

José Carlos Tavares; Paulo Roberto dos Santos Pereira

**Infraestrutura Básica Disponível (Hardware/Software)**

- Mac IIsi
- Sun SPARC Station
- Neural Works Professional
- S-PLUS

**Cooperações Técnico-Científicas Existentes (Nacionais e Internacionais):**

CCR - Ibm Brasil

## **G+: SISTEMA DE APOIO A PROSPECÇÃO GEOQUÍMICA DE SUPERFÍCIE**

### **1. Objetivo**

O objetivo deste projeto é a construção de um sistema computacional inteligente para apoio a prospecção geoquímica de superfície -- o sistema "G+".

### **2. Justificativa**

A prospecção geoquímica de superfície vem ocupando papel relevante na exploração de recursos naturais presentes tanto na superfície quanto na superfície terrestre. O elevado desempenho dos resultados obtidos, face aos baixos custos de implementação desses métodos, vem apontando para sua crescente utilização.

Na exploração petrolífera, a presença de hidrocarbonetos na superfície é considerada como um forte indicador de acumulações de hidrocarbonetos na superfície. Assim, a geoquímica de superfície destaca-se como importante ferramenta nessa atividade de exploração. De maneira similar, outros recursos naturais manifestam sua presença através de diversos indícios facilmente identificáveis na superfície.

Recentemente, o Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo A. Miguez de Mello -- CENPES/PETROBRÁS -- solicitou a PUC-RIO o desenvolvimento de um sistema que conceituasse e implementasse computacionalmente uma metodologia de apoio a análise geoquímica de superfície. Atendendo à esta demanda foi elaborado o sistema "G", que incorpora os primeiros resultados de nossos esforços de investigação e desenvolvimento tecnológico nessa área. O sucesso alcançado pelo sistema "G" recomenda fortemente a extensão e disseminação em larga escala da tecnologia utilizada. A esta nova versão denominamos "G+".

Em resumo, a construção do sistema "G+" propicia ganhos significativos para empresas de diversos setores industriais. Dentre os principais usuários potenciais da tecnologia oferecida através do sistema "G+" destacam-se o setor de exploração petrolífera e o setor de exploração mineral.

### **3. Descrição**

O projeto deste sistema está baseado na modelagem e integração de dois tipos básicos de conhecimento.

## **G+: SISTEMA DE APOIO A PROSPECÇÃO GEOQUÍMICA DE SUPERFÍCIE**

### **1. Objetivo**

O objetivo deste projeto é a construção de um sistema computacional inteligente para apoio a prospecção geoquímica de superfície -- o sistema "G+".

### **2. Justificativa**

A prospecção geoquímica de superfície vem ocupando papel relevante na exploração de recursos naturais presentes tanto na superfície quanto na superfície terrestre. O elevado desempenho dos resultados obtidos, face aos baixos custos de implementação desses métodos, vem apontando para sua crescente utilização.

Na exploração petrolífera, a presença de hidrocarbonetos na superfície é considerada como um forte indicador de acumulações de hidrocarbonetos na superfície. Assim, a geoquímica de superfície destaca-se como importante ferramenta nessa atividade de exploração. De maneira similar, outros recursos naturais manifestam sua presença através de diversos indícios facilmente identificáveis na superfície.

Recentemente, o Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo A. Miguez de Mello -- CENPES/PETROBRÁS -- solicitou a PUC-RIO o desenvolvimento de um sistema que conceituasse e implementasse computacionalmente uma metodologia de apoio a análise geoquímica de superfície. Atendendo à esta demanda foi elaborado o sistema "G", que incorpora os primeiros resultados de nossos esforços de investigação e desenvolvimento tecnológico nessa área. O sucesso alcançado pelo sistema "G" recomenda fortemente a extensão e disseminação em larga escala da tecnologia utilizada. A esta nova versão denominamos "G+".

Em resumo, a construção do sistema "G+" propicia ganhos significativos para empresas de diversos setores industriais. Dentre os principais usuários potenciais da tecnologia oferecida através do sistema "G+" destacam-se o setor de exploração petrolífera e o setor de exploração mineral.

### **3. Descrição**

O projeto deste sistema está baseado na modelagem e integração de dois tipos básicos de conhecimento.

## 1º WORKSHOP NACIONAL EM REDES NEURONAIS E 1ª ESCOLA DE REDES NEURONAIS

O primeiro, constitui-se das informações amostrais de características geoquímicas, usualmente obtidas através de levantamentos no campo e posterior análises laboratoriais.

Enquanto que o segundo, constitui-se das avaliações fornecidas por analistas especializados em geoquímica de superfície. Estas avaliações sintetizam diversas informações adicionais sobre a região em estudo e sobre seus atributos geoquímicos.

Dentre as principais características e requisitos identificados como fundamentais ao bom desempenho do sistema destacam-se:

**multivariado** - tratamento simultâneo dos diversos atributos amostrais, integrando coerentemente os resultados em uma única análise;

**paramétrico** - utilização de um número reduzido de parâmetros que capturem as propriedades relevantes do problema;

**caracterização do Background** - a partir da classificação automática das diversas amostras, estimar as principais características do Background na região;

**modelagem espacial** - inclusão do efeito da interdependência devida a localização espacial;

**múltiplas fontes de anomalias** - interpretação dos dados levando em conta a presença de múltiplas fontes de anomalias que devem ser descritas e localizadas.

**informações auxiliares** - a incorporação de informações auxiliares tais como litologia, profundidade e outras;

**estatísticas descritivas** - produção automática das estatísticas descritivas necessárias a interpretação dos dados, e elaboração de relatórios;

**mapeamento de indicadores** - apresentação através de poderosa interface gráfica, dos principais elementos indicadores da classificação das amostras em mapas e diagramas que favorecem a inspeção visual e interpretação dos resultados;

**interface amigável** - a utilização de um gerenciador de interface gráfica, conferindo ao sistema uma comunicação com o usuário de modo suave, logicamente potente, bem como agradável.

### 4. Metodologia

A metodologia adotada consiste na extensão do modelo estatístico de mistura já implementado com sucesso no sistema "G", incluindo também as avaliações dos especialistas. Além disso, será explorada a tecnologia de redes neurais artificiais para a extração de características espaciais das amostras.

## 1º WORKSHOP NACIONAL EM REDES NEURONAIS E 1ª ESCOLA DE REDES NEURONAIS

O primeiro, constitui-se das informações amostrais de características geoquímicas, usualmente obtidas através de levantamentos no campo e posterior análises laboratoriais.

Enquanto que o segundo, constitui-se das avaliações fornecidas por analistas especializados em geoquímica de superfície. Estas avaliações sintetizam diversas informações adicionais sobre a região em estudo e sobre seus atributos geoquímicos.

Dentre as principais características e requisitos identificados como fundamentais ao bom desempenho do sistema destacam-se:

**multivariado** - tratamento simultâneo dos diversos atributos amostrais, integrando coerentemente os resultados em uma única análise;

**paramétrico** - utilização de um número reduzido de parâmetros que capturem as propriedades relevantes do problema;

**caracterização do Background** - a partir da classificação automática das diversas amostras, estimar as principais características do Background na região;

**modelagem espacial** - inclusão do efeito da interdependência devida a localização espacial;

**múltiplas fontes de anomalias** - interpretação dos dados levando em conta a presença de múltiplas fontes de anomalias que devem ser descritas e localizadas.

**informações auxiliares** - a incorporação de informações auxiliares tais como litologia, profundidade e outras;

**estatísticas descritivas** - produção automática das estatísticas descritivas necessárias a interpretação dos dados, e elaboração de relatórios;

**mapeamento de indicadores** - apresentação através de poderosa interface gráfica, dos principais elementos indicadores da classificação das amostras em mapas e diagramas que favorecem a inspeção visual e interpretação dos resultados;

**interface amigável** - a utilização de um gerenciador de interface gráfica, conferindo ao sistema uma comunicação com o usuário de modo suave, logicamente potente, bem como agradável.

### 4. Metodologia

A metodologia adotada consiste na extensão do modelo estatístico de mistura já implementado com sucesso no sistema "G", incluindo também as avaliações dos especialistas. Além disso, será explorada a tecnologia de redes neurais artificiais para a extração de características espaciais das amostras.

## 1º WORKSHOP NACIONAL EM REDES NEURONAIS E 1ª ESCOLA DE REDES NEURONAIS

São duas as principais etapas desse projeto:

- Modelagem Estatística Artificial e Computacional;
- e, Implementação do Sistema Computacional "G+".

A *modelagem estatística* envolve o ajuste, aos dados amostrais e às informações adicionais, de um modelo de mistura de vários componentes. Para isso, é utilizada uma restrição no espaço de parâmetros de forma a garantir a convergência do algoritmo de minimização do erro de ajuste. Outro elemento informacional de baixo custo de obtenção são as classificações visuais fornecidas por analistas. A coerente integração dessas informações ao modelo estatístico compõe a etapa *inteligente* do sistema "G+". Estas informações aumentam a aderência do modelo de mistura, e também diminuem o esforço computacional para a obtenção do ajuste. Por um lado elas funcionam como redutores de erro, e por outro como aceleradores de convergência.

Para a *modelagem neuronal* investigaremos os Mapas Auto-organizativos de Kohonen, que captarão a interdependência espacial dos atributos amostrais. A exploração e treinamento das redes neurais será realizada no ambiente Neural Works Professional II.

A *implementação* do sistema "G+" será no ambiente S-PLUS rodando na plataforma MS-WINDOWS. Tendo em vista a construção de um ambiente de apoio a análise de geoquímica, o sistema deve ser dirigido por eventos e orientado a objetos. Desta forma, é adotado um enfoque de desenvolvimento que favorece o encapsulamento e reutilização de diferentes formas de conhecimento utilizadas na tarefa de análise de geoquímica de superfície. Tendo em vista a intensa interação do sistema com o usuário, é fundamental a adoção de interface gráfica tanto para comunicação como para geração de avaliações pelo especialista.

## 1º WORKSHOP NACIONAL EM REDES NEURONAIS E 1ª ESCOLA DE REDES NEURONAIS

São duas as principais etapas desse projeto:

- Modelagem Estatística Artificial e Computacional;
- e, Implementação do Sistema Computacional "G+".

A *modelagem estatística* envolve o ajuste, aos dados amostrais e às informações adicionais, de um modelo de mistura de vários componentes. Para isso, é utilizada uma restrição no espaço de parâmetros de forma a garantir a convergência do algoritmo de minimização do erro de ajuste. Outro elemento informacional de baixo custo de obtenção são as classificações visuais fornecidas por analistas. A coerente integração dessas informações ao modelo estatístico compõe a etapa *inteligente* do sistema "G+". Estas informações aumentam a aderência do modelo de mistura, e também diminuem o esforço computacional para a obtenção do ajuste. Por um lado elas funcionam como redutores de erro, e por outro como aceleradores de convergência.

Para a *modelagem neuronal* investigaremos os Mapas Auto-organizativos de Kohonen, que captarão a interdependência espacial dos atributos amostrais. A exploração e treinamento das redes neurais será realizada no ambiente Neural Works Professional II.

A *implementação* do sistema "G+" será no ambiente S-PLUS rodando na plataforma MS-WINDOWS. Tendo em vista a construção de um ambiente de apoio a análise de geoquímica, o sistema deve ser dirigido por eventos e orientado a objetos. Desta forma, é adotado um enfoque de desenvolvimento que favorece o encapsulamento e reutilização de diferentes formas de conhecimento utilizadas na tarefa de análise de geoquímica de superfície. Tendo em vista a intensa interação do sistema com o usuário, é fundamental a adoção de interface gráfica tanto para comunicação como para geração de avaliações pelo especialista.

## **PREVISÃO POR BACKPROPAGATION DOS PREÇOS DE PRODUTOS DE PETRÓLEO**

### **1. Objetivo**

O objetivo deste projeto é a construção de um sistema computacional voltado para a previsão de séries temporais, implementando o Modelo de Backpropagation e suas principais variações.

### **2. Descrição**

A previsão de preços de derivados de petróleo no mercado internacional é fundamental no processo gerencial de curto prazo envolvido com a participação da PETROBRÁS no mercado futuro de derivados. As vultuosas somas envolvidas justificam o esforço da empresa em aprimorar seus métodos de previsão desses preços, pois mesmo reduzidos ganhos unitários representam enormes retornos quando considerada a escala real de operação da empresa.

A utilização do modelo de retropropagação (backpropagation) apresentou desempenho superior aos métodos convencionalmente empregados pela empresa. Para aumentar a produtividade e qualidade das previsões fornecidas pelo modelo neuronal adotado, foi desenvolvido o sistema PRESUME que oferece facilidades especiais voltadas para o problema de previsão de séries temporais.

### **3. Publicações**

Mididiú, R.L. & Melo, M.P. (1991) - *Oil Prices Forecasting Through Backpropagation*, IV International Conference on Neural Networks & Their Applications - NEURO-NIMES 91, Nimes, France.

Melo, M.P. & Milidiú, R.L. (1991) - *Applying Neural Networks to Time Series Analysis*, XXX TIMS-ORSA Joint International Meeting, Rio de Janeiro.

Melo, M.P. & Milidiú, R.L. (1991) - *Applying Neural Networks to Forecast the Price of Oil Products in the International Market*, Latin American Conference on Artificial Intelligence in Petroleum Exploration and Production.

Melo, M.P. (1991) - *Redes Neurais Artificiais: Uma Aplicação à Previsão de Preços de Derivados de Petróleo*, Dissertação de Mestrado, DI-PUC/RJ.

## **PREVISÃO POR BACKPROPAGATION DOS PREÇOS DE PRODUTOS DE PETRÓLEO**

### **1. Objetivo**

O objetivo deste projeto é a construção de um sistema computacional voltado para a previsão de séries temporais, implementando o Modelo de Backpropagation e suas principais variações.

### **2. Descrição**

A previsão de preços de derivados de petróleo no mercado internacional é fundamental no processo gerencial de curto prazo envolvido com a participação da PETROBRÁS no mercado futuro de derivados. As vultuosas somas envolvidas justificam o esforço da empresa em aprimorar seus métodos de previsão desses preços, pois mesmo reduzidos ganhos unitários representam enormes retornos quando considerada a escala real de operação da empresa.

A utilização do modelo de retropropagação (backpropagation) apresentou desempenho superior aos métodos convencionalmente empregados pela empresa. Para aumentar a produtividade e qualidade das previsões fornecidas pelo modelo neuronal adotado, foi desenvolvido o sistema PRESUME que oferece facilidades especiais voltadas para o problema de previsão de séries temporais.

### **3. Publicações**

Mididiú, R.L. & Melo, M.P. (1991) - *Oil Prices Forecasting Through Backpropagation*, IV International Conference on Neural Networks & Their Applications - NEURO-NIMES 91, Nimes, France.

Melo, M.P. & Milidiú, R.L. (1991) - *Applying Neural Networks to Time Series Analysis*, XXX TIMS-ORSA Joint International Meeting, Rio de Janeiro.

Melo, M.P. & Milidiú, R.L. (1991) - *Applying Neural Networks to Forecast the Price of Oil Products in the International Market*, Latin American Conference on Artificial Intelligence in Petroleum Exploration and Production.

Melo, M.P. (1991) - *Redes Neurais Artificiais: Uma Aplicação à Previsão de Preços de Derivados de Petróleo*, Dissertação de Mestrado, DI-PUC/RJ.