

UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA
INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

DESENVOLVIMENTO DE MODELOS ESTOCÁSTICOS APLICADOS À
DESCRIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE RESERVATÓRIOS PETROLÍFEROS

António José da Costa Silva

Dissertação para a obtenção do Grau de Doutor em
Engenharia de Minas

Novembro de 1992

RESUMO

O objectivo deste trabalho de investigação consiste no desenvolvimento e aplicação de uma metodologia multidisciplinar e sistémica para a caracterização e descrição dos reservatórios petrolíferos. Essa metodologia é encarada como uma interface polarizadora entre diferentes disciplinas, nomeadamente a Engenharia de Reservatórios, a Geologia, a Geofísica, a Petrofísica, a Modelagem Matemática e a Computação.

A utilização de modelos probabilísticos na Descrição de Reservatórios de Fluidos é uma abordagem inovadora que apresenta importantes potencialidades na solução de problemas críticos da indústria, nomeadamente no sentido de aumentar o rigor e a eficácia dos Modelos Numéricos Descritivos, quantificar as incertezas e o risco associado às previsões e melhorar a representação da arquitectura interna dos reservatórios, especialmente na área entre os poços.

Outras características inovadoras são introduzidas através de metodologias estatísticas para a estimação da distribuição espacial da permeabilidade, desenvolvidas no quadro da Análise de Correspondências e da Simulação Multifásica e permitindo a utilização simultânea dos dados reais da permeabilidade e de medições de outras variáveis com ela relacionadas. A estimação de outras variáveis relevantes foi também objecto de pesquisa, no sentido de se encontrarem metodologias adequadas ao comportamento não estacionário de algumas dessas variáveis. O cálculo de reservas, quer global quer local, condicionada à tipologia do reservatório que resulta de uma Análise Multivariada de Dados, foi também objecto de investigação. Mereceu especial atenção o desenvolvimento de técnicas adequadas para a modelagem geométrica dos reservatórios e respectivas camadas ou zonas, no âmbito da morfologia geostatística.

O cálculo de reservas, quer global quer local, condicionada à tipologia do reservatório que resulta de uma Análise Multivariada de Dados, foi também objecto de investigação. Mereceu especial atenção o desenvolvimento de técnicas adequadas para a modelagem geométrica dos reservatórios e respectivas camadas ou zonas, no âmbito da morfologia geostatística.

Mereceu especial atenção o desenvolvimento de técnicas adequadas para a modelagem geométrica dos reservatórios e respectivas camadas ou zonas, no âmbito da morfologia geostatística.

O trabalho abordou ainda o problema da simulação de heterogeneidades que condicionam a arquitectura interna dos reservatórios, resolvido no quadro da Simulação Morfológica que fornece a distribuição espacial de argilas, estilólitos, etc.

Em síntese, pode-se dizer que foi erigida uma REDE DE MODELOS adequada à ESTIMAÇÃO E SIMULAÇÃO GEOSTATÍSTICA de propriedades relevantes dos reservatórios de fluidos baseada numa ABORDAGEM MULTIDISCIPLINAR E SISTÉMICA, com evidentes

consequências a jusante, mormente no que diz respeito à SIMULAÇÃO DO ESCOAMENTO DE FLUIDOS e ao planeamento de operações avançadas de recuperação.

SUMMARY

The main objective of this research work is the development and application of a multidisciplinary methodology to tackle critical problems related to oil reservoirs description and characterisation. The envisaged methodology combines and integrates parallel developments in Reservoir Engineering, Petroleum Geology, Geophysics, Petrophysics, Mathematical Modelling and Computing Science.

Other innovative features are incorporated through the geostatistical procedures developed for the estimation of Permeability within the framework of Correspondence Analysis and Multiphase Simulation. Hard and Soft data can be used simultaneously in order to improve the reliability of the estimated profiles.

The estimation of other pertinent variables was undertaken, as part of the research, in order to cope with the non-stationary behaviour and provide uncertainty levels.

Different methodologies have been assessed for reserves calculation, at global and local scales, according to Reservoir Quality Zones emerging from Multivariate Data Analysis, and to the level of information in different stages of the life of an oil field.

The development of techniques for modelling the geometry of the reservoir and relevant layers, based on the grounds of Transitive Kriging of Indicator Data, deserved special attention.

A new approach was established for the simulation of reservoir heterogeneities that condition the internal architecture and the framework of Morphological Simulation is adequate to provide the spatial distribution of shales, stylolites, baffles, etc...

In summary, a network of models, suitable for geostatistical estimation and simulation of reservoir properties was built, based on a multidisciplinary approach, with positive consequences at different levels namely in areas like simulation of fluids flow, reservoir management, producing planning and oil recovery programmes.