



PROCINT_LOG: “Software” Acadêmico para Processamento e Análise de Perfis Convencionais de Poço

Jadir da Conceição da Silva, UFRJ

Copyright 2005, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation at the 9th International Congress of the Brazilian Geophysical Society held in Salvador, Brazil, 11-14 September 2005.

Contents of this paper were reviewed by The Technical Committee of the 9th International Congress of The Brazilian Geophysical Society and do not necessarily represent any position of the SBGf, its officers or members. Electronic reproduction or storage of any part of this paper for commercial purposes without the written consent of The Brazilian Geophysical Society is prohibited.

Abstract

PROCINT_LOG is a free GUI academic software that runs under MATLAB and is useful for simplified conventional oil and gas well logs analysis. It works through two distinct modes: (1) direct petrophysical parameters inclusion from both field copies and digital files and (2) by reading digital file and performing the calculations along chosen intervals. The software load ASCII and LAS format files and identifies the logs available, supplying both a header file with additional information about the well and a matrix with the depth in the first column and logs in the remain columns. The last can be loaded by PROCINT_LOG and checked out for unusual highly noisy and/or spurious data, allowing an efficient data control. Furthermore, each one of the proposed processing modes fits well to any chosen processing sequence, allowing the log interpreter to drive your own perspectives into log analysis. To provide a little of perspective, fundamental well-logging principles are stressed by informative icons that can be searched at any time the interpreter need. Calculations such as invasion-corrected resistivity, shale volume, and Archie, Dual Water and Simandoux methods for water saturation computations and three types of water resistivity computations are viable. One complete example is performed on both synthetic and real data and results are checked against visual analysis to show the usefulness, rapidness and accuracy of PROCINT_LOG in performing accurate logs analysis.

Introdução

A introdução dos computadores digitais nas unidades de perfuração de poços para petróleo possibilitou uma maior versatilidade na geração de curvas, de forma rápida e eficiente. Seguindo à aquisição, os perfis puderam ser registrados, editados e transferidos para computadores mais velozes onde os cálculos adicionais são feitos e apresentados em uma variedade de formatos (Dewan, 1983). Conseqüentemente, uma explosão na variedade nos registros destas curvas tem surgido nos últimos anos, incluindo suas interpretações integradas, ajustamento das profundidades verticais verdadeiras, cálculos de mergulho de camadas e do próprio poço, dentre outras (Ellis, 1987). Com todo este avanço tecnológico, a interpretação primária destes perfis se torna disponível em tempo reduzido, na maioria das vezes em no máximo duas horas após a aquisição (Serra, 1982). Saliento, contudo, que toda esta eficiência

resultou na necessidade de softwares cada vez mais sofisticados e caros, e que embora não se constitua propriamente em problemas de maior ordem para as grandes empresas petrolíferas, têm se constituído numa impossibilidade ímpar para o ensino atualizado de geofísica de poço nas universidades brasileiras, visto a carência de recursos financeiros para adaptar-se à estas novas tecnologias. Posto isto, e como forma de contribuir para os desafios impostos pelo progresso tecnológico atual, e também para auxiliar na formação dos nossos alunos de graduação e pós-graduação, faz-se necessário o acesso destes usuários a um software que seja ao mesmo tempo amigável e de fácil acesso, o que implica em baixos custos e com o mínimo de sofisticação em termos de hardwares computacionais. Por isto, este projeto de pesquisa se propõe a desenvolver um software que seja realmente amigável, a partir do qual o aluno possa interagir e atuar na tomada de decisões, baseado no aprendizado anterior nas disciplinas de geofísica de poço e/ou perfilagem de poços. Além disso, o software, por não ter fins comerciais e sim puramente acadêmicos, será distribuído gratuitamente para os departamentos que possuam em seu currículo as disciplinas a ele relacionadas. Vale ainda salientar que este projeto tem como sua principal relevância, na área de geofísica de poço, a possibilidade que terão os alunos de exercer seus treinamentos para as atividades profissionais futuras, manipulando e interagindo, através das interfaces gráficas do ambiente MATLAB, com um software que os habilite a conhecer e interceder na seqüência convencional do processamento e interpretação de perfis de poço. Este trabalho tem como principal objetivo o desenvolvimento de um software computacional acadêmico, amigável, em ambiente MATLAB, com acesso via interface gráfica com o usuário (GUI), a ser utilizado para o processamento e interpretação de perfis convencionais de poço. Além disso, ele vai proporcionar treinamento a alunos de graduação e pós-graduação na manipulação de um software acadêmico inteiramente gratuito, mas que os habilite a propor novas seqüências no processamento e interpretação de perfis de poços de petróleo.

Metodologia

A metodologia a ser seguida neste artigo são etapas que se seguirão à edição e segmentação dos perfis convencionais de poço intitulados resistividade, porosidade neutrônica, poro-densidade, raios gama, potencial espontâneo. Isto é dividido nas oito etapas básicas relacionadas a seguir: (1) Cálculo do volume de folhelho (V_{sh}), (2) Determinação da porosidade efetiva (PH_e), (3) Determinação de litologia (V_1, V_2, \dots, V_n), n = número de minerais; (4) Resistividade da água de formação (R_w), (5) Saturação de água (S_w), (6) Estimativas de permeabilidade ($Perm$), (7) Producibilidade e “net pay zone” (Q_d) e (9) Cálculo de reservas (R_{oil}, R_{gas}). O produto final é um conjunto de

programas em ambiente MATLAB, com arquivos dos tipos definidores *.mat e *.fig, que poderão ser exibidos graficamente na tela do computador e manipulados com o mouse no tipo padrão de interação gráfica com o usuário. Para cada tela exibida no computador, o usuário terá à sua disposição um texto técnico explicativo da teoria básica das técnicas de geofísica empregadas e das atribuições de cada ícone exibido. Estas facilidades terão como objetivo recapitular para os alunos os principais conceitos da geofísica de poço. A seguir serão implementados programas simples de interface gráfica com o usuário, com fins acadêmicos, mas obedecendo a uma seqüência de cálculo similar à dos softwares comerciais: (1) Cálculo dos volumes de folhelho (Vsh). Neste item o software PROCINT_LOG permitirá ao usuário a utilização de pelo menos três métodos de cálculo com diferentes conjuntos de perfis, atendendo as regras de uso convencionadas ditadas pela SPWLA (Society of Professional of Well-Logging Analysts); (2) Os valores do item (1) serão utilizados para o cálculo da porosidade efetiva (PHle) das formações, como opção de utilização tanto de um só perfil, se apenas este estiver disponível, quanto dos métodos de litologia complexa e, como novidade, a de aplicações da regra fuzzy. (3) De posse dos valores de Vsh e PHle, o software permitirá identificar litologias utilizando tanto modelo de dois minerais quanto de três minerais, a depender da disponibilidade de curvas. Estas opções serão exibidas na tela, requerendo do usuário-aluno discernimento suficiente para a escolha da opção mais correta, baseados nos dados em mãos. (4) Capacitar o software a transferir os valores de Vsh, e PHle para uma planilha onde o cálculo de resistividade aparente da água da formação (R_{wa}) seja processada com a intervenção do aluno, destacadas as opções a serem exibidas na tela. Neste item, o aluno terá à sua disposição um resumo do cabeçalho dos perfis para auxiliá-lo na melhor opção para a necessária correção de temperatura ($RW@FT$) dos perfis eletroresistivos. (5) De posse dos valores de Vsh, PHle, R_{wa} e $RW@FT$, exibidas na tela do computador, o software oferecerá uma série de opções de modelos (Archie, Archie-Winsauer, Dumanier, etc.) para o cálculo de saturação de água do reservatório (S_w), além da saturação de água irreduzível (S_{wir}) em cada zona e/ou mesmo em cada ponto ao longo do poço. (6) Finalmente o software será capaz de estimar permeabilidade, com várias opções (Timur, Porosidades, etc.) e providenciar o cálculo simplificado de reservas. Todas as etapas discriminadas acima serão seguidas de opções gráficas para exibição, sendo as mais comuns na forma padrão de perfis, na análise de elementos (ELAN), ou na forma de "cross-plots". O resultado final será disponibilizar gratuitamente na internet e em CD-ROM o software PROCINT_LOG, identificado como um recurso acadêmico de importância fundamental para o aprimoramento dos alunos dos cursos de graduação e pós-graduação em geofísica de poço das universidades brasileiras. A manipulação deste software se dá de forma interativa, exatamente para permitir que os usuários possam interceder na forma de processamento, sempre em busca da melhor opção.

Conclusões

A inexistência de softwares baratos para os padrões da maioria das universidades brasileiras, e que sejam ao

mesmo tempo de fácil manipulação pelos alunos e outros usuários interessados no assunto, constui-se em um dos principais desafios para o ensino de geofísica de poço no Brasil. Com a distribuição gratuita do PROCINT_LOG estes alunos terão a possibilidade de exercer treinamento adequado às exigências atuais do mercado. A relevância deste projeto está, então, relacionada principalmente com a visão global do processamento e interpretação integrada de múltiplos perfis de poço, no qual o usuário possa intervir ou para condicionar a seqüência do processamento ao procedimento padrão, ou testar novas possibilidades embasados em seu aprendizado dentro das disciplinas de perfilagem e/ou geofísica de poços. Como a metodologia aqui proposta segue fielmente os procedimentos padrões adotados pelos principais softwares comerciais, a transição do aluno, treinado no PROCINT_LOG, para os outros softwares se fará com o mínimo de dificuldade.

Interfaces Gráficas

As Figuras (1)-(6) mostram alguns exemplos de interfaces gráficas utilizadas pelo PROCINT_LOG. Na figura 1 apresenta a interface principal, mostrando a apresentação do software e um ícone para informações gerais e os demais ícones para entrada de dados. A Figura 2 mostra um exemplo de visualização dos ícones explicativos das teorias de cada um dos perfis. A Figura 3 disponibiliza uma interface gráfica utilizada para a determinação da saturação de água. Note que duas opções para estes cálculos são disponibilizadas para o analista de perfis. A Figura 4 exemplifica uma das muitas interface com varias opções para avaliar volume de folhelho das formações selecionadas. Observe que o software dispõe da opção "default" onde os valores limites dos perfis são previamente oferecidos. A Figura 5 exemplifica uma interface disponibilizada pelo software quando da seleção da opção default da Figura 4. Finalmente, a Figura 6 mostra a interface com o relatório final do processamento efetuado.

Agradecimentos

O autor agradece ao CNPq pelo financiamento desta pesquisa, através do Processo No.471204/2003-0.

Referências

- Dewan, J. T.**, 1983, Essentials of modern open-hole log interpretation, PennWellBooks, Tulsa, p361.
- Ellis, D. V.**, 1987, Well logging for earth scientists, Elsevier, N.Y. p532.
- Serra, O.**, 1982, Essentials of natural gamma ray spectrometry interpretation, s.1, Schlumberger Technical Services, p70.

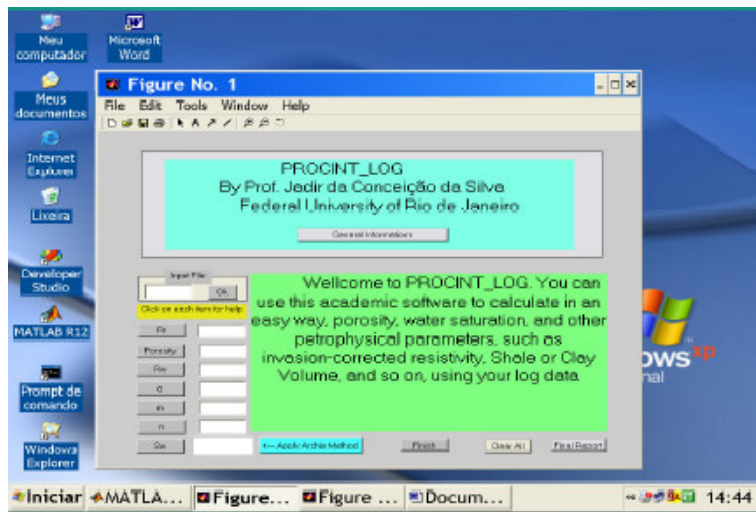


Figura 1: Interface principal, mostrando a apresentação do software e um ícone para informações gerais e os demais ícones para entrada de dados.

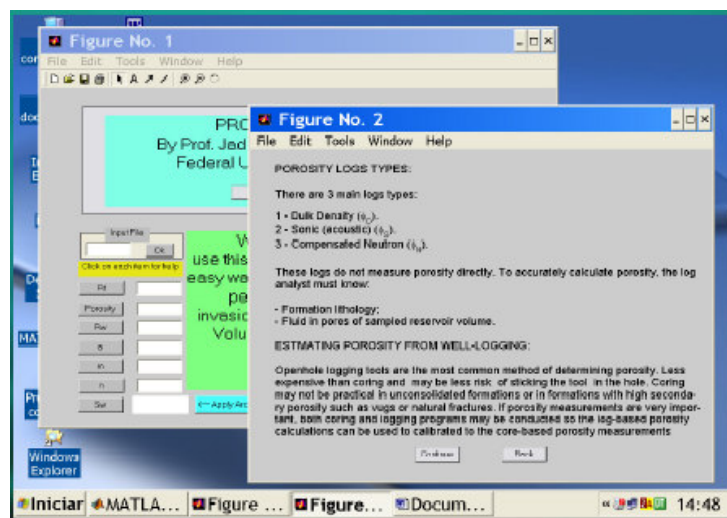


Figura 2: Exemplo de visualização dos ícones explicativos das teorias de cada um dos perfis.

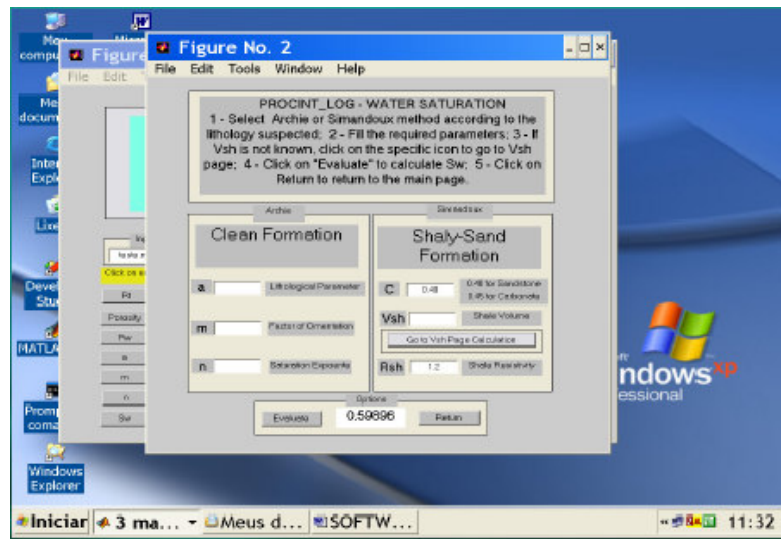


Figura 3: Interface utilizada para a determinação da saturação de água. Note que duas opções são disponibilizadas para o analista de perfis.

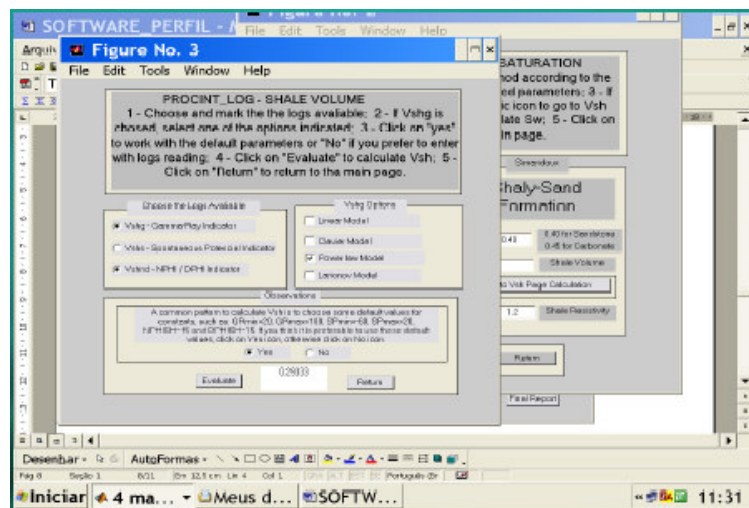


Figura 4: Interface com todas as opções disponibilizadas para avaliar volume de folhelho de zonas pré-definidas. O software dispõe da opção “default” onde os valores limites dos perfis são previamente oferecidos.

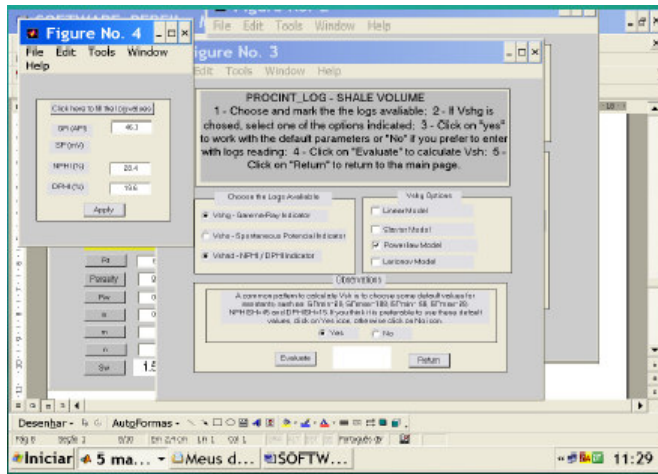


Figura 5: Exemplo da interface disponibilizada pelo software quando da seleção da opção default da Figura 4.

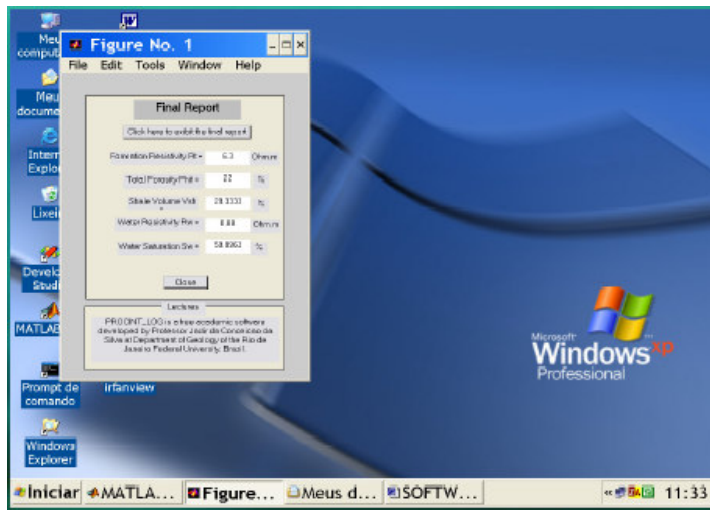


Figura 6: Interface que exibe o relatório final, produto do processamento com o software PROCINT_LOG.