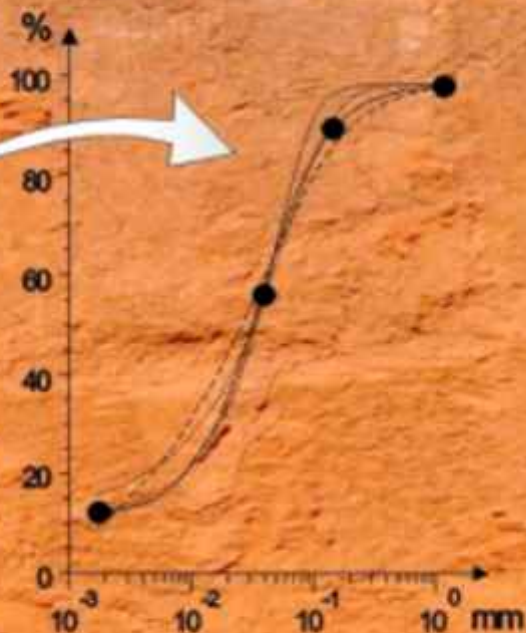


Teste e Comparação de Modelos Matemáticos para o Traçado de Curvas Granulométricas





*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Cerrados
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

ISSN 1676-918X

Dezembro, 2003

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 107

Teste e Comparação de Modelos Matemáticos para o Traçado de Curvas Granulométricas

Jorge Enoch Furquim Werneck Lima
Euzébio Medrado da Silva

Planaltina, DF
2003

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Cerrados

BR 020, Km 18, Rod. Brasília/Fortaleza

Caixa Postal 08223

CEP 73310-970 Planaltina - DF

Fone: (61) 388-9898

Fax: (61) 388-9879

http\www.cpac.embrapa.br

sac@cpac.embrapa.br

Comitê de Publicações

Presidente: *Dimas Vital Siqueira Resck*

Editor Técnico: *Carlos Roberto Spehar*

Secretária-Executiva: *Nilda Maria da Cunha Sette*

Supervisão editorial: *Jaime Arbués Carneiro*

Revisão de texto: *Maria Helena Gonçalves Teixeira*

Normalização bibliográfica: *Shirley da Luz Soares /
Hozana Alvares de Oliveira*

Capa: *Jorge Enoch Werneck Furquim Lima*

Editoração eletrônica: *Jussara Flores de Oliveira*

Impressão e acabamento: *Divino Batista de Souza /
Jaime Arbués Carneiro*

Impresso no Serviço Gráfico da Embrapa Cerrados

1ª edição

1ª impressão (2003): tiragem 100 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei n° 9.610).

CIP-Brasil. Catalogação na publicação.
Embrapa Cerrados.

L732t Lima, Jorge Enoch Furquim Werneck

Teste e comparação de modelos matemáticos para o traçado de curvas granulométricas / Jorge Enoch Furquim Werneck Lima, Euzebio Medrado da Silva. – Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2003. 122 p.— (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Cerrados, ISSN 1676-918X ; 107)

1. Modelos matemáticos. 2. Granulometria. 3. Curvas de crescimento. I. Euzebio Medrado da Silva. II. Título. III. Série.

511.8 - CDD 21

© Embrapa 2003

Sumário

Resumo	5
Abstract	6
Introdução	7
Material e Métodos	9
Base de dados	9
Apresentação dos modelos	10
Gompertz (1825)	10
Weibull (1951)	11
Richards (1959)	11
Morgan – Mercer – Flodin (1975)	12
Haverkamp e Parlange (1986)	12
Fredlund et al. (1997, 2000)	13
Skaggs et al. (2001)	13
Lima e Silva (2002)	14
Ajuste dos modelos	14
Comparação dos modelos	15
Resultados e Discussão	16
Arenosa	17
Areia franca	20
Franco-arenosa	23

Franca	26
Franco-siltosa	29
Siltosa	32
Franco-argilo-arenosa	35
Franco-argilosa	38
Franco-argilo-siltosa	41
Argilo-arenosa	44
Argilo-siltosa	47
Argilosa	50
Muito argilosa	53
Conclusões	61
Referências Bibliográficas	62
Anexo 1. Dados granulométricos originais utilizados no trabalho.	66
Anexo 2. Parâmetros de ajuste dos modelos, por classe textural.	70

Teste e Comparação de Modelos Matemáticos para o Traçado de Curvas Granulométricas

Jorge Enoch Furquim Werneck Lima¹
Euzebio Medrado da Silva²

Resumo – O conhecimento sobre a distribuição granulométrica de partículas sólidas é essencial para as áreas de material de construção, mecânica dos solos, física dos solos, hidrossedimentologia, entre outras. Em geral, as técnicas utilizadas para a avaliação da distribuição granulométrica de amostras resultam em valores pontuais, dependendo de posterior interpolação para o traçado da curva granulométrica e a obtenção de diâmetros característicos específicos. A transformação de valores pontuais em funções contínuas pode ser realizada por meio de modelos matemáticos. Entretanto, poucos estudos têm sido desenvolvidos com o fito de determinar o melhor modelo para o ajuste de curvas granulométricas. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi testar e comparar 14 diferentes modelos passíveis de utilização para o traçado da curva granulométrica de partículas sólidas com base em quatro pontos medidos. O parâmetro de comparação entre os modelos foi a soma do quadrado dos erros entre os valores medidos e calculados. Os resultados demonstraram que os modelos mais recomendados para o traçado da curva granulométrica, a partir de quatro pontos, são os de Skaggs et al. 3P, Lima e Silva 3P, Weibull 3P e Morgan et al. 3P, todos com 3 parâmetros de ajuste.

Termos para indexação: textura do solo, granulometria, regressão não linear, curva de crescimento.

¹ Eng. Agríc., M.Sc., Embrapa Cerrados, jorge@cpac.embrapa.br

² Eng. Agrôn., Ph.D., Embrapa Cerrados, euzebio@cpac.embrapa.br

Test and Comparison of mathematical models for fitting particle-size distribution curves

Abstract – *The knowledge about particle-size distribution is fundamental to the fields of materials of building, soil mechanics, soil physics, sediment-flux in rivers, and others. In general, techniques used to determine particle-size distribution of a sample are point-wise, demanding a posterior interpolation to fit the complete particle-size distribution curve and to obtain specific characteristics diameter values. The transformation of discrete points in to continuous functions can be made by mathematical models. Only few studies have been conducted to determine the best model to fit particle-size distribution curves. The objective of this work was to test and compare 14 different models with feasibility to fit cumulative particle-size distribution curve based on four measurement points. The parameter to compare the models was the sum of the square errors between measured and calculated values. The results showed that the most recommendable models to fit the particle-size distribution curve, based on four discrete points, are Skaggs et al. 3P, Lima and Silva 3P, Weibull 3P, and Morgan et al. 3P, all of them with three fitting parameters.*

Index terms: soil texture, soil fraction, non-linear regression, growth curves.

Introdução

O conhecimento sobre a distribuição granulométrica de partículas sólidas é essencial para várias aplicações. Por exemplo, é por meio da análise granulométrica que se determina a textura dos solos, parâmetro este, fundamental para a inferência de várias outras de suas características, tais como: o potencial de compactação, a disponibilidade de água, a aeração, a condutividade do solo ao ar, à água e ao calor, a infiltração, a redistribuição, entre outras ([PREVEDELLO, 1996](#)). Além disso, essa informação é útil na interpretação e na recomendação de estratégias para correção e manutenção da fertilidade de solos ([SOUSA et al., 1996](#); [VILELA et al., 1998](#)).

Sendo os processos de erosão, transporte e deposição de partículas sólidas dependentes da granulometria do material carreado, essa informação torna-se imprescindível para o estudo do fluxo de sedimentos em cursos d'água (hidrossedimentologia). Nessa área, é freqüente a necessidade de análises granulométricas para estudos de estabilidade de vertentes e canais, assoreamento de rios e reservatórios, distribuição de sedimentos em reservatórios, para o cálculo do fluxo de sedimentos em rios, entre outros. Segundo [Carvalho et al. \(2000\)](#), os diâmetros característicos que devem ser determinados, por exemplo, em uma curva granulométrica de material do leito de um rio são o D_{10} , o D_{35} , o D_{50} , o D_{65} e o D_{90} . Nessa caracterização, o índice representa o percentual da amostra com diâmetro de partícula menor ou igual ao valor encontrado para determinado diâmetro característico. Por exemplo, se D_{10} for igual a 0,19 mm, então 10% da amostra tem diâmetro menor ou igual a 0,19 mm.

Em geral, as técnicas utilizadas para a avaliação da distribuição granulométrica resultam em valores pontuais, definindo a proporção em que os diferentes tamanhos de partículas sólidas ocorrem em determinada amostra. Existem diversas classificações para definir as escalas de tamanho dessas partículas, a exemplo das propostas pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos – USDA ([ESTADOS UNIDOS, 1951](#)), pela Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – SBCS ([LEMONS; SANTOS, 1994](#)), entre outras. A existência de diferentes escalas complica a organização dessas informações em uma base de dados única. Buscando a solução desse problema, [Nemes et al. \(1999\)](#) testaram diferentes procedimentos para compatibilizar os valores pontuais da distribuição granulométrica de várias bases de dados de solos europeus.

A transformação de valores pontuais em funções contínuas pode ser realizada por meio de modelos matemáticos apropriados. É importante destacar que os modelos mais adequados para a representação da curva granulométrica devem ser capazes de traçar uma função contínua na forma de "S". Em geral, os modelos que representam curvas de crescimento têm essa característica, como os descritos por [Haverkamp e Parlange \(1986\)](#), [Fredlund et al. \(1997\)](#), [Naime et al. \(2001\)](#), entre outros. O modelo de [Genuchten \(1980\)](#), largamente utilizado para representar a curva de retenção de água no solo, que tem o formato de "S", porém, invertido em relação à curva granulométrica, foi adaptado por [Lima e Silva \(2002\)](#), para o traçado da curva granulométrica de partículas sólidas.

Recentemente, [Hwang et al. \(2002\)](#) realizaram estudo comparando sete modelos: cinco log-normais, com 1, 2 e 3 parâmetros ([JAKY, 1944](#); [BUCHAN, 1989](#); [SHIOZAWA; CAMPBELL, 1991](#); [BUCHAN et al., 1993](#)); Gompertz, com 4 parâmetros ([NEMES et al., 1999](#)); e Fredlund, com 4 parâmetros ([FREDLUND et al., 2000](#)), utilizando 1387 amostras de camadas de solos coreanos. Eles concluíram que o modelo de Fredlund apresentou o melhor desempenho na maioria dos solos estudados e que o modelo de Gompertz, mesmo com quatro parâmetros, foi apenas um pouco melhor do que os demais modelos com 2 e 3 parâmetros. Eles observaram, ainda, variações no desempenho de ajuste dos modelos em função da classe de solo analisada.

O trabalho realizado por [Hwang et al. \(2002\)](#) representa importante contribuição na comparação de modelos para o traçado da curva granulométrica. No entanto, seu estudo é relativamente incompleto, pois outros modelos potencialmente adaptáveis para essa finalidade não foram contemplados no trabalho. Além disso, a comparação direta de modelos com diferentes números de parâmetros favorece àqueles que os têm em maior quantidade, tornando duvidosas as conclusões obtidas em relação à performance dos modelos testados.

Com o intuito de ampliar a gama de modelos com possibilidade de uso para interpolar os pontos obtidos de uma análise granulométrica de partículas sólidas, este trabalho teve como objetivo principal testar e comparar modelos matemáticos para o traçado de curvas granulométricas geradas de apenas quatro pontos medidos.

Material e Métodos

Este trabalho utilizou resultados de análises granulométricas de 130 perfis de solos, descritos no Projeto RADAMBRASIL ([BRASIL, 1973-1986](#)), considerando amostras pertencentes às 13 classes texturais descritas por [Lemos e Santos \(1994\)](#), conforme apresentado na Figura 1.

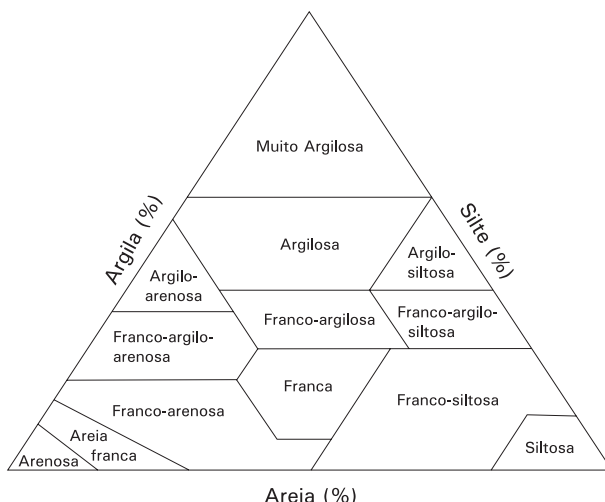


Figura 1. Triângulo de classificação textural de solos.

Fonte: Lemos e Santos (1994).

Esses dados foram utilizados para o ajuste de 14 modelos matemáticos com potencial para o traçado de curvas granulométricas. Posteriormente, os modelos foram comparados com base na soma do quadrado dos erros entre os valores observados e ajustados.

Base de dados

Para demonstrar a aplicabilidade dos modelos propostos, utilizou-se a base dados do Projeto RADAMBRASIL ([BRASIL, 1973-1986](#)), selecionando-se, para cada uma das 13 classes texturais (classificação do USDA modificada por [Lemos e Santos, 1994](#)), 10 tipos de solos e suas quatro respectivas frações granulométricas: argila (partículas com diâmetro menor do que 0,002 mm); silte (diâmetro de partículas entre 0,002 e 0,05 mm); areia fina (partículas entre

0,05 e 0,2 mm); e areia grossa (partículas entre 0,2 e 2 mm). A textura das 130 amostras de solos utilizadas na confecção deste trabalho ([Anexo 1](#)), está representada no triângulo textural da Figura 2.

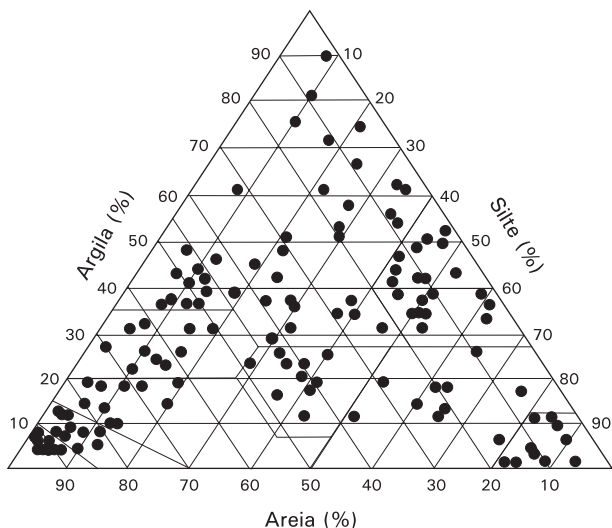


Figura 2. Triângulo textural com a respectiva base de dados utilizada.

Apresentação dos modelos

Como a base de dados utilizada apresenta apenas quatro frações granulométricas, ou seja, somente quatro pontos da curva, o número máximo de parâmetros de ajuste dos modelos usados para a interpolação desses pontos foi limitado a três. Por isso, todas as equações avaliadas neste trabalho foram de 3 ou de 2 parâmetros (3P ou 2P).

Gompertz (1825)

Esta função foi desenvolvida pelo matemático inglês Benjamin Gompertz, em 1825, para mostrar que a taxa de mortalidade humana aumenta em progressão geométrica. A curva de Gompertz também é normalmente usada para descrever o crescimento de animais e de tecidos ([FIALHO, 1999](#)). O uso dessa equação para a interpolação da curva granulométrica já foi efetuado por [Nemes et al. \(1999\)](#), que a julgaram pouco flexível nos casos de comportamento bimodal da curva e quando as amostras tinham altos teores de areia.

A forma da equação de Gompertz utilizada neste trabalho está descrita com dois parâmetros de ajuste (k e u), conforme apresentado a seguir:

$$P_d = 100 e^{-e^{-k(d-u)}} \quad (1)$$

em que: P_d : fração acumulada das partículas sólidas (%) com diâmetro (mm) menor ou igual a d ; d : diâmetro de partícula (mm); k e u : parâmetros de ajuste do modelo; e sujeita às seguintes restrições: $k > 0$ e $u > 0$.

Weibull (1951)

Este modelo pertence à família de curvas com formato sigmóide, isto é, em forma de “S”, possuindo limites assintóticos (superior e inferior) e taxa de crescimento exponencial, que se modifica em função da variável independente ([SEBER; WILD, 1989](#)). Em sua proposição original ([WEIBULL, 1951](#)), já era prevista a aplicabilidade desse modelo a vários campos da ciência.

A forma da equação de Weibull utilizada neste trabalho está descrita com 3 parâmetros de ajuste (P_o , k e u), conforme apresentado na equação 2. Além disso, essa equação também foi testada com 2 parâmetros, fixando P_o , como a fração acumulada das partículas sólidas (%) com diâmetro menor ou igual a 0,002 mm.

$$P_d = 100 - (100 - P_o) e^{-(k d)^n} \quad (2)$$

em que: P_d : fração acumulada das partículas sólidas (%) com diâmetro menor ou igual a d ; d : diâmetro de partícula (mm); P_o : fração acumulada das partículas sólidas (%) com diâmetro menor ou igual ao diâmetro mínimo (d_{\min}); P_o , k e n : parâmetros de ajuste do modelo; e sujeita às seguintes restrições: $P_o > 0$, $k > 0$ e $n > 0$.

Richards (1959)

A equação de crescimento de [Richards \(1959\)](#), proposta para descrever o crescimento de plantas em função do tempo, teve como base o modelo de [Bertalanffy \(1938\)](#), desenvolvido para o estudo do crescimento de animais. Apesar de seu caráter empírico, o modelo de crescimento proposto por [Richards \(1959\)](#) é bastante genérico, podendo, em alguns casos, assumir as formas de modelos monomoleculares e logísticos ([SEBER; WILD, 1989](#)) ou se transformar na equação de [Gompertz \(1825\)](#). Assim, como para as outras curvas de

crescimento, existem várias formas de apresentação da equação de [Richards \(1959\)](#). O modelo utilizado neste trabalho foi dado por [MathWorks \(2001\)](#), com três parâmetros de ajuste, equação 3:

$$P_d = 100 \left(1 + (n - 1) \left(e^{-k(d-u)} \right) \right)^{\left(\frac{1}{1-n} \right)} \quad (3)$$

em que: P_d : fração acumulada das partículas sólidas (%) com diâmetro menor ou igual a d ; d : diâmetro de partícula (mm); n , k e u : parâmetros de ajuste do modelo; e sujeita às seguintes restrições: $n > 0$, $n \neq 1$, $k > 0$ e $u > 0$.

Morgan – Mercer – Flodin (1975)

Esse modelo sigmóide foi desenvolvido originalmente por [Morgan et al. \(1975\)](#), objetivando descrever curvas de crescimento de organismos superiores em função de sua nutrição. Ele possui limites assintóticos (superior e inferior) e taxa de crescimento exponencial ([SEBER; WILD, 1989](#)).

A equação de [Morgan et al. \(1975\)](#) utilizada neste estudo está descrita com 3 parâmetros de ajuste (P_o , k e n), conforme apresentado na equação 4. Essa equação também foi avaliada com 2 parâmetros, fixando-se P_o como a fração acumulada das partículas sólidas (%) com diâmetro menor ou igual a 0,002 mm.

$$P_d = 100 - \left(\frac{100 - P_o}{1 + (k d)^n} \right) \quad (4)$$

em que: P_d : fração acumulada das partículas sólidas (%) com diâmetro menor ou igual a d ; d : diâmetro de partícula (mm); P_o : fração acumulada das partículas sólidas (%) com diâmetro menor ou igual a d_{\min} ; P_o , k e n : parâmetros de ajuste do modelo; e sujeita às seguintes restrições: $P_o > 0$, $k > 0$ e $n > 0$.

Haverkamp e Parlange (1986)

Ao desenvolver uma função de pedotransferência para estimar a curva de retenção de água no solo com base em suas características texturais, [Haverkamp e Parlange \(1986\)](#), baseados no modelo de [Genuchten \(1980\)](#), propuseram a equação 5, com 3 parâmetros de ajuste para representar a curva granulométrica.

$$P_d = \frac{100}{\left(1 + \left(\frac{d_g}{d} \right)^n \right)^m} \quad (5)$$

em que: P_d : fração acumulada das partículas sólidas (%) com diâmetro menor ou igual a d ; d : diâmetro de partícula (mm); d_0 , n e m : parâmetros de ajuste do modelo; e sujeita às seguintes restrições: $d_0 > 0$, $n > 0$ e $m > 0$.

Adicionalmente, a equação 5 foi reduzida para apenas 2 parâmetros de ajuste, por meio da substituição do m por $(1 - (1/n))$.

Fredlund et al. (1997, 2000)

[Fredlund et al. \(1997, 2000\)](#), considerando a similaridade entre a forma das curvas de retenção de água do solo e a das curvas granulométricas, resolveram modificar o modelo de [Fredlund e Xing \(1994\)](#), utilizado originalmente para a descrição de curvas de retenção para representar o traçado da curva granulométrica. Neste trabalho, a equação de [Fredlund et al. \(1997, 2000\)](#) foi utilizada com 3 parâmetros, conforme apresentado a seguir:

$$P_d = \left(\frac{100}{\text{LN} \left(e^1 + \left(\left(\frac{g_a}{d} \right)^{g_n} \right)^{g_m} \right) \right)} \right) \left(1 - \frac{\left(\text{LN} \left(1 + \frac{d_{\min}}{d} \right) \right)^7}{\text{LN} \left(1 + \frac{d_{\min}}{0,00001} \right)} \right) \tag{6}$$

em que: P_d : fração acumulada das partículas sólidas (%) com diâmetro menor ou igual a d ; d : diâmetro de partícula (mm); d_{\min} : diâmetro da menor malha de peneira utilizada (mm); g_a , g_n e g_m : parâmetros de ajuste do modelo; e sujeita às seguintes restrições: $g_a > 0$, $g_n > 0$ e $g_m > 0$. O símbolo LN representa o logaritmo neperiano.

Skaggs et al. (2001)

Com o objetivo de gerar uma função capaz de interpolar a curva granulométrica quando os dados disponíveis são escassos, apenas 3 pontos (areia, silte e argila), [Skaggs et al. \(2001\)](#), utilizando o modelo logístico como base, desenvolveram a equação 7. Na forma em que está apresentada, ela possui 3 parâmetros de ajuste, entretanto, para melhor comparação com outras funções, ela também foi avaliada com apenas 2 parâmetros, em que P_0 foi fixado como a fração acumulada das partículas sólidas (%) com diâmetro menor ou igual a 0,002 mm. Ainda foi testada outra equação de 2 parâmetros com base no modelo de [Skaggs et al. \(2001\)](#), substituindo, na fórmula, “ d ” por “ $(d - 0,002)$ ”.

$$P_d = \frac{100}{1 + \left(\frac{100}{P_o} - 1 \right) e^{-k d^n}} \quad (7)$$

em que: P_d : fração acumulada das partículas sólidas (%) com diâmetro menor ou igual a d ; d : diâmetro de partícula (mm); P_o : fração acumulada das partículas sólidas (%) com diâmetro menor ou igual a d_{\min} ; P_o , k e n : parâmetros de ajuste do modelo; e sujeita às seguintes restrições: $P_o > 0$, $k > 0$ e $n > 0$.

Lima e Silva (2002)

Assim como [Haverkamp e Parlange \(1986\)](#), [Lima e Silva \(2002\)](#) propuseram outra equação para o traçado da curva granulométrica, também, baseados no modelo de [Genuchten \(1980\)](#). Essa função foi avaliada com 3 e 2 parâmetros, sendo essa transformação feita por meio da substituição do m por $(1 - 1/n)$.

$$P_d = P_o + \frac{100 - P_o}{\left(1 + \left(\frac{d}{d} \right)^n \right)^m} \quad (8)$$

em que: P_d : fração acumulada das partículas sólidas (%) com diâmetro menor ou igual a d ; d : diâmetro de partícula (mm); P_o : P_o : fração acumulada das partículas sólidas (%) com diâmetro menor ou igual a d_{\min} ; d , n e m : parâmetros de ajuste do modelo; e sujeita às seguintes restrições: $d > 0$, $n > 0$ e $m > 0$.

Ajuste dos modelos

Para a estimativa dos parâmetros de ajuste dos modelos aos pontos conhecidos da curva, foi empregada a rotina "Solver" do programa Microsoft Excel ([MICROSOFT CORPORATION, 1994](#)), de forma que o valor da soma do quadrado dos erros residuais (SQ_{erro}), correspondente à diferença entre os valores observados e calculados das frações acumuladas, fosse minimizado.

$$SQ_{\text{erro}} = \sum \left(F_{AC_{\text{calculada}}} - F_{AC_{\text{medida}}} \right)^2 \quad (9)$$

em que: SQ_{erro} : soma do quadrado dos erros; F_{AC} : fração acumulada das partículas sólidas (%) com diâmetro menor ou igual a d .

Tratando-se de otimização de modelos não lineares, deve-se enfatizar a importância da escolha dos valores iniciais dos parâmetros a serem ajustados, pois, dependendo da distância em que eles se encontram da solução ótima, o procedimento de otimização pode não convergir para o mínimo global, resultando em uma solução inadequada. As estimativas iniciais dos parâmetros para a otimização foram definidas graficamente, por tentativa e erro, alterando seus valores e observando a proximidade da curva resultante com os pontos observados. Após o ajuste, o procedimento de otimização foi repetido, pelo menos uma vez, até que o valor minimizado de SQ_{erro} fosse estável. Mesmo assim, nos casos em que a curva ajustada divergia substancialmente dos pontos observados, tentou-se a otimização com outras estimativas iniciais na expectativa de melhoria do resultado. Os parâmetros de ajuste obtidos, por classe textural e modelo, estão apresentados no [Anexo 2](#).

Comparação dos modelos

Para a comparação dos modelos, foram adotadas duas abordagens: uma não paramétrica e outra paramétrica.

Na abordagem não paramétrica, a classificação dos modelos foi realizada de acordo com os seguintes procedimentos: (a) para cada classe textural, foi considerado o melhor modelo aquele que apresentou o menor somatório dos valores de SQ_{erro} das 10 amostras analisadas; (b) para a definição do melhor modelo, considerando todas as classes texturais, foi utilizado como critério de classificação o somatório da colocação de cada modelo por classe textural. Além disso, arbitrariamente, foram estabelecidas faixas classificatórias para o somatório do SQ_{erro} de cada modelo, sendo elas: menor que 100, ajuste “bom”; entre 100 e 300, ajuste “razoável”; e maior do que 300, ajuste “ruim”, objetivando fornecer uma recomendação quanto ao uso de determinado modelo em relação a uma dada classe textural.

Na segunda abordagem, utilizou-se como critério de comparação entre os modelos o valor do SQ_{erro} , equivalente ao nível crítico de 5% de probabilidade, o qual corresponde ao maior valor aceitável de SQ_{erro} associado a cada modelo. Para a determinação desse valor crítico, inicialmente, foi necessário definir o tipo de distribuição estatística que melhor representasse a frequência dos 130 valores de SQ_{erro} obtidos com cada modelo. Para isso, foram realizados histogramas de frequência do valor de SQ_{erro} , subdivididos em 8 classes, determinadas segundo [\(IMAN; CONOVER, 1983\)](#). Analisando a forma dos histogramas obtidos,

verificou-se que a distribuição que melhor os representava foi a exponencial, o que pode ser comprovado, estatisticamente, por meio da medida da correlação entre os valores observados da frequência acumulada e os calculados pelo modelo de distribuição exponencial. A verificação da significância dos coeficientes de correlação obtidos foi efetuada utilizando o teste de Pearson ([LEVIN, 1987](#)), baseado na seguinte formulação:

$$t = \frac{r \sqrt{(Nc - 2)}}{\sqrt{1 - r^2}} \quad (10)$$

em que: t: valor da variável randômica da distribuição estatística t de student; Nc: número de classes da frequência acumulada dos SQ_{erro} ; Nc-2: número de graus de liberdade da distribuição estatística; r: correlação entre a frequência acumulada dos valores de SQ_{erro} e os calculados pelo modelo de distribuição exponencial.

Uma vez definido o parâmetro estatístico t, que é o inverso da média dos SQ_{erro} , a distribuição exponencial correspondente a cada modelo fica então estabelecida. Com isso, tornou-se possível determinar o valor de SQ_{erro} , para cada modelo, correspondente ao nível crítico de 5% de probabilidade, possibilitando, assim, a comparação entre eles, em uma mesma base. Dessa forma, quanto menor o SQ_{erro} , melhor o modelo. Além disso, foi também verificado o percentual de casos em que os valores de SQ_{erro} foram inferiores ao nível crítico encontrado para cada modelo, indicando o número de vezes em que ele representou adequadamente os pontos observados, com uma probabilidade de erro menor do que a do nível crítico estabelecido.

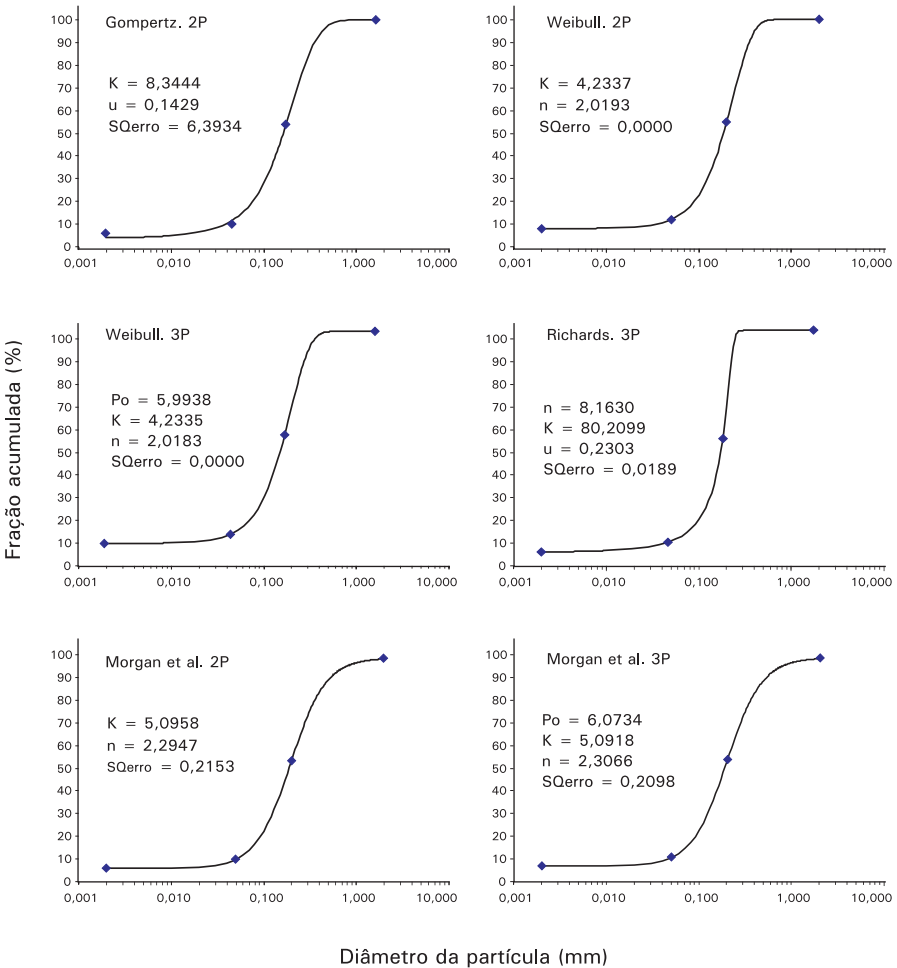
Além das duas abordagens de comparação adotadas, o formato das curvas granulométricas geradas também foi analisado para detectar possíveis desvios em relação ao traçado sigmóide esperado.

Resultados e Discussão

Entre as 10 amostras de cada classe textural ([Figura 1](#)), foi selecionada uma, considerada central em relação às demais, para ilustrar graficamente o ajuste dos modelos avaliados ([Figuras 3 a 15](#)). Cabe ressaltar que essa escolha foi feita apenas para fins ilustrativos, sendo fundamental a análise global de todos os valores de SQ_{erro} apresentados nas [Tabelas 1 a 13](#), para cada classe textural, nas quais estão indicados a soma, a média e o desvio-padrão do SQ_{erro} de cada modelo e sua respectiva ordem de classificação.

Arenosa

A amostra escolhida para representar as curvas geradas para a classe textural arenosa é composta de 6% de argila, 4% de silte, 44% de areia fina e 46% de areia grossa (amostra nº 10).



Continua...

Continuação.

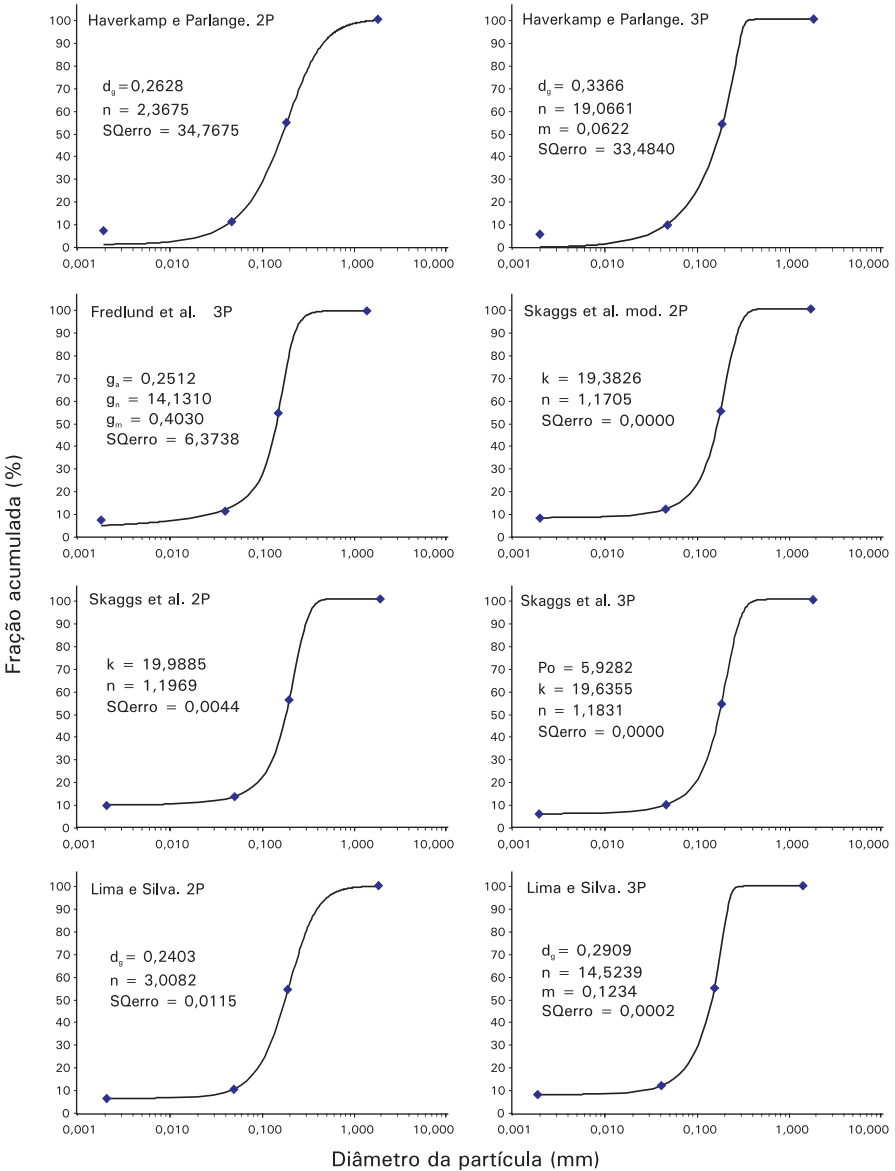


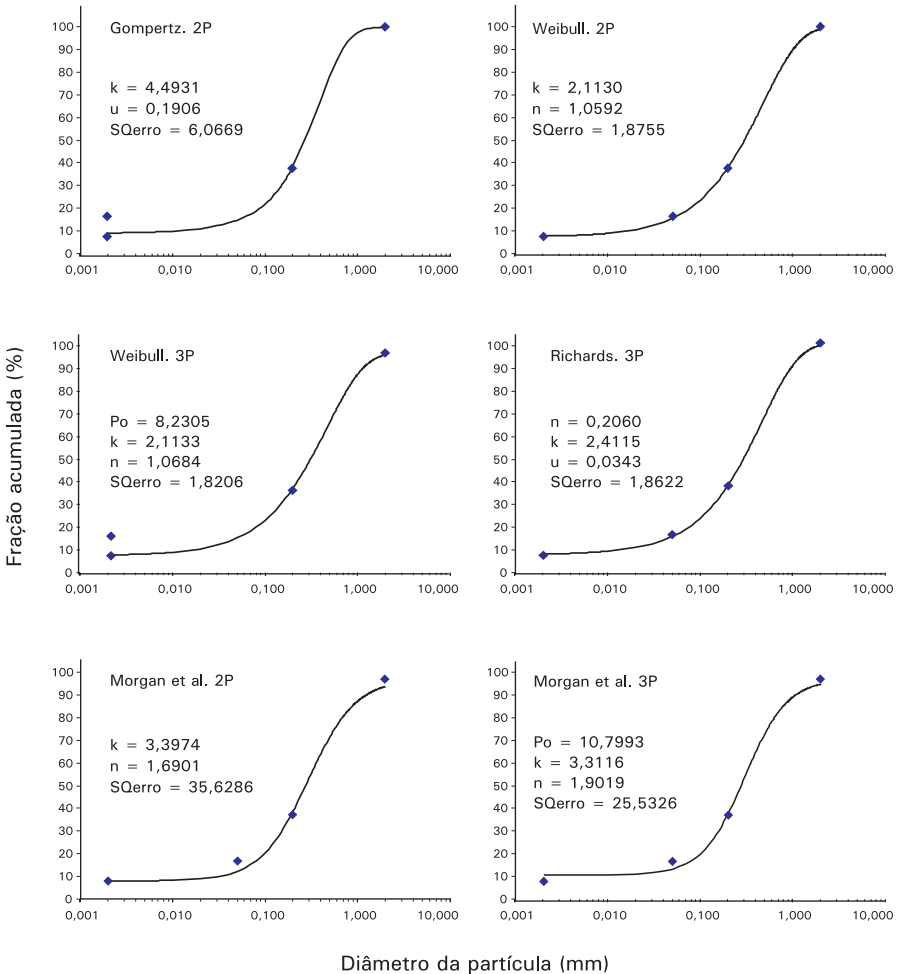
Figura 3. Conjunto de curvas geradas com o uso dos diferentes modelos para uma mesma amostra de solo de textura arenosa.

Tabela 1. Resultados da soma do quadrado dos erros (SQ_{erro}) dos 14 modelos ajustados a 10 amostras de solos de textura arenosa.

Amostra	Gompertz		Weibull		Richards		Morgan et al.		Haverkamp e Palange		Fredlund et al.		Skaggs et al.		Lima e Silva	
	2P	2P	3P	3P	2P	3P	2P	3P	2P	3P	2P	2P.mod	3P	2P	3P	
1	7,6448	0,0000	0,0000	0,1732	0,0135	0,0135	15,8625	15,6271	2,9114	0,0012	0,0000	0,0000	0,0007	0,0000		
2	6,3319	0,0000	0,0000	0,0121	0,0229	0,0228	15,8055	15,4611	1,9822	0,0044	0,0000	0,0000	0,0013	0,0001		
3	5,8963	0,0000	0,0000	0,3646	0,0191	0,0191	15,7785	15,3107	1,2904	0,0105	0,0000	0,0000	0,0012	0,0002		
4	1,9819	0,0003	0,0000	0,0000	0,1014	0,1012	15,4523	14,5645	0,2347	0,0550	0,0000	0,0000	0,0072	0,0020		
5	0,6332	0,0010	0,0009	0,0456	2,9181	1,6268	60,6003	25,6053	6,1201	0,0017	0,0000	0,0000	1,3158	0,0002		
6	3,4902	0,0000	0,0000	1,3636	0,4741	0,2926	63,4107	39,7567	12,6298	0,0000	0,0000	0,0000	0,0786	0,0000		
7	2,8086	0,0000	0,0000	1,1758	0,6150	0,3550	90,0232	45,7737	14,5916	0,0000	0,0000	0,0000	0,1714	0,0000		
8	2,4546	1,6157	1,3761	1,3512	22,9579	13,9733	40,4857	8,4387	0,0009	0,4079	0,1473	0,2933	9,5360	0,0566		
9	5,7197	0,0000	0,0000	0,0992	0,0515	0,0508	15,8018	15,5238	2,7628	0,0016	0,0000	0,0000	0,0025	0,0000		
10	6,3934	0,0000	0,0000	0,0189	0,2153	0,2098	34,7675	33,4840	6,3738	0,0044	0,0000	0,0000	0,0115	0,0002		
Soma	43,3545	1,6171	1,3770	4,6041	27,3888	16,6649	367,9880	229,5458	48,8977	0,4869	0,1473	0,2933	11,1260	0,0592		
Média	4,3355	0,1617	0,1377	0,4604	2,7389	1,6665	36,7988	22,9546	4,8898	0,0487	0,0147	0,0293	1,1126	0,0059		
Desvio	2,3418	0,5109	0,4351	0,5891	7,1587	4,3512	26,5470	12,5853	5,0900	0,1273	0,0466	0,0927	2,9875	0,0178		
Ordem	11	6	5	7	10	9	14	13	12	4	2	3	8	1		

Areia franca

A amostra escolhida para representar as curvas geradas para a classe textural areia franca é composta de 8% de argila, 9% de silte, 21% de areia fina e 62% de areia grossa (amostra nº 14).



Continua...

Continuação.

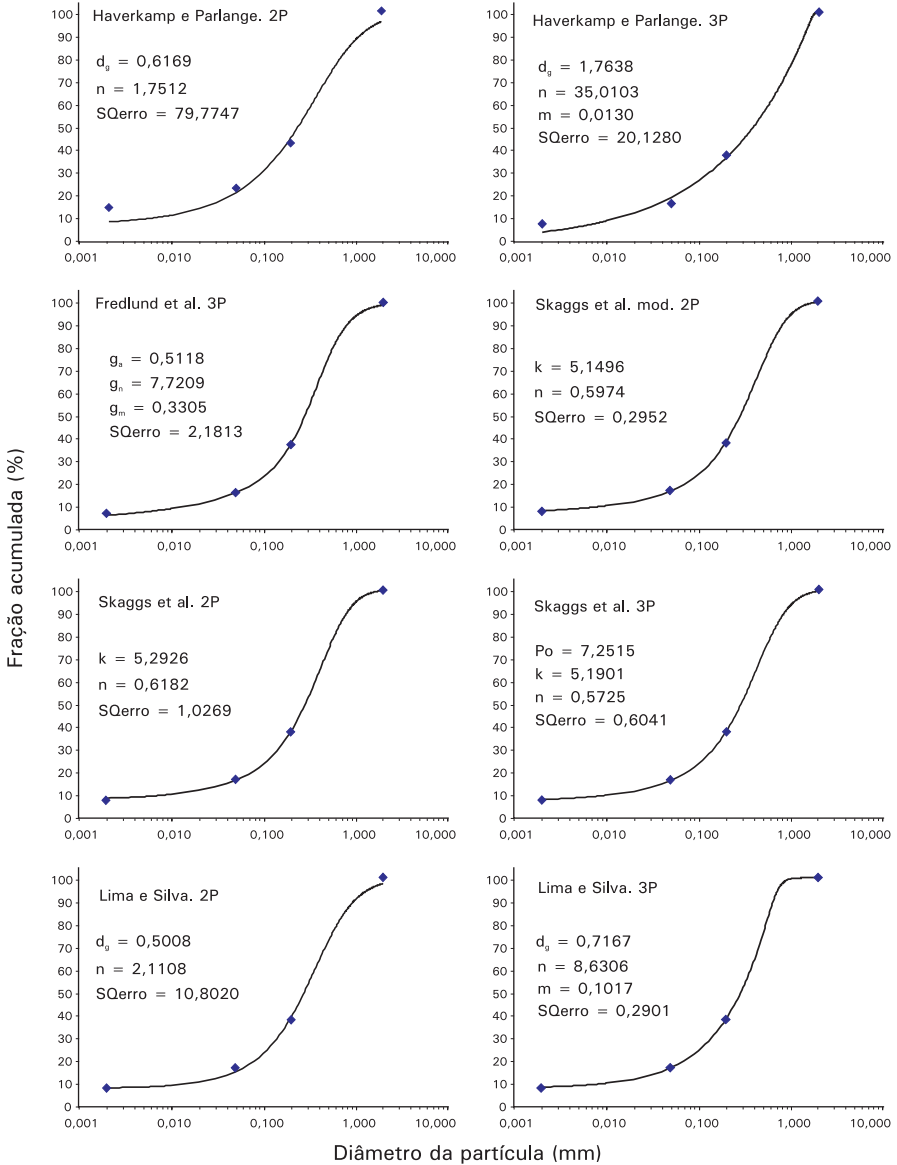


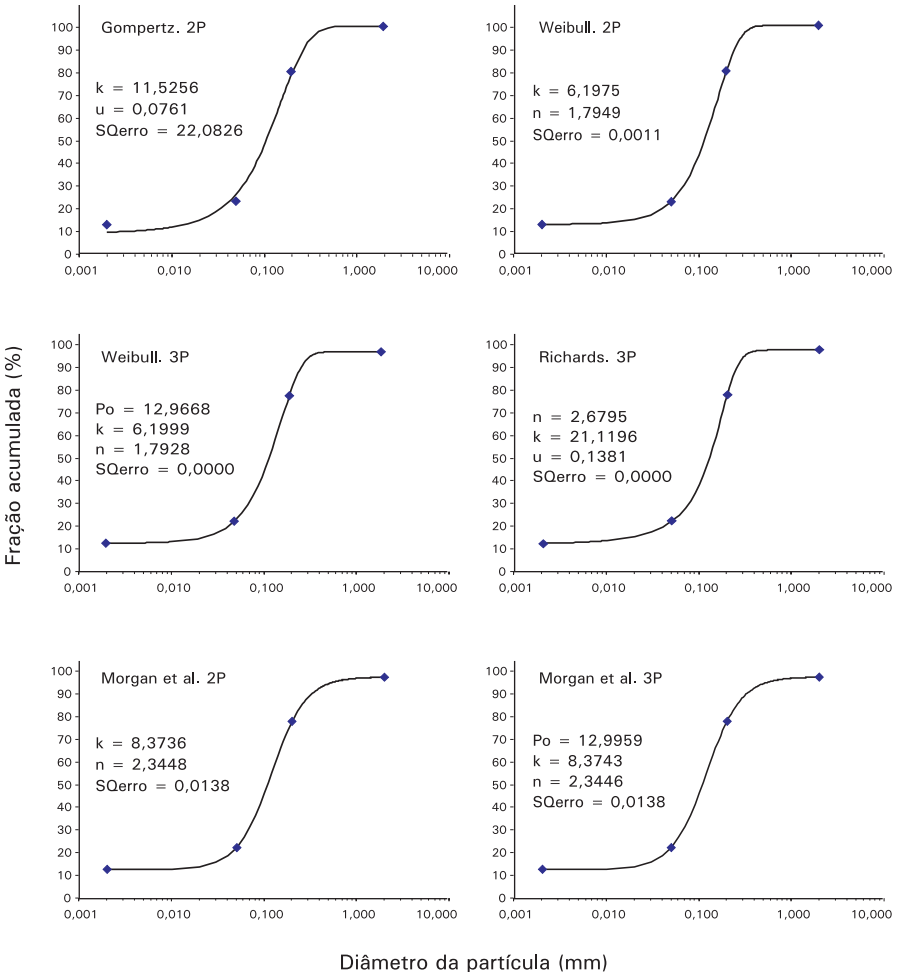
Figura 4. Conjunto de curvas geradas com o uso dos diferentes modelos para uma mesma amostra de solo de textura areia franca.

Tabela 2. Resultados da soma do quadrado dos erros (SQ_{erro}) dos 14 modelos ajustados a 10 amostras de solos de textura areia franca.

Amostra	Gompertz		Weibull		Richards		Morgan et al.		Haverkamp e Palange		Fredlund et al.		Skaggs et al.		Lima e Silva	
	2P	2P	3P	3P	2P	3P	2P	3P	2P	3P	2P	2P.mod	3P	2P	3P	
11	5,1171	0,0001	0,0000	0,7636	1,9048	1,4545	132,2993	92,8730	30,7350	0,0013	0,0000	0,0000	0,1759	0,0002		
12	38,2478	0,0000	0,0000	2,5353	0,0071	0,0071	139,3282	130,3882	44,1847	0,0006	0,0000	0,0000	0,0004	0,0000		
13	13,4805	0,0000	0,0000	3,5965	0,2558	0,2271	149,3385	127,9299	45,5523	0,0001	0,0000	0,0000	0,0128	0,0000		
14	6,0669	1,8755	1,8206	1,8622	35,6286	25,5326	79,7747	20,1280	2,1813	1,0269	0,2952	0,6041	10,8020	0,2901		
15	4,8563	0,0439	0,0000	0,0010	12,2467	10,9529	14,9211	9,5330	0,9777	0,7506	0,0007	0,0057	1,5259	0,1129		
16	22,3933	2,8491	2,8370	4,7824	48,8858	40,7549	35,2984	4,8415	4,5686	4,0642	1,5304	3,2177	12,8903	1,2096		
17	15,1875	0,0001	0,0000	0,0000	0,0474	0,0473	77,5830	72,2754	16,0908	0,0098	0,0000	0,0000	0,0032	0,0009		
18	14,2091	0,0001	0,0000	0,0000	0,0177	0,0177	47,8526	45,3228	7,9970	0,0107	0,0000	0,0000	0,0013	0,0006		
19	16,4098	3,6561	3,6425	5,0733	48,9907	39,2237	68,6393	12,8646	3,1761	3,1208	1,3028	2,4015	14,0509	1,0508		
20	8,0340	0,0001	0,0000	0,1745	0,3415	0,3281	60,3848	57,2586	13,3595	0,0034	0,0000	0,0000	0,0186	0,0002		
Soma	144,0023	8,4249	8,3002	18,7888	148,3262	118,5458	805,4199	573,4151	168,8229	8,9882	3,1291	6,2290	39,4813	2,6654		
Média	14,4002	0,8425	0,8300	1,8789	14,8326	11,8546	80,5420	57,3415	16,8823	0,8988	0,3129	0,6229	3,9481	0,2665		
Desvio	10,1400	1,4105	1,4040	2,0208	21,1162	16,8928	45,7610	47,5552	17,1912	1,4831	0,5914	1,1835	6,0254	0,4659		
Ordem	10	5	4	7	11	9	14	13	12	6	2	3	8	1		

Franco-arenosa

A amostra escolhida para representar as curvas geradas para a classe textural franco-arenosa é composta de 13% de argila, 10% de silte, 57% de areia fina e 20% de areia grossa (amostra nº 21).



Continua...

Continuação.

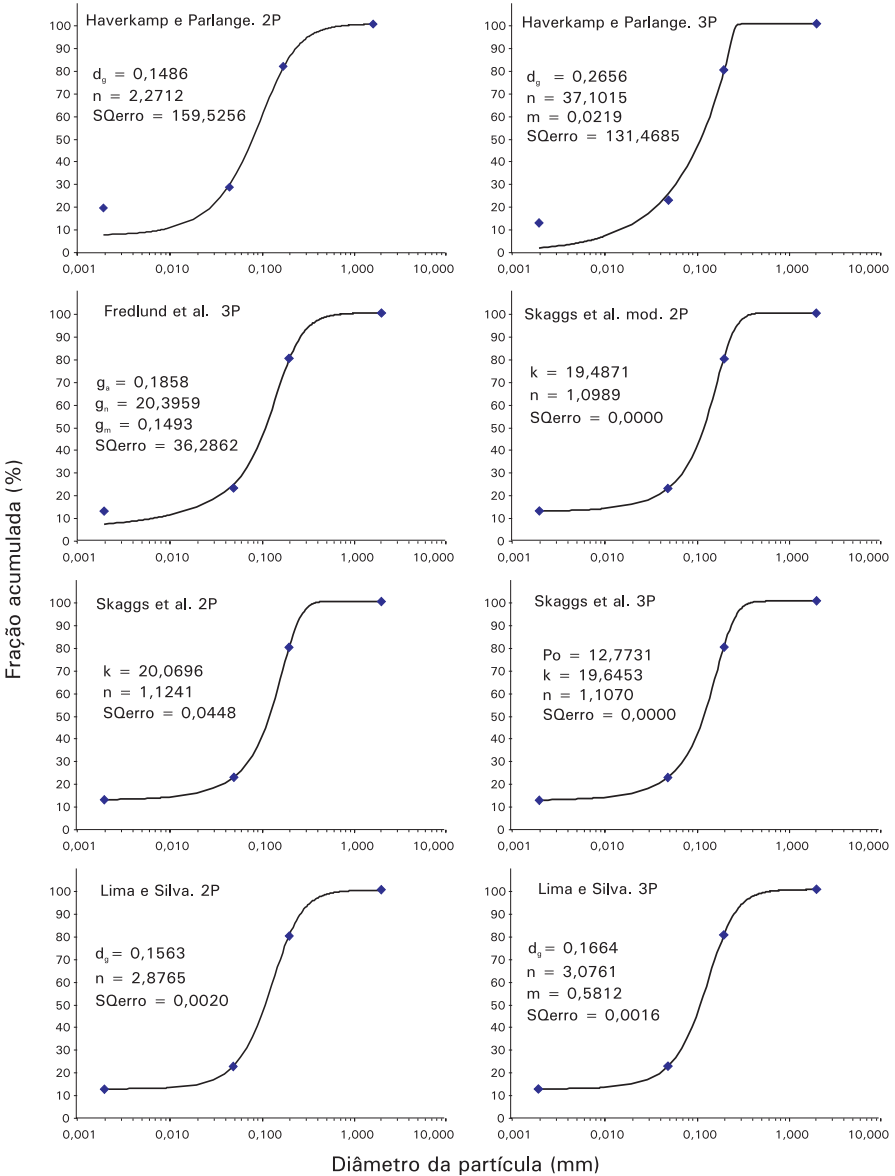


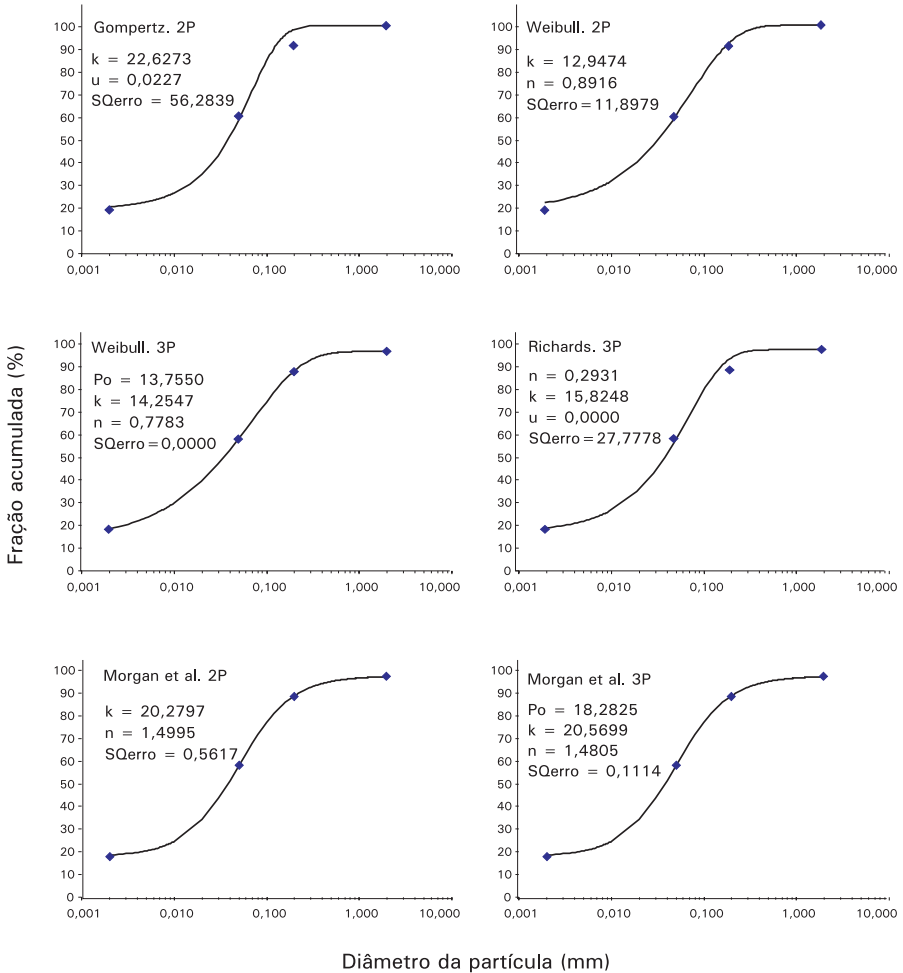
Figura 5. Conjunto de curvas geradas com o uso dos diferentes modelos para uma mesma amostra de solo de textura franco-arenosa.

Tabela 3. Resultados da soma do quadrado dos erros (SQ_{erro}) dos 14 modelos ajustados a 10 amostras de solos de textura franco-arenosa.

Amostra	Gompertz		Weibull		Richards		Morgan et al.		Haverkamp e Palange		Fredlund et al.		Skaggs et al.		Lima e Silva	
	2P	2P	3P	3P	2P	3P	2P	3P	2P	3P	3P	2P	2P.mod	3P	2P	3P
21	22,0826	0,0011	0,0000	0,0000	0,0138	0,0138	159,5256	131,4685	36,2862	0,0448	0,0000	0,0000	0,0020	0,0016		
22	18,6023	0,0002	0,0000	0,0958	0,1069	0,1065	175,1157	153,9693	48,6432	0,0071	0,0000	0,0000	0,0072	0,0007		
23	30,5426	0,0003	0,0000	0,0900	0,0315	0,0315	284,1712	229,1513	93,4897	0,0076	0,0000	0,0000	0,0027	0,0008		
24	6,2219	0,0004	0,0000	0,6669	2,1292	1,7821	230,3444	134,4756	84,8342	0,0030	0,0000	0,0000	0,1764	0,0010		
25	7,6836	0,1670	0,0004	0,0009	12,1209	11,5730	49,6900	33,0963	0,8130	1,3437	0,0008	0,0044	1,6965	0,4275		
26	0,0440	0,0494	0,0000	2,9499	3,8878	3,8018	145,3477	107,0652	45,1616	0,3293	0,0000	0,0000	0,4418	0,1716		
27	35,8497	1,6391	0,0183	12,3664	12,9477	12,9459	46,5270	23,0211	5,1029	6,0875	0,0254	0,1365	4,1090	3,6737		
28	25,2989	1,3409	0,0062	10,9911	9,6575	9,6572	67,7443	37,9770	23,1070	4,4905	0,0069	0,0313	3,2058	2,9885		
29	0,1138	0,0514	0,0000	10,8276	0,5747	0,5742	173,0109	126,6860	48,8059	0,4597	0,0000	0,0000	0,1169	0,1095		
30	0,0475	0,0199	0,0000	0,0000	0,2165	0,2162	69,3237	52,6197	3,1102	0,4947	0,0000	0,0000	0,0406	0,0378		
Soma	146,4870	3,2698	0,0249	37,9886	41,6867	40,7020	1400,8005	1029,5299	389,3540	13,2679	0,0331	0,1722	9,7990	7,4129		
Média	14,6487	0,3270	0,0025	3,7989	4,1687	4,0702	140,0800	102,9530	38,9354	1,3268	0,0033	0,0172	0,9799	0,7413		
Desvio	13,5142	0,6190	0,0059	5,3315	5,3134	5,2403	80,8216	65,7774	32,4076	2,1600	0,0081	0,0430	1,5158	1,3807		
Ordem	11	4	1	8	10	9	14	13	12	7	2	3	6	5		

Franca

A amostra escolhida para representar as curvas geradas para a classe textural franca é composta de 19% de argila, 41% de silte, 31% de areia fina e 9% de areia grossa (amostra nº 35).



Continua...

Continuação.

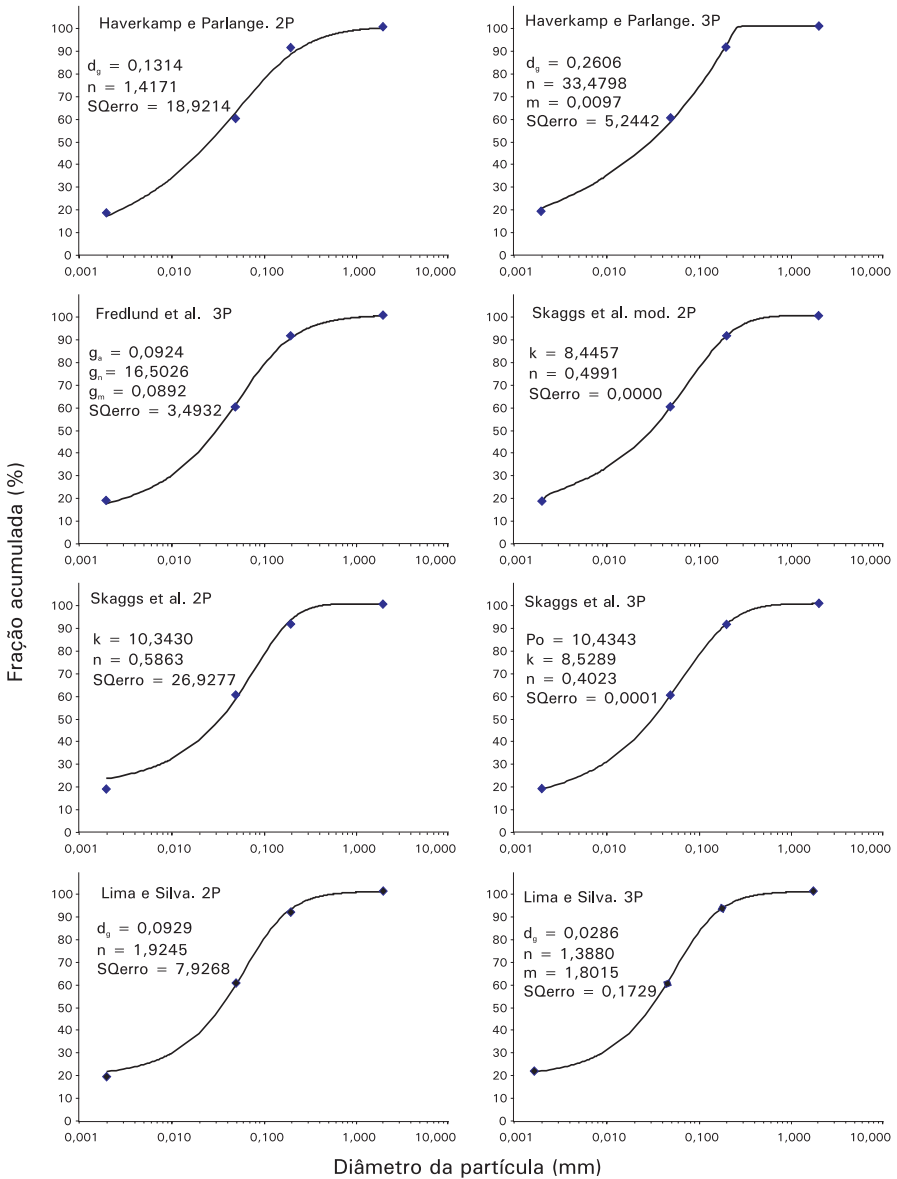


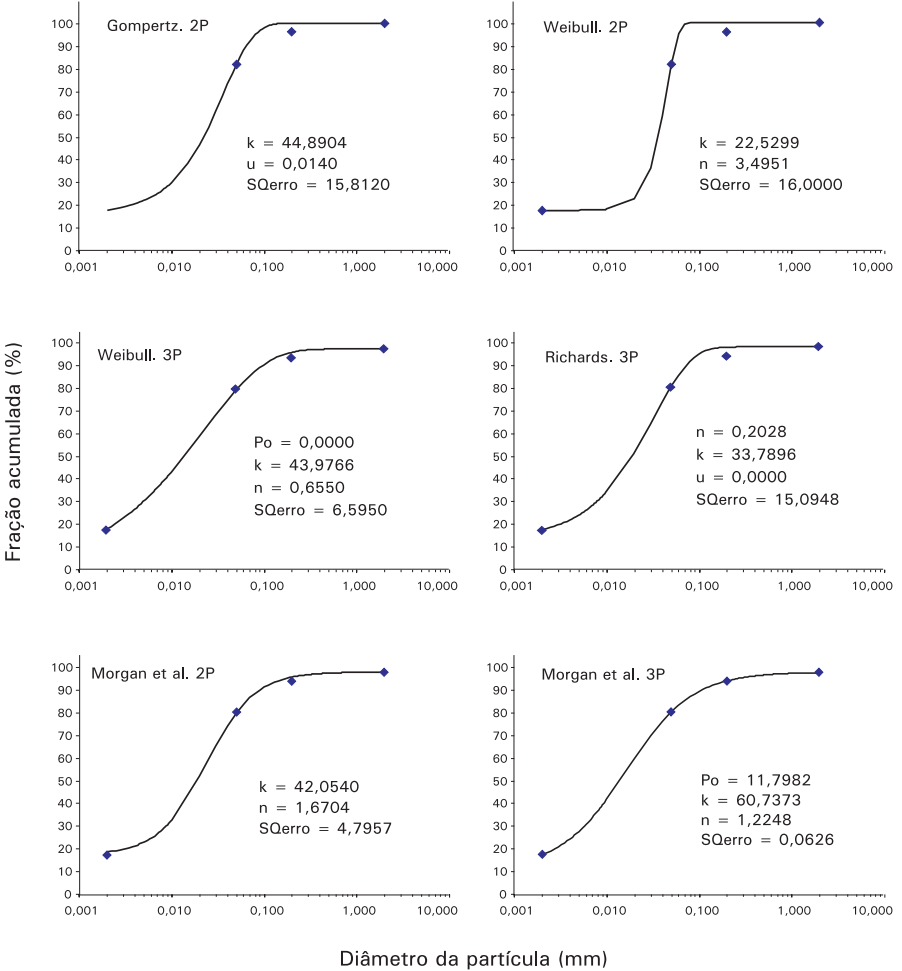
Figura 6. Conjunto de curvas geradas com o uso dos diferentes modelos para uma mesma amostra de solo de textura franca.

Tabela 4. Resultados da soma do quadrado dos erros (SQ_{erro}) dos 14 modelos ajustados a 10 amostras de solos de textura franca.

Amostra	Gompertz		Weibull		Richards		Morgan et al.		Haverkamp e Palange		Fredlund et al.		Skaggs et al.		Lima e Silva	
	2P	2P	3P	3P	2P	3P	2P	3P	2P	3P	3P	2P	2P.mod	3P	2P	3P
31	168,3375	38,5548	25,9355	155,1915	68,4158	67,3222	36,4031	5,2670	59,4581	50,5788	18,7065	30,5621	51,7708	50,0643		
32	458,1304	159,1198	91,3311	454,5141	148,0170	119,9023	110,5945	114,8417	125,0971	186,3146	71,9043	104,8626	190,2279	132,2606		
33	248,7573	54,9978	19,9560	229,5015	55,6975	47,8061	24,2956	21,0007	41,1530	75,6592	14,2735	27,4335	72,8731	55,0116		
34	214,4697	46,8188	18,2339	202,0657	51,8408	45,9961	21,6246	13,0457	40,1978	64,1555	12,8209	24,1124	62,7021	51,8133		
35	56,2839	11,8979	0,0000	27,7778	0,5617	0,1114	18,9214	5,2442	3,4932	26,9277	0,0000	0,0001	7,9268	0,1729		
36	58,8151	8,8729	0,0000	26,6505	0,5055	0,1458	27,1495	0,0000	8,1517	21,7881	0,0000	0,0001	6,6625	0,2257		
37	33,5187	6,3840	0,0000	15,4801	0,2000	0,0481	41,4415	0,2022	26,4950	16,1975	0,0000	0,0000	3,6974	0,0749		
38	1,7547	0,0000	0,0000	11,9915	0,0000	0,0000	133,8537	0,2489	41,9207	0,0100	0,0013	0,0011	0,0000	0,0000		
39	268,5204	48,2560	12,0964	215,9616	46,9322	39,7879	20,0384	23,7933	43,8385	74,2749	9,0792	21,8220	65,7624	46,4453		
40	343,0589	54,3071	8,2792	215,0046	26,9804	15,7719	21,1198	12,0622	68,3788	88,6745	2,2763	9,7904	69,3515	20,3931		
Soma	1851,6466	429,2091	175,8321	1554,1390	399,1509	336,8917	455,4421	195,7059	458,1837	604,5809	129,0620	218,5843	530,9745	356,4617		
Média	185,1647	42,9209	17,5832	155,4139	39,9151	33,6892	45,5442	19,5706	45,8184	60,4581	12,9062	21,8584	53,0974	35,6462		
Desvio	149,3635	46,1149	27,6243	140,3828	46,4022	39,1467	41,4305	34,5394	34,3773	53,1266	21,8840	31,7251	56,9315	41,6024		
Ordem	14	8	2	13	7	5	9	3	10	12	1	4	11	6		

Franco-siltosa

A amostra escolhida para representar as curvas geradas para a classe textural franco-siltosa é composta de 18% de argila, 64% de silte, 14% de areia fina e 4% de areia grossa (amostra nº 41).



Continua...

Continuação.

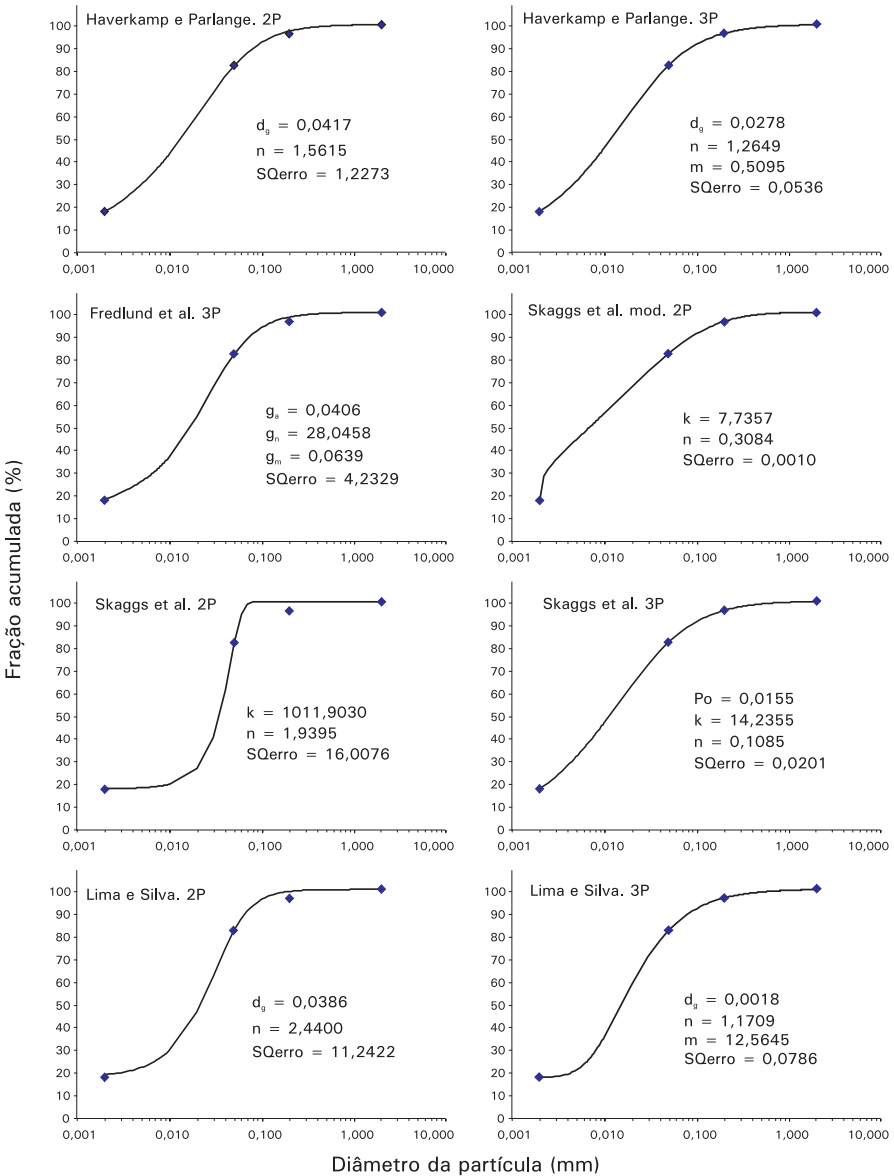


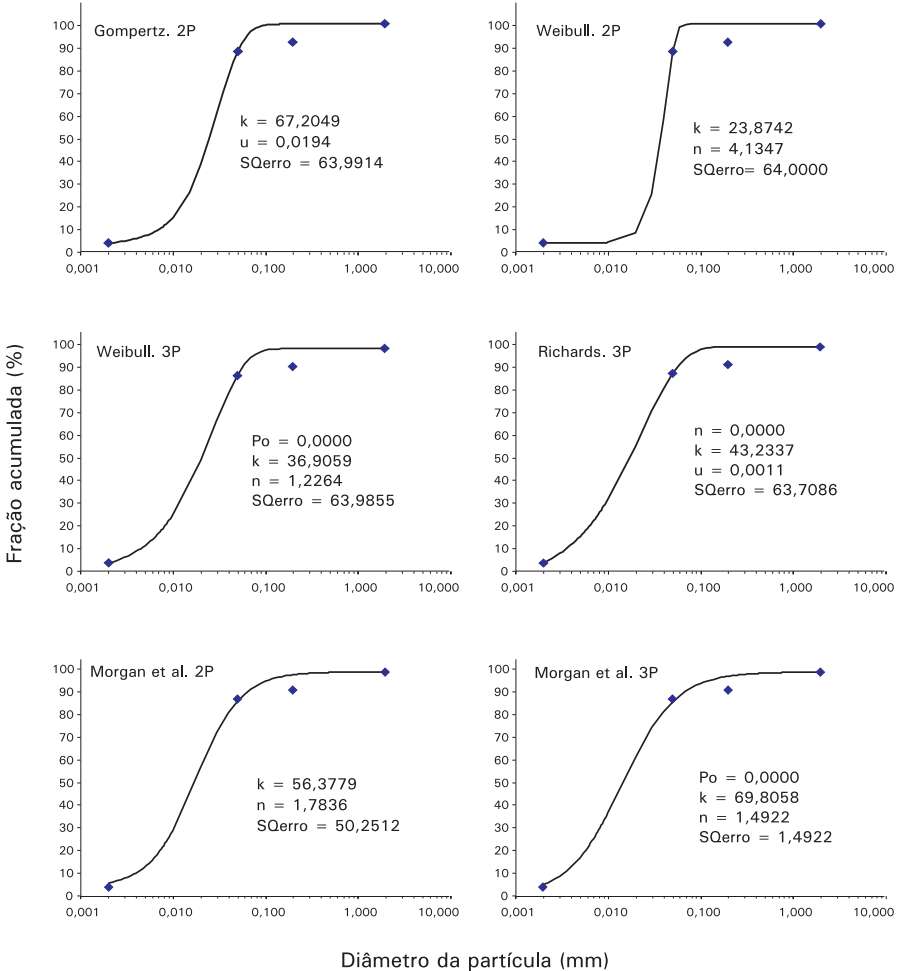
Figura 7. Conjunto de curvas geradas com o uso dos diferentes modelos para uma mesma amostra de solo de textura franco-siltosa.

Tabela 5. Resultados da soma do quadrado dos erros (SQ_{erro}) dos 14 modelos ajustados a 10 amostras de solos de textura franco-siltosa.

Amostra	Gompertz		Weibull		Richards		Morgan et al.		Haverkamp e Palange		Fredlund et al.		Skaggs et al.		Lima e Silva	
	2P	2P	3P	3P	2P	3P	2P	3P	2P	3P	2P	2P.mod	3P	2P	3P	
41	15,8120	16,0000	6,5950	15,0948	4,7957	0,0626	1,2273	0,0536	4,2329	16,0076	0,0010	0,0201	11,2422	0,0786		
42	3,9993	4,0000	3,9531	3,9970	3,3309	0,9889	2,1221	0,3262	3,0470	4,0027	0,0235	1,8507	3,7845	1,1115		
43	3,8679	4,0000	4,0000	2,9127	0,1680	0,0005	1,4626	0,0002	1,6608	4,0148	0,0000	0,0000	1,6351	0,0007		
44	0,9452	1,0000	0,0000	0,6321	0,0146	0,0000	3,9065	0,0000	0,0001	1,0084	0,0000	0,0000	0,2990	0,0000		
45	3,8487	4,0000	0,0090	3,3266	0,2934	0,0009	1,8287	0,0003	0,0581	4,0078	0,0000	0,0000	1,9276	0,0012		
46	0,9956	1,0000	0,9499	0,9053	0,1625	0,0001	0,0179	0,0001	0,9776	1,0143	0,0000	0,0000	0,6151	0,0001		
47	0,6271	1,0000	0,0000	0,0777	0,0007	0,0000	25,7083	0,0001	11,8189	1,0091	0,0000	0,0000	0,0547	0,0000		
48	24,9768	25,0000	25,0000	24,9295	19,2701	6,4569	13,5768	3,7811	13,9801	25,0056	1,0840	9,0735	23,1273	8,4864		
49	275,7703	92,8060	29,1750	207,2923	30,7052	8,5730	39,9249	8,2762	93,1469	132,6958	1,5243	8,0911	97,1316	10,9377		
50	24,2904	25,0000	3,9856	20,8606	3,0316	0,0528	0,3367	0,0348	8,3246	25,0093	0,0002	0,0058	13,1300	0,0720		
Soma	355,1333	173,8060	73,6676	280,0285	61,7727	16,1357	90,1118	12,4725	137,2471	213,7754	2,6331	19,0413	152,9473	20,6882		
Média	35,5133	17,3806	7,3668	28,0029	6,1773	1,6136	9,0112	1,2473	13,7247	21,3775	0,2633	1,9041	15,2947	2,0688		
Desvio	84,9504	28,1841	10,6739	63,6394	10,4136	3,1647	13,5568	2,7355	28,3393	40,2719	0,5583	3,5740	29,7211	4,0838		
Ordem	14	11	7	13	6	4	8	3	9	12	1	2	10	5		

Siltosa

A amostra escolhida para representar as curvas geradas para a classe textural siltosa é composta de 4% de argila, 84% de silte, 4% de areia fina e 8% de areia grossa (amostra nº 60).



Continua...

Continuação.

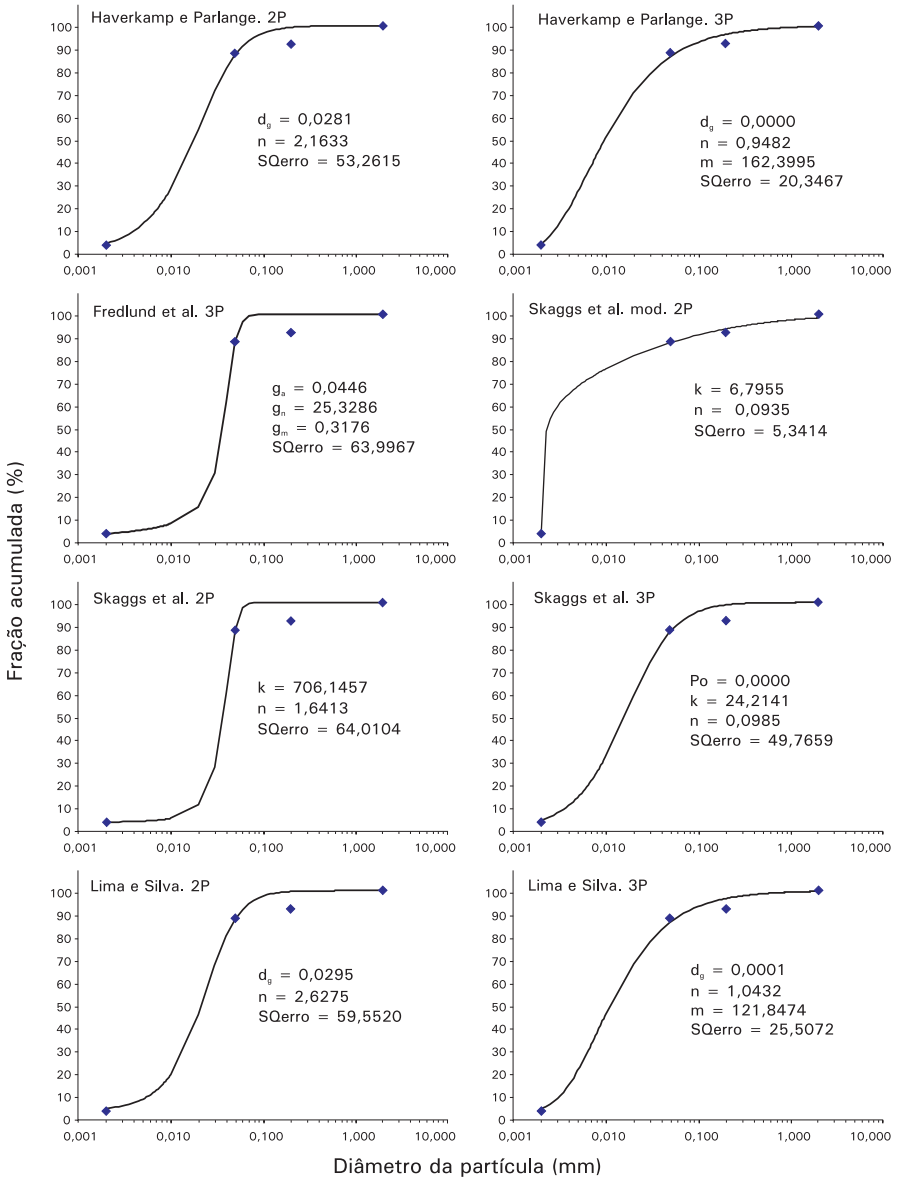


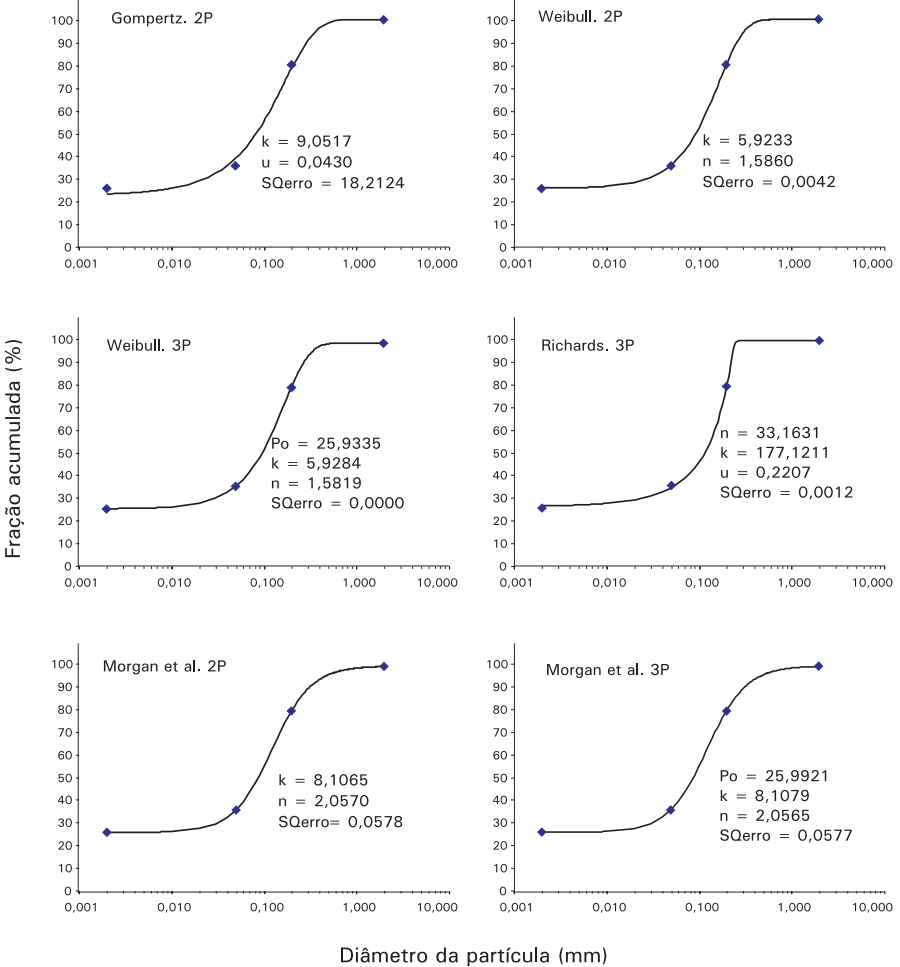
Figura 8. Conjunto de curvas geradas com o uso dos diferentes modelos para uma mesma amostra de solo de textura siltosa.

Tabela 6. Resultados da soma do quadrado dos erros (SQ_{erro}) dos 14 modelos ajustados a 10 amostras de solos de textura siltosa.

Amostra	Gompertz	Weibull		Richards	Morgan et al.		Haverkamp e Palange		Fredlund et al.	Skaggs et al.			Lima e Silva	
	2P	2P	3P	3P	2P	3P	2P	3P	3P	2P	2P.mod	3P	2P	3P
51	0,9999	1,0000	0,9997	0,9988	0,8287	0,2027	0,5102	0,0100	0,9607	1,0025	0,0004	0,5065	0,9452	0,1306
52	3,9998	4,0000	3,9978	3,9982	3,5579	1,9012	2,8062	0,9383	3,8118	4,0024	0,0679	2,7208	3,8587	1,6885
53	99,9874	100,0000	99,9999	98,9074	68,8223	64,0243	86,3108	27,2107	100,0000	100,0165	7,1183	80,7211	89,5483	29,9038
54	24,9893	25,0000	24,9998	24,1238	11,7112	9,0579	17,9574	0,2676	25,0000	25,0009	0,0561	16,0067	20,0070	0,4674
55	0,9994	1,0000	0,9851	0,9918	0,6083	0,0008	0,1450	0,0008	0,8104	1,0221	0,0000	0,0649	0,8668	0,0013
56	3,9999	4,0000	4,0000	3,9979	3,5851	2,3533	3,1326	1,1442	3,9928	4,0025	0,0742	3,1843	3,8675	1,7454
57	2,0000	1,0000	1,0000	0,9981	0,7848	0,5249	0,7782	0,0050	1,0000	1,0042	0,0003	0,9987	0,9306	0,0498
58	3,9995	4,0000	4,0000	23,5579	2,4231	1,5784	2,8939	0,1009	4,0000	4,0003	0,0013	3,1147	3,4582	0,0337
59	8,9975	9,0000	8,9989	8,8950	5,6729	2,7868	5,8766	0,0762	9,0000	9,0137	0,0119	5,3278	7,8595	0,3903
60	63,9914	64,0000	63,9855	63,7086	50,2512	40,0286	53,2615	20,3467	63,9967	64,0104	5,3414	49,7659	59,5520	25,5072
Soma	213,9643	213,0000	212,9667	230,1777	148,2457	122,4589	173,6723	50,1003	212,5723	213,0754	12,6719	162,4116	190,8939	59,9179
Média	21,3964	21,3000	21,2967	23,0178	14,8246	12,2459	17,3672	5,0100	21,2572	21,3075	1,2672	16,2412	19,0894	5,9918
Desvio	33,7865	33,8561	33,8552	32,9887	24,1900	21,8672	29,1625	10,0315	33,8820	33,8590	2,6490	27,2191	30,6008	11,5091
Ordem	13	11	10	14	5	4	7	2	9	12	1	6	8	3

Franco-argilo-arenosa

A amostra escolhida para representar as curvas geradas para a classe textural franco-argilo-arenosa é composta de 26% de argila, 10% de silte, 44% de areia fina e 20% de areia grossa (amostra nº 63).



Continua...

Continuação.

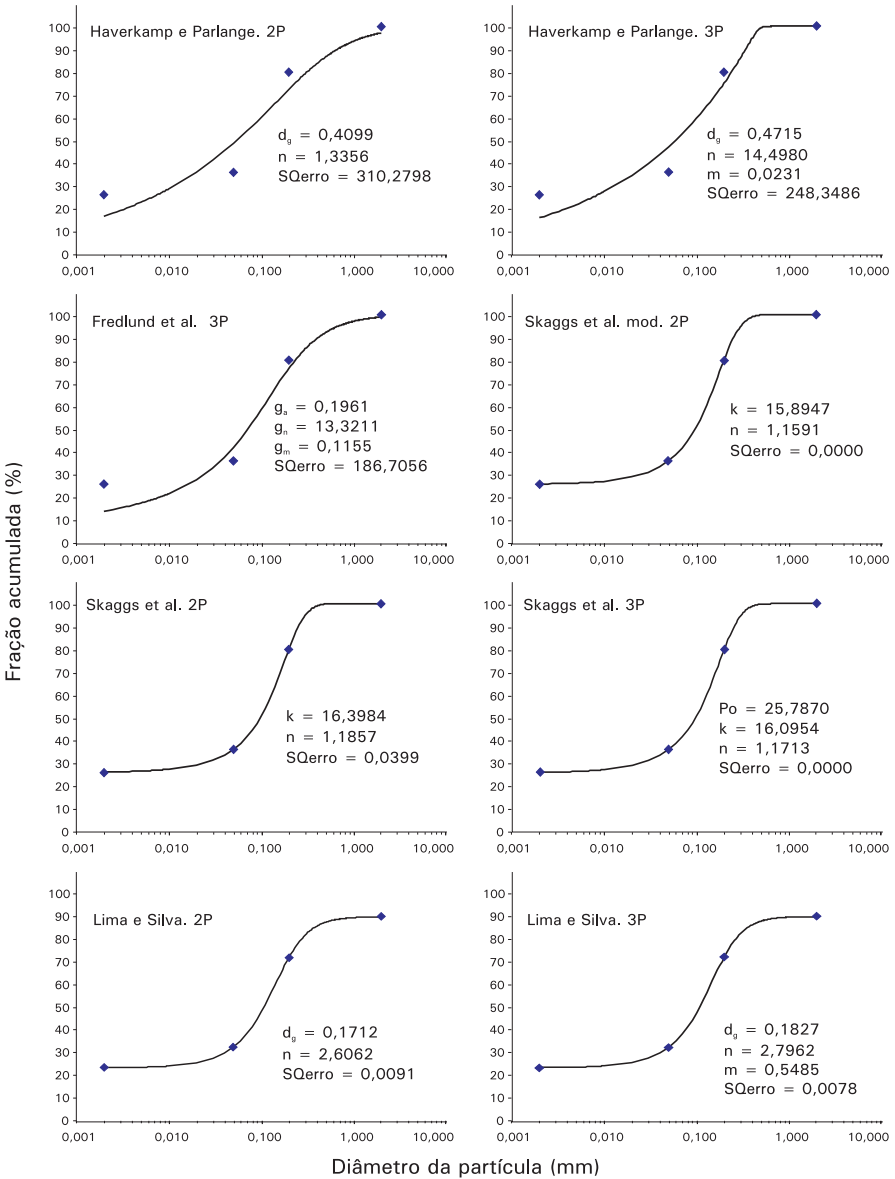


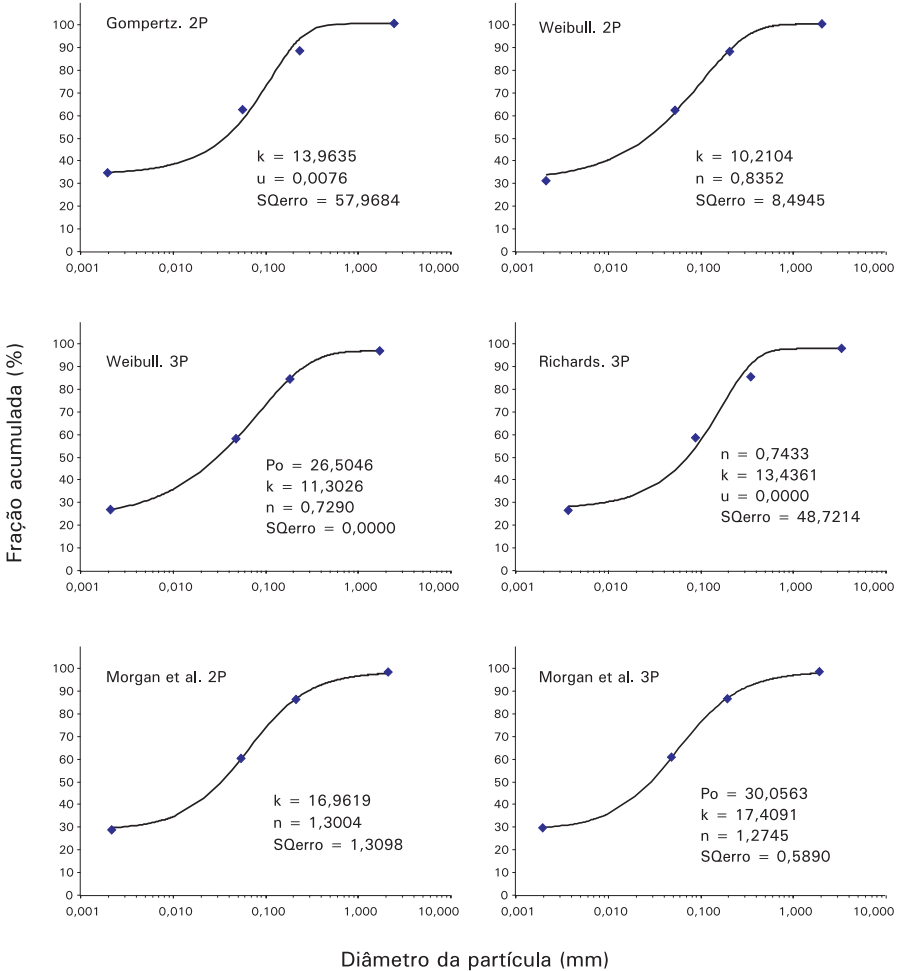
Figura 9. Conjunto de curvas geradas com o uso dos diferentes modelos para uma mesma amostra de solo de textura franco-argilo-arenosa.

Tabela 7. Resultados da soma do quadrado dos erros (SO_{erro}) dos 14 modelos ajustados a 10 amostras de solos de textura franco-argilo-arenosa.

Amostra	Gompertz		Weibull		Richards		Morgan et al.		Haverkamp e Palange		Fredlund et al.		Skaggs et al.		Lima e Silva	
	2P	2P	3P	3P	2P	3P	2P	3P	2P	3P	2P	2P.mod	3P	2P	3P	
61	10,3698	0,0285	0,0000	0,0000	0,0126	0,0121	295,8200	195,5260	181,7170	0,2471	0,0000	0,0000	0,0157	0,0088		
62	9,5719	0,0032	0,0000	0,0012	0,4883	0,4838	245,9167	189,7779	230,2998	0,0156	0,0000	0,0000	0,0413	0,0096		
63	18,2124	0,0042	0,0000	1,7298	0,0578	0,0577	310,2798	248,3486	186,7056	0,0399	0,0000	0,0000	0,0091	0,0078		
64	21,9644	0,0000	0,0000	5,2645	0,1643	0,1586	306,4470	220,1587	199,9208	0,0002	0,0000	0,0000	0,0087	0,0001		
65	22,1451	0,0027	0,0000	0,0000	0,0360	0,0359	326,3577	245,7396	135,8083	0,0372	0,0000	0,0000	0,0055	0,0047		
66	25,6750	0,0002	0,0000	33,7807	0,0930	0,0926	310,7710	257,6665	259,2382	0,0015	0,0000	0,0000	0,0064	0,0013		
67	20,3215	2,2069	1,5025	14,4825	29,7876	28,5157	111,1085	30,0830	78,2117	3,6211	0,4976	1,0798	7,6930	2,9252		
68	22,2469	3,2238	2,3374	20,6681	27,8046	27,0552	107,5433	28,9888	140,4896	4,2865	0,9701	1,7508	8,3200	4,0819		
69	3,8909	0,2714	0,0009	1,0604	8,7497	8,5700	130,4345	74,9750	82,6497	0,9548	0,0003	0,0008	1,4740	0,6868		
70	12,9593	1,0688	0,0000	9,7270	2,1842	2,1131	85,4409	56,8095	99,7605	2,9447	0,0000	0,0002	1,7400	1,4976		
Soma	167,3572	6,8098	3,8408	86,7141	69,3782	67,0948	2230,1195	1548,0737	1594,8013	12,1488	1,4680	2,8316	19,3137	9,2237		
Média	16,7357	0,6810	0,3841	8,6714	6,9378	6,7095	223,0119	154,8074	159,4801	1,2149	0,1468	0,2832	1,9314	0,9224		
Desvio	7,0947	1,1471	0,8331	11,3165	11,8353	11,4170	101,1800	95,5183	62,2121	1,7119	0,3288	0,6173	3,2712	1,4691		
Ordem	11	4	3	10	9	8	14	12	13	6	1	2	7	5		

Franco-argilosa

A amostra escolhida para representar as curvas geradas para a classe textural franco-argilosa é composta de 31% de argila, 31% de silte, 26% de areia fina e 12% de areia grossa (amostra nº 73).



Continua...

Continuação.

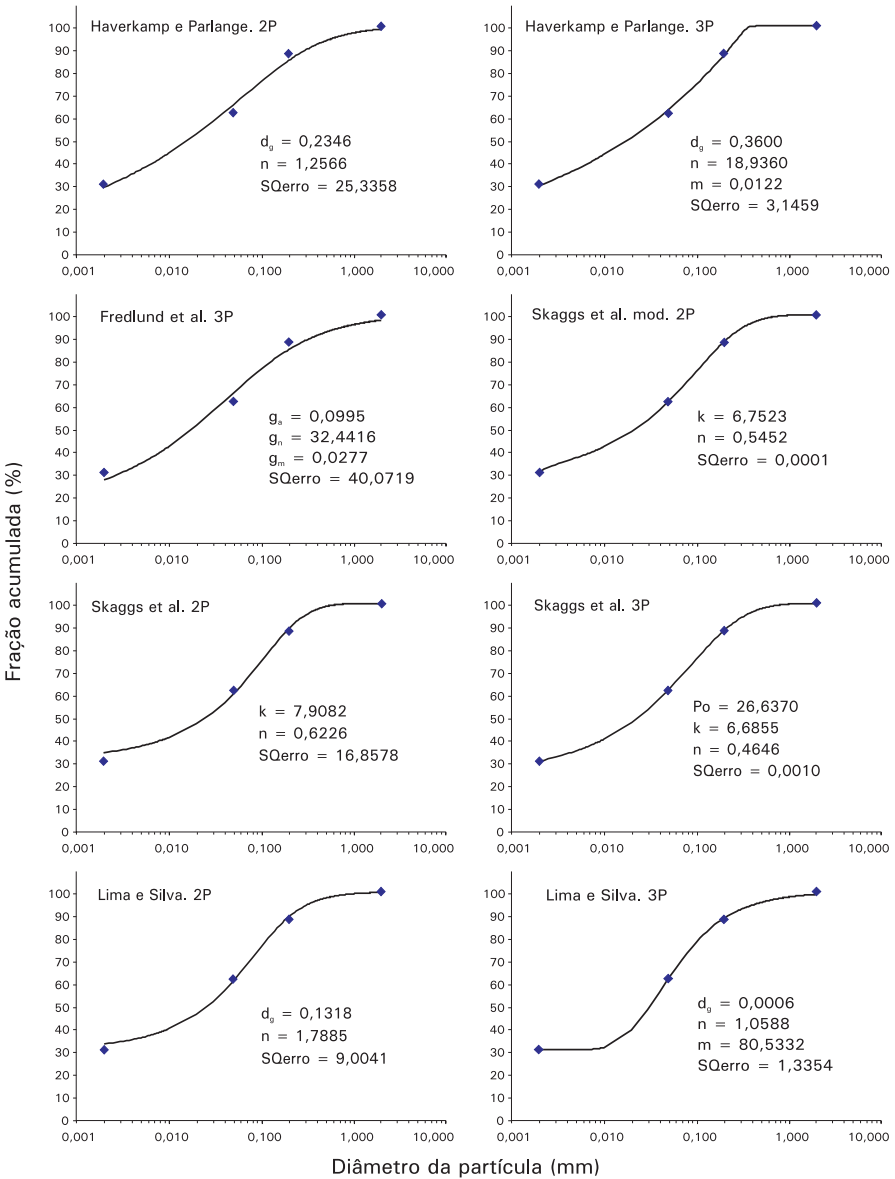


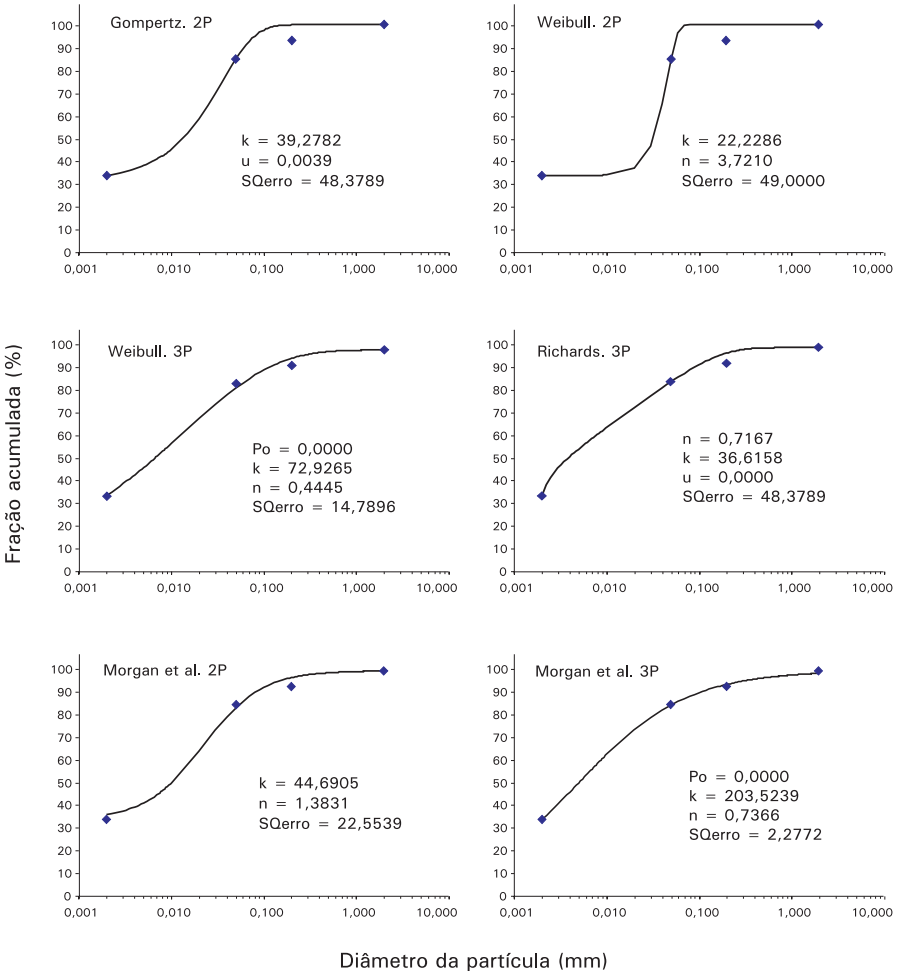
Figura 10. Conjunto de curvas geradas com o uso dos diferentes modelos para uma mesma amostra de solo de textura franco-argilosa.

Tabela 8. Resultados da soma do quadrado dos erros (SO_{erro}) dos 14 modelos ajustados a 10 amostras de solos de textura franco-argilosa.

Amostra	Gompertz		Weibull		Richards		Morgan et al.		Haverkamp e Palange		Fredlund et al.		Skaggs et al.		Lima e Silva	
	2P	2P	3P	3P	2P	3P	2P	3P	2P	3P	3P	2P	2P.mod	3P	2P	3P
71	56,6660	3,1892	0,1754	31,0560	9,2597	9,1400	50,5840	21,1320	111,5803	5,5125	0,0768	0,2204	5,7730	5,7661		
72	53,8286	64,0000	0,0038	53,1315	4,5394	0,5368	1,0335	0,1353	9,9231	40,9691	0,0037	0,0304	22,2229	0,8179		
73	57,9684	8,4945	0,0000	48,7214	1,3098	0,5890	25,3358	3,1439	40,0719	16,8578	0,0001	0,0010	9,0041	1,3354		
74	139,7202	21,6081	9,5154	108,7718	32,1933	30,6057	23,0190	0,0878	70,0815	28,2144	6,1487	10,7672	30,3547	29,7320		
75	87,7707	43,4724	0,1026	84,6552	10,0495	1,6867	1,0883	0,8948	3,7809	59,1545	0,0636	0,3905	37,9940	2,2904		
76	136,9911	23,1217	1,3301	127,5360	14,0206	9,6917	5,6878	0,4914	28,8123	33,1268	0,7422	2,2791	30,7500	12,3259		
77	60,8332	7,0206	0,0001	48,9341	1,9649	1,2534	29,4226	7,3068	38,4700	14,8238	0,0006	0,0037	8,5968	2,9555		
78	314,2855	170,0566	61,8116	308,2445	99,0782	43,4698	88,1156	43,1518	64,3665	198,4788	26,0671	44,2531	186,1174	54,4532		
79	33,7925	5,3631	0,0000	33,5870	0,6016	0,2608	35,5874	9,3440	66,7990	10,5452	0,0000	0,0000	5,1845	0,6453		
80	211,0789	60,8398	4,9956	206,1018	28,9340	12,8009	11,8291	9,4954	12,2598	78,5997	2,9904	7,5864	71,7406	15,6113		
Soma	1152,9351	407,1661	77,9346	1050,7392	201,9510	110,0349	271,7032	95,1832	446,1453	486,2826	36,0931	65,5319	407,7379	125,9330		
Média	115,2935	40,7166	7,7935	105,0739	20,1951	11,0035	27,1703	9,5183	44,6145	48,6283	3,6093	6,5532	40,7738	12,5933		
Desvio	88,6361	50,7609	19,2371	89,4641	29,8543	14,7649	26,7068	13,5174	33,7327	57,3889	8,1413	13,7751	54,9555	17,3493		
Ordem	14	9	3	13	7	5	8	4	11	12	1	2	10	6		

Franco-argilo-siltosa

A amostra escolhida para representar as curvas geradas para a classe textural franco-argilo-siltosa é composta de 34% de argila, 51% de silte, 8% de areia fina e 7% de areia grossa (amostra nº 83).



Continua...

Continuação.

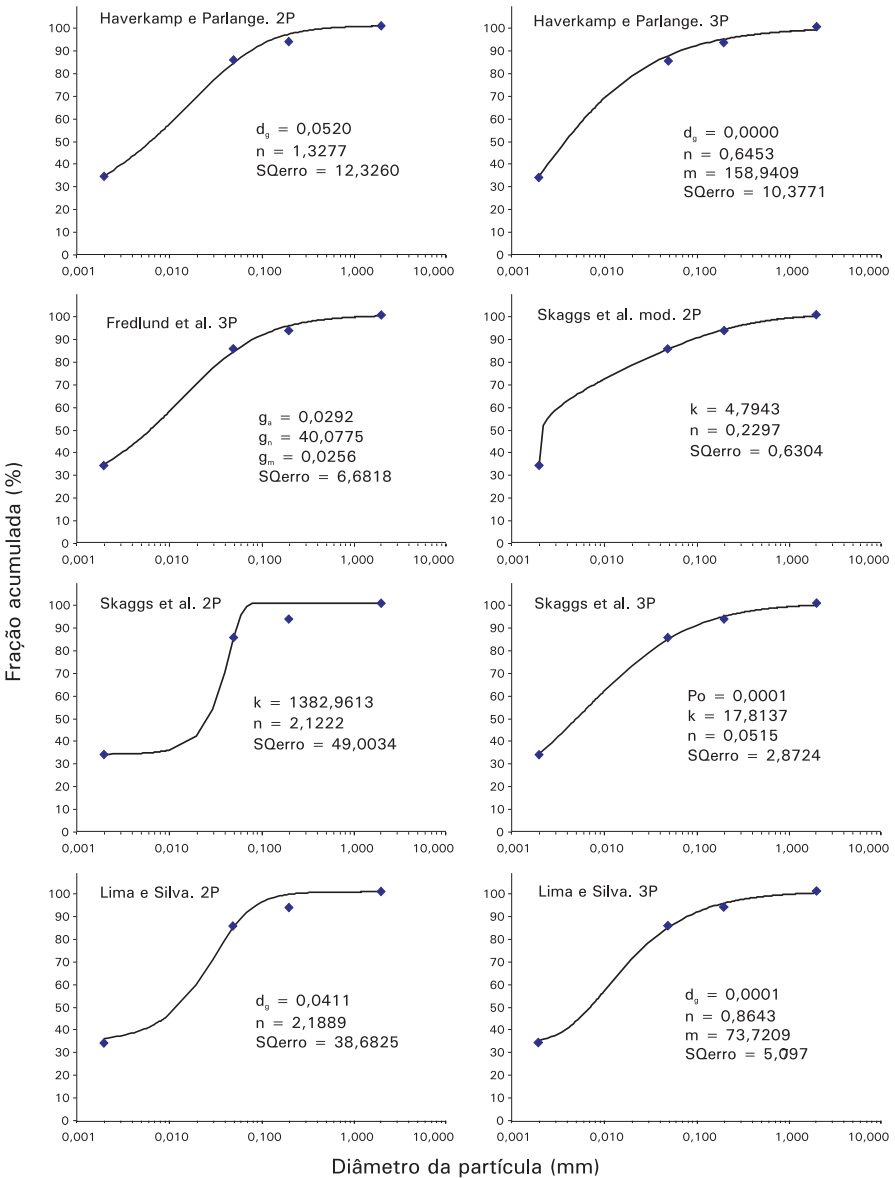


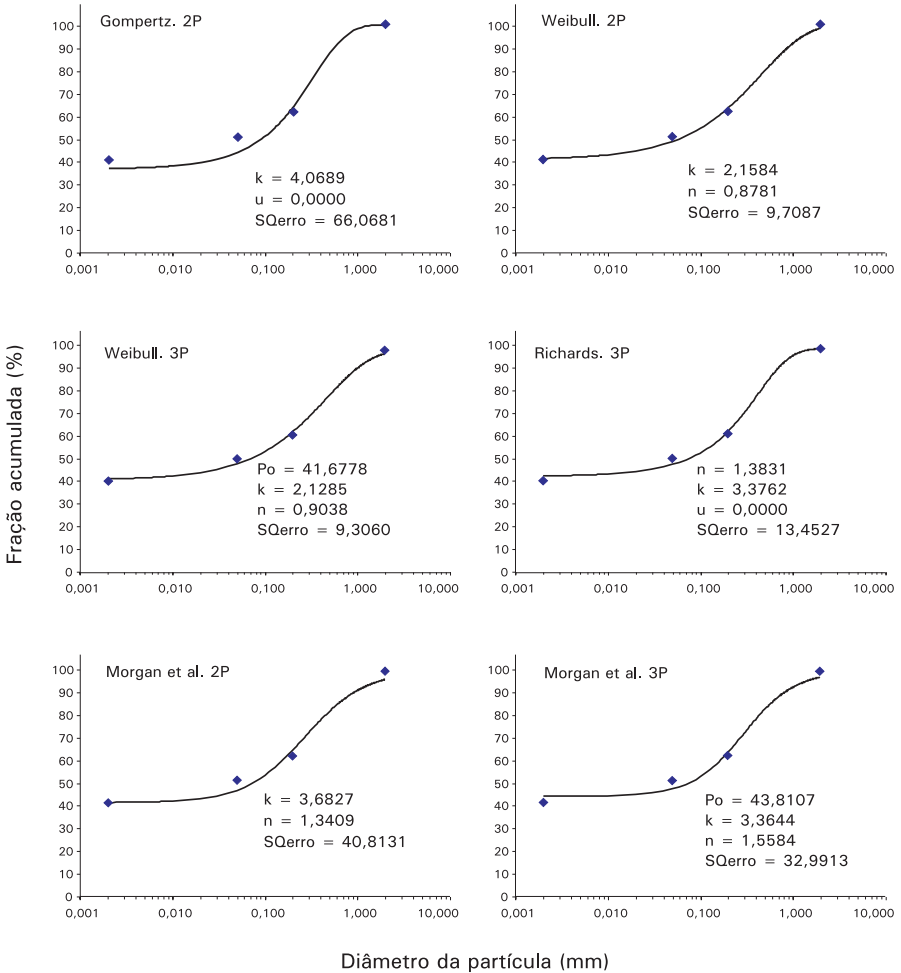
Figura 11. Conjunto de curvas geradas com o uso dos diferentes modelos para uma mesma amostra de solo de textura franco-argilo-siltosa.

Tabela 9. Resultados da soma do quadrado dos erros (SQ_{erro}) dos 14 modelos ajustados a 10 amostras de solos de textura franco-argilo-siltosa.

Amostra	Gompertz		Weibull		Richards		Morgan et al.		Haverkamp e Palange		Fredlund et al.		Skaggs et al.		Lima e Silva	
	2P	2P	3P	3P	2P	3P	2P	3P	2P	3P	2P	2P.mod	3P	2P	3P	
81	119,6572	121,0000	43,9531	255,8122	57,0011	14,8304	44,8159	12,2946	32,1375	121,0006	6,4510	18,0844	95,6705	22,3217		
82	98,8010	100,0000	33,5751	98,2776	47,5646	10,8696	34,5988	9,4416	22,1349	100,0039	4,7176	13,0683	79,4193	17,9182		
83	48,3789	49,0000	14,7896	48,3789	22,5539	2,2772	12,3260	10,3771	6,6818	49,0034	0,6304	2,8724	38,6825	5,0977		
84	3,9986	4,0000	4,0000	3,9973	3,3829	0,7731	1,7841	0,4074	1,6813	4,0012	0,0505	1,3750	3,8015	1,4332		
85	0,9999	1,0000	0,9600	0,9998	0,8986	0,2010	0,4186	0,1253	0,4039	1,0027	0,0059	0,3910	0,9677	0,4084		
86	2,6811	1,0000	0,9423	3,5982	0,8928	0,1748	0,3890	0,1308	0,3501	1,0095	0,0056	0,3655	0,9658	0,3816		
87	99,1508	100,0000	40,5853	98,9876	54,8576	15,7981	41,0542	13,1906	26,6768	100,0030	7,5026	18,7447	83,4953	24,3796		
88	3,6960	4,0000	0,0000	3,5737	0,3163	0,0014	3,5035	28,9724	7,7503	4,0014	0,0000	14,7731	1,9437	0,0021		
89	3,5386	4,0000	0,0000	3,5317	0,2209	0,0013	5,2033	0,0002	12,8285	4,0029	0,0000	0,0000	1,7272	0,0021		
90	3,9321	4,0000	0,2243	3,9273	1,4443	0,0087	0,0568	5,6867	0,8358	4,0022	0,0000	0,0005	2,9872	0,0113		
Soma	384,8341	388,0000	139,0296	520,8026	189,1329	44,9356	144,1502	80,6268	111,4808	388,0309	19,3636	69,6749	309,6607	71,9559		
Média	38,4834	38,8000	13,9030	52,0803	18,9133	4,4936	14,4150	8,0627	11,1481	38,8031	1,9364	6,9675	30,9661	7,1956		
Desvio	48,8842	49,5015	18,2878	81,7566	24,6480	6,5963	18,2813	9,0912	11,8543	49,5010	3,0380	8,1131	39,9598	10,1340		
Ordem	13	11	7	14	9	2	8	5	6	12	1	3	10	4		

Argilo-arenosa

A amostra escolhida para representar as curvas geradas para a classe textural argilo-arenosa é composta de 41% de argila, 10% de silte, 11% de areia fina e 38% de areia grossa (amostra nº 100).



Continua...

Continuação.

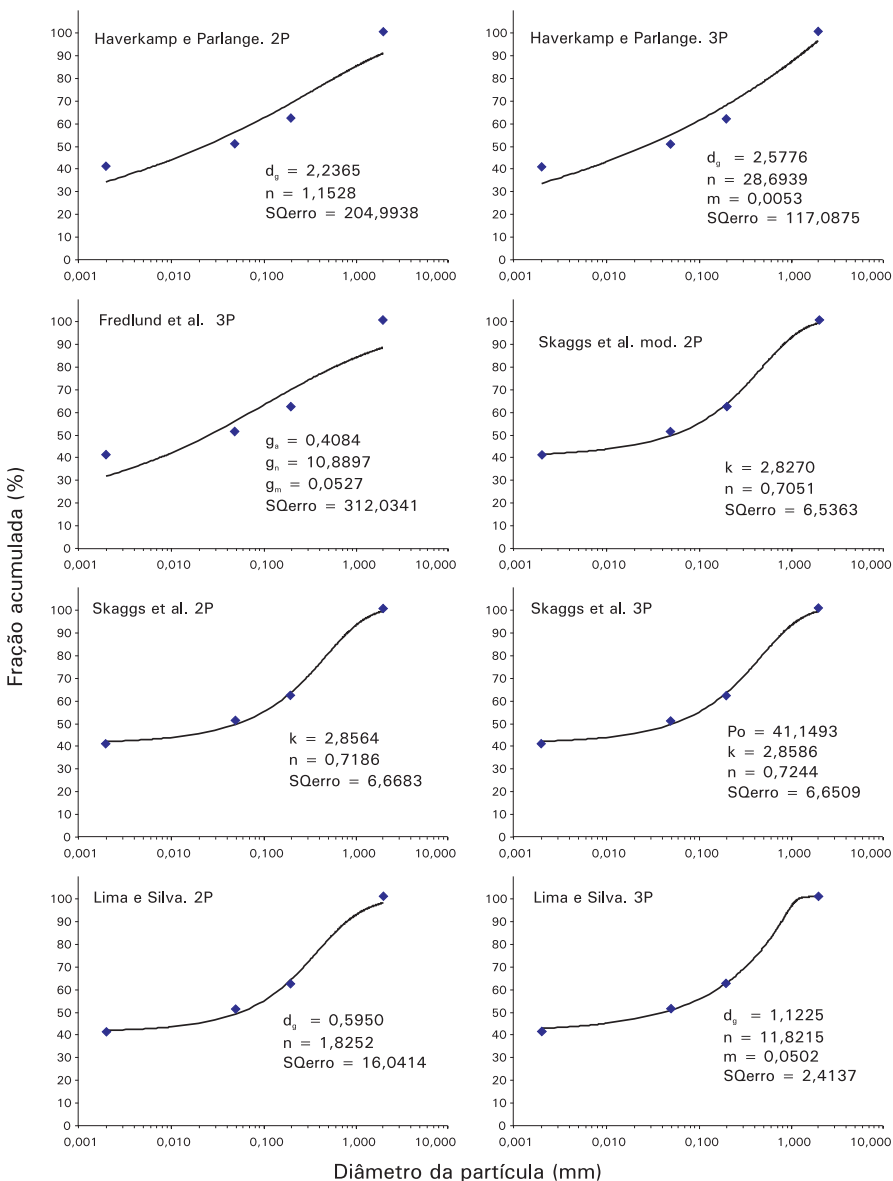


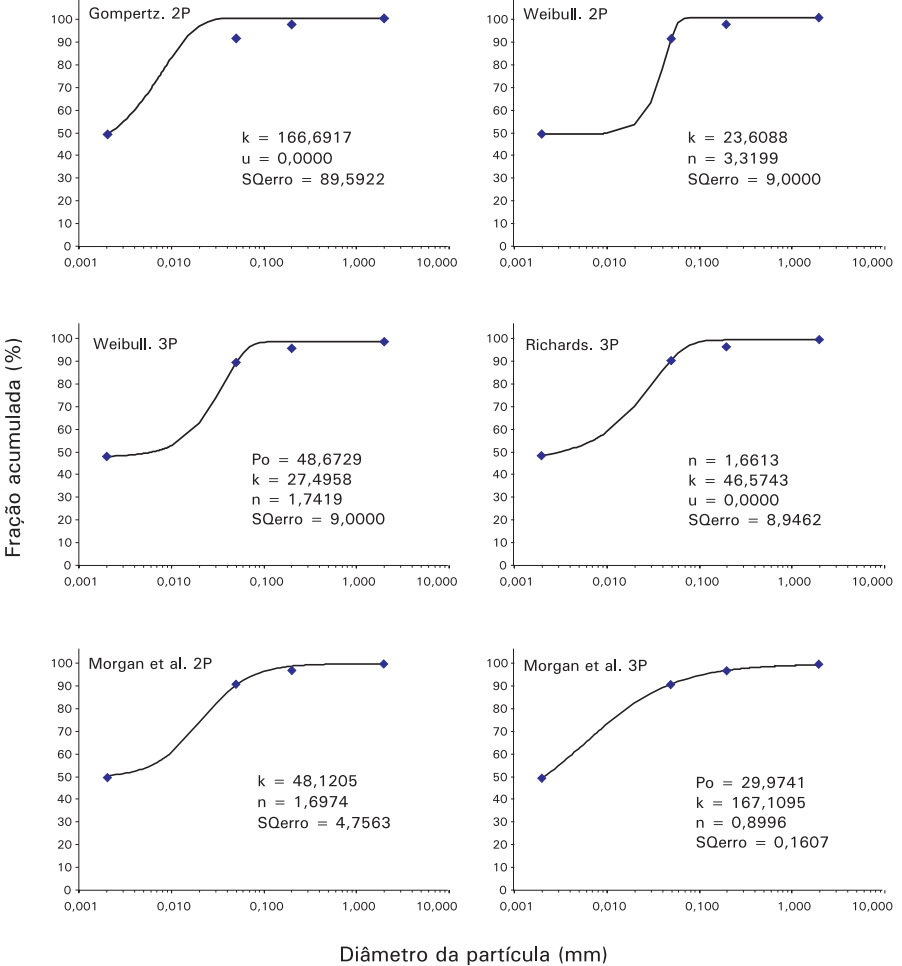
Figura 12. Conjunto de curvas geradas com o uso dos diferentes modelos para uma mesma amostra de solo de textura argilo-arenosa.

Tabela 10. Resultados da soma do quadrado dos erros (SO_{erro}) dos 14 modelos ajustados a 10 amostras de solos de textura argilo-arenosa.

Amostra	Gompertz		Weibull		Richards		Morgan et al.		Haverkamp e Palange		Fredlund et al.		Skaggs et al.		Lima e Silva	
	2P	2P	3P	3P	2P	3P	2P	3P	2P	3P	3P	2P	2P.mod	3P	2P	3P
91	7,0055	2,3459	2,3418	4,9149	25,7687	21,2759	213,8898	111,8221	287,8970	1,3037	0,9333	1,1285	7,5290	0,7641		
92	63,7818	10,1214	9,9933	29,8275	41,8967	39,8758	120,7835	44,0854	210,0661	8,8776	6,5058	8,0477	15,9072	6,3790		
93	43,3915	0,2812	0,0001	2,7036	3,2428	3,2407	109,2033	66,4934	190,9216	0,6235	0,0000	0,0001	0,7919	0,6774		
94	7,0285	0,6982	0,2122	6,9212	14,5325	14,0288	129,4406	53,9339	191,8389	1,2429	0,0498	0,1028	3,2579	1,3231		
95	0,0586	0,1229	0,0000	0,0000	0,3977	0,3924	156,9323	122,9810	196,3865	0,4306	0,0000	0,0000	0,1881	0,1782		
96	14,7212	20,2776	15,7887	13,9089	48,5954	29,0535	379,1419	250,1057	438,1757	14,0048	14,5864	11,8525	29,4179	3,0329		
97	73,0863	2,7794	2,6248	3,0139	21,8790	16,1710	245,4263	158,2990	362,5575	1,3925	1,3937	1,3924	7,5840	0,4291		
98	147,2644	17,9460	16,3982	18,5810	51,7463	39,1467	218,2406	139,6928	339,4333	13,5902	13,8612	13,0018	24,4817	4,0806		
99	212,1115	4,6146	3,9865	3,2527	21,1752	14,1001	259,4234	189,2168	394,3861	2,8300	3,0196	2,6379	9,3518	0,4433		
100	66,0681	9,7087	9,3060	13,4527	40,8131	32,9913	204,9938	117,0875	312,0341	6,6683	6,5363	6,6509	16,0414	2,4137		
Soma	634,5173	68,8958	60,6515	96,5773	270,0473	210,2761	2037,4756	1253,7177	2923,6967	50,9641	46,8863	44,8146	114,5510	19,7216		
Média	63,4517	6,8896	6,0652	9,6577	27,0047	21,0276	203,7476	125,3718	292,3697	5,0964	4,6886	4,4815	11,4551	1,9722		
Desvio	68,6291	7,3815	6,3692	9,2838	18,1985	13,9599	81,2742	63,5605	91,6512	5,3556	5,5981	5,0319	9,8651	2,0188		
Ordem	11	6	5	7	10	9	13	12	14	4	3	2	8	1		

Argilo-siltosa

A amostra escolhida para representar as curvas geradas para a classe textural argilo-siltosa é composta de 9% de argila, 42% de silte, 6% de areia fina e 3% de areia grossa (amostra nº 105).



Continua...

Continuação.

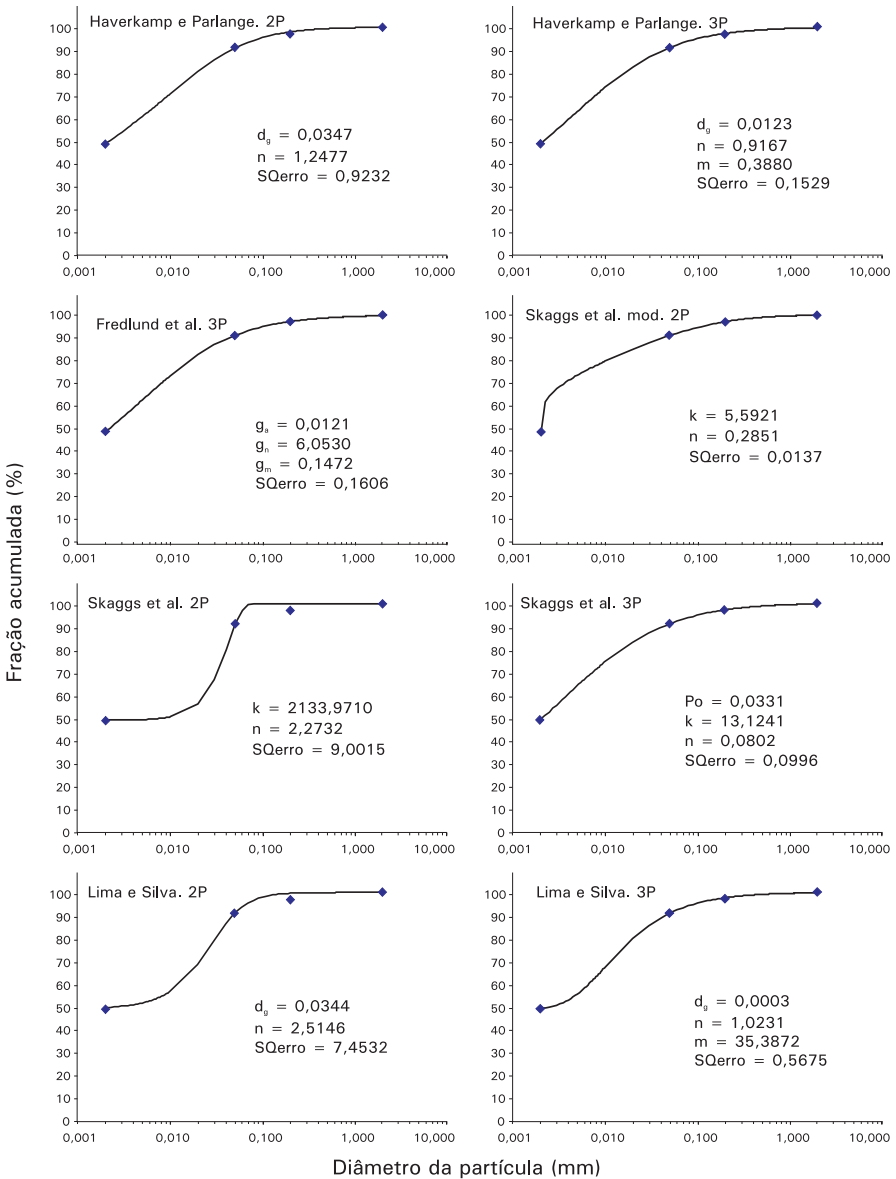


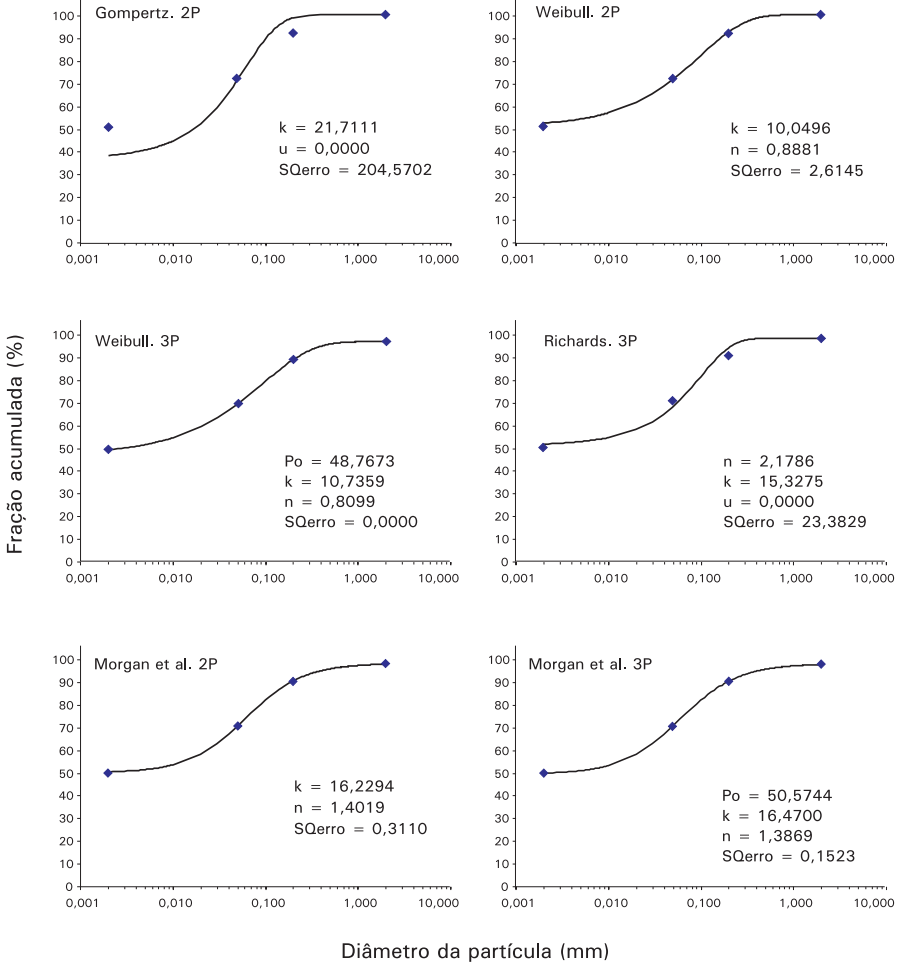
Figura 13. Conjunto de curvas geradas com o uso dos diferentes modelos para uma mesma amostra de solo de textura argilo-siltosa.

Tabela 11. Resultados da soma do quadrado dos erros (SO_{erro}) dos 14 modelos ajustados a 10 amostras de solos de textura argilo-siltosa.

Amostra	Gompertz		Weibull		Richards		Morgan et al.		Haverkamp e Palange		Fredlund et al.		Skaggs et al.		Lima e Silva	
	2P	2P	3P	3P	2P	3P	2P	3P	2P	3P	2P	2P.mod	3P	2P	3P	
101	37,6010	36,0000	0,5832	34,4720	8,9642	0,5993	1,4343	0,4662	1,2282	36,0030	0,0306	3,1103	22,9701	0,7690		
102	63,7540	49,0000	21,8914	48,7316	30,2785	6,7472	19,2327	5,4741	11,2460	49,0024	2,7230	8,3235	42,4929	12,5804		
103	133,1701	81,0000	20,4292	80,1996	39,2084	9,7191	25,7149	9,3596	12,7501	81,0022	5,2099	10,4471	64,6238	16,7764		
104	19,9162	4,0000	3,1892	3,9988	3,4189	0,7992	1,6967	0,6332	1,1902	4,0007	0,1232	1,2071	3,8133	1,7101		
105	89,5922	9,0000	9,0000	8,9462	4,7563	0,1607	0,9232	0,1529	0,1606	9,0015	0,0137	0,0996	7,4532	0,5675		
106	4,1134	1,0000	0,6116	0,9986	0,7117	0,0039	0,0437	0,0038	0,0040	1,0010	0,0001	0,0051	0,9047	0,0423		
107	85,2682	81,0000	34,3169	80,4947	48,2484	14,2636	34,6040	12,1437	21,2473	81,0023	7,0570	16,5384	69,5170	22,7606		
108	162,8860	125,6372	36,6662	142,0795	64,2572	22,0443	48,9757	21,1793	28,0952	144,0027	13,4445	23,2540	110,0894	32,6123		
109	4,9970	1,0000	1,0000	1,0000	0,9313	0,3313	0,4973	0,2826	0,4224	1,0003	0,0356	0,4857	0,9780	0,5716		
110	51,9391	16,0000	10,4486	15,9870	12,6549	3,5105	7,4671	2,8856	4,8079	16,0032	1,1545	4,5576	14,9192	6,4744		
Soma	653,2372	403,6372	138,1364	416,9081	213,4299	58,1791	140,5896	52,5810	81,1520	422,0194	29,7920	68,0284	337,7615	94,8645		
Média	65,3237	40,3637	13,8136	41,6908	21,3430	5,8179	14,0590	5,2581	8,1152	42,2019	2,9792	6,8028	33,7762	9,4865		
Desvio	53,2356	43,0328	13,7943	46,7064	22,6861	7,4860	17,3604	7,0409	9,9861	47,2606	4,4436	7,9025	37,0405	11,3894		
Ordem	14	11	7	12	9	3	8	2	5	13	1	4	10	6		

Argilosa

A amostra escolhida para representar as curvas geradas para a classe textural argilosa é composta de 51% de argila, 21% de silte, 20% de areia fina e 8% de areia grossa (amostra nº 112).



Continua...

Continuação.

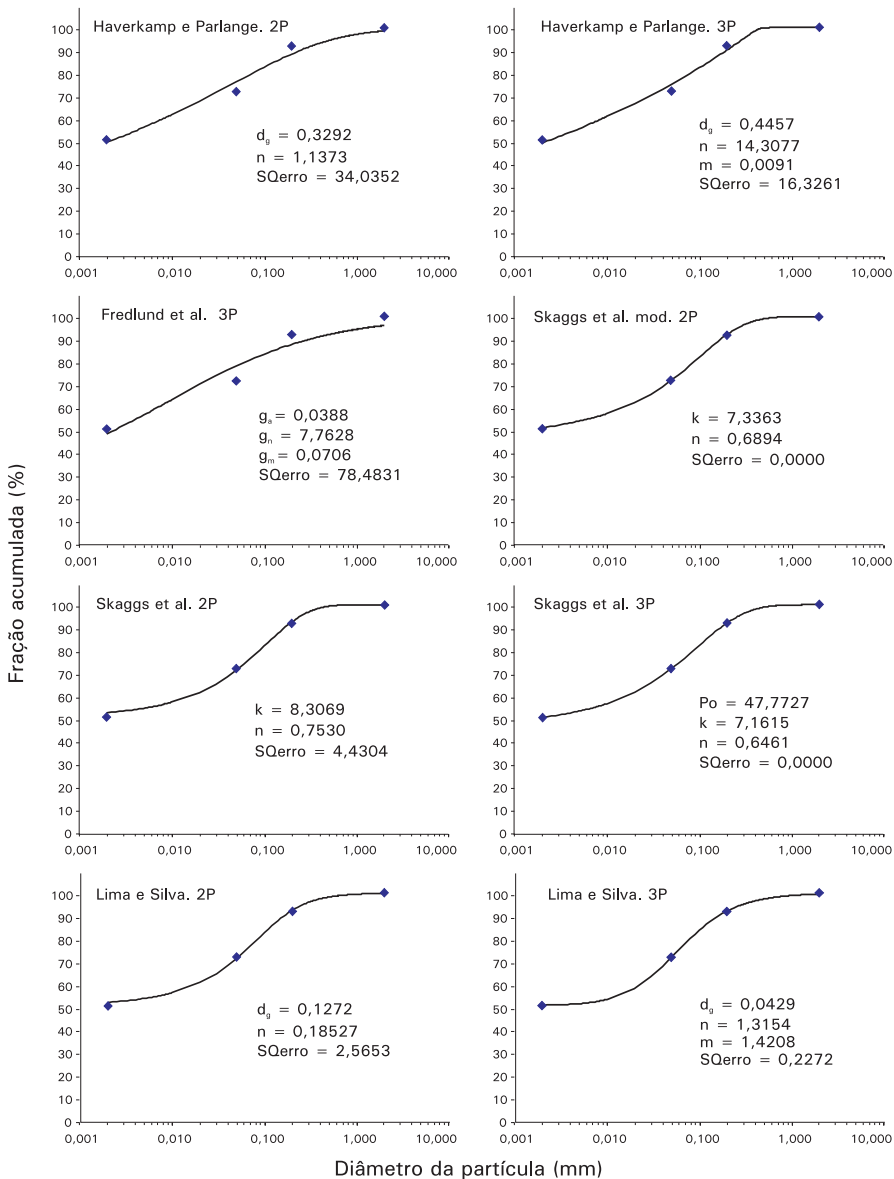


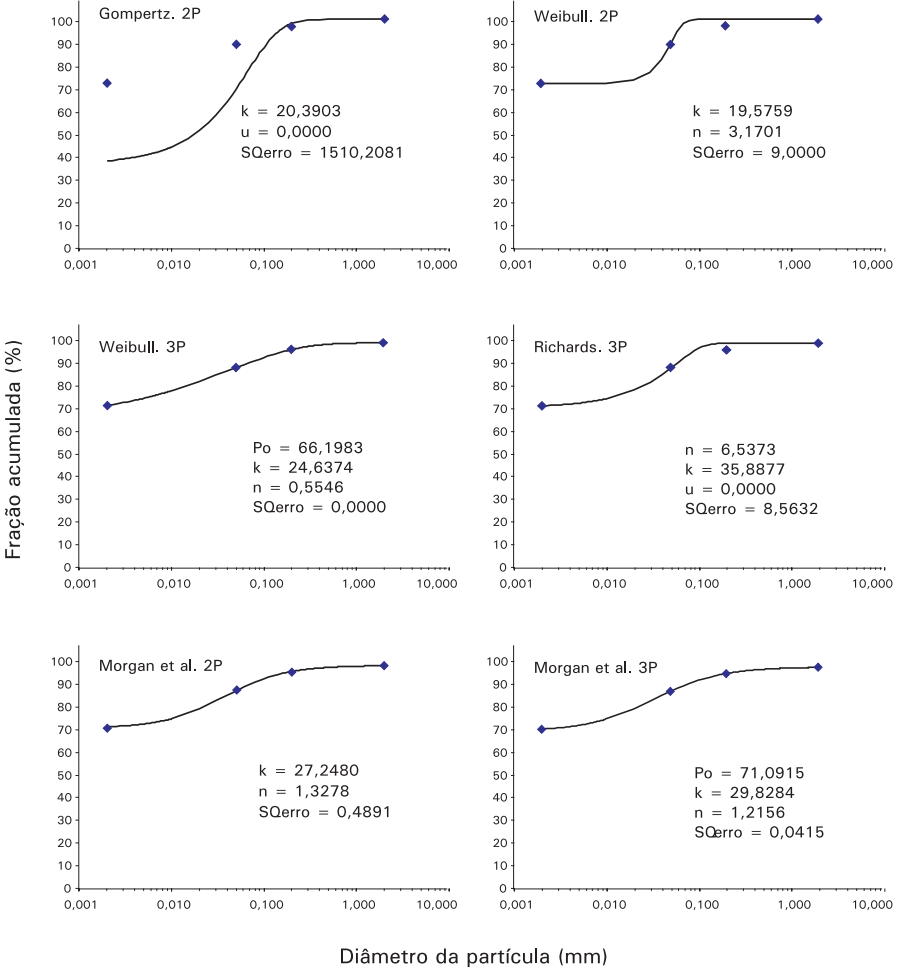
Figura 14. Conjunto de curvas geradas com o uso dos diferentes modelos para uma mesma amostra de solo de textura argilosa.

Tabela 12. Resultados da soma do quadrado dos erros (SO_{erro}) dos 14 modelos ajustados a 10 amostras de solos de textura argilosa.

Amostra	Gompertz		Weibull		Richards		Morgan et al.		Haverkamp e Palange		Fredlund et al.		Skaggs et al.		Lima e Silva	
	2P	2P	3P	3P	2P	3P	2P	3P	3P	2P	2P.mod	3P	2P	3P		
111	132,6470	2,5124	0,0005	27,1240	1,9892	1,7273	41,7717	24,6459	99,0648	4,4440	0,0005	0,0018	3,6355	1,9528		
112	204,5702	2,6145	0,0000	23,3829	0,3110	0,1523	34,0352	16,3261	78,4831	4,4304	0,0000	0,0000	2,5653	0,2272		
113	191,0559	4,4387	4,1614	18,5026	24,9395	23,9443	105,0822	46,3040	209,2742	4,0921	2,4611	3,2182	8,4829	3,5767		
114	333,2204	17,3138	4,2330	93,1618	17,2462	14,7616	11,4008	0,0282	55,3242	21,7321	2,5452	4,8451	23,7582	17,1466		
115	253,7149	28,6587	14,1219	125,3256	36,0487	33,3135	21,0411	2,1898	68,5863	34,7379	9,7347	15,4258	38,0880	35,6502		
116	408,2310	40,8640	2,8167	94,5297	17,5307	5,7051	5,8617	4,5488	8,7704	47,5889	1,5382	3,5120	43,4869	6,8996		
117	213,8906	6,4900	0,0000	7,2673	0,1427	0,0054	12,8268	0,0000	33,2188	8,7508	0,0000	0,0000	2,1088	0,0080		
118	455,5823	1,0000	0,0000	0,8259	0,0056	0,0000	11,4639	0,0000	25,7335	1,0022	0,0000	0,0000	0,1809	0,0001		
119	239,4704	25,0000	9,7423	24,9408	16,4130	3,1013	8,9061	2,7510	4,2279	25,0014	1,3229	3,8312	22,0777	6,8767		
120	309,2036	25,0000	8,6278	24,9381	15,8956	2,8871	8,4429	2,6351	3,7755	25,0017	1,2947	3,4122	21,8669	6,4975		
Soma	2741,5862	153,8921	43,7036	439,9987	130,5222	85,5981	260,8323	99,4289	586,4587	176,7815	18,8972	34,2463	166,2512	78,8354		
Média	274,1586	15,3892	4,3704	43,9999	13,0522	8,5598	26,0832	9,9429	58,6459	17,6781	1,8897	3,4246	16,6251	7,8835		
Desvio	101,4528	13,9389	4,9548	43,3127	12,2419	11,6516	30,1769	15,1636	62,3746	15,6432	2,9322	4,6327	15,6494	11,0414		
Ordem	14	8	3	12	7	5	11	6	13	10	1	2	9	4		

Muito argilosa

A amostra escolhida para representar as curvas geradas para a classe textural muito argilosa é composta de 72% de argila, 17% de silte, 8% de areia fina e 3% de areia grossa (amostra nº 121).



Continua...

Continuação.

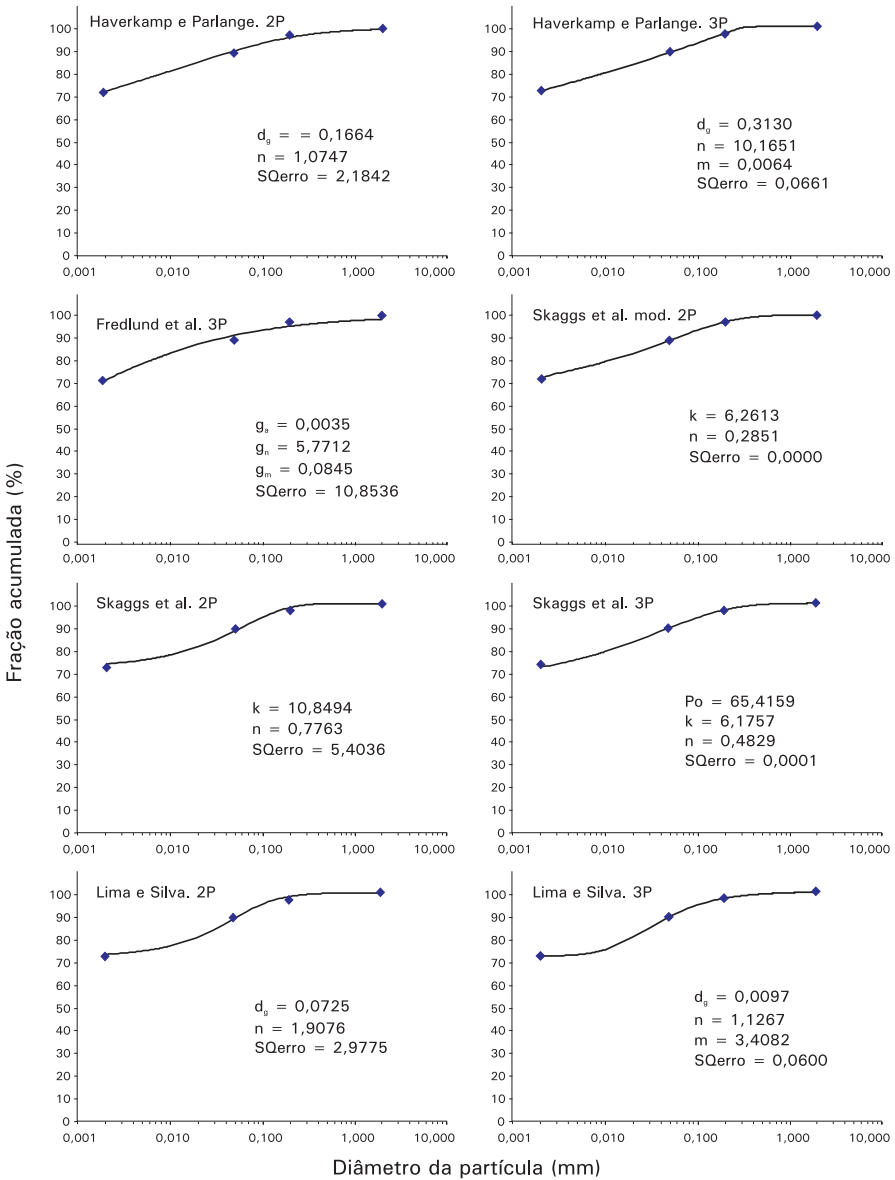


Figura 15. Conjunto de curvas geradas com o uso dos diferentes modelos para uma mesma amostra de solo de textura muito argilosa.

Tabela 13. Resultados da soma do quadrado dos erros (SQ_{erro}) dos 14 modelos ajustados a 10 amostras de solos de textura muito argilosa.

Amostra	Gompertz		Weibull		Richards		Morgan et al.		Haverkampe e Palange		Fredlund et al.		Skaggs et al.		Lima e Silva	
	2P	2P	3P	3P	2P	3P	2P	3P	3P	2P	2P.mod	3P	2P	3P		
121	1510,2081	9,0000	0,0000	8,5632	0,4891	0,0415	2,1842	0,0661	10,8536	5,4036	0,0000	0,0001	2,9775	0,0600		
122	277,0000	4,2739	1,6329	22,5009	4,9553	4,4577	5,3454	0,1082	24,0511	4,5977	1,0980	1,6484	5,7951	4,9516		
123	610,3291	33,2558	8,9855	125,5946	22,4553	13,6365	10,0160	11,3858	20,1004	36,7055	6,1885	9,6697	40,4299	15,5251		
124	5,0000	1,0000	0,0579	0,9999	0,5481	0,0577	0,1362	0,0565	0,0775	1,0001	0,0172	0,0457	0,8353	0,1550		
125	598,4130	0,0286	0,0000	0,0000	0,1151	0,1140	87,6806	70,5536	160,6713	0,0548	0,0000	0,0000	0,0449	0,0439		
126	1314,3069	4,0000	0,8145	3,9980	2,6279	0,2437	0,8413	0,2439	0,2527	4,0003	0,0842	0,2543	3,5308	0,8914		
127	20,0000	4,0000	2,2124	3,9987	3,1868	0,4550	1,3021	0,3894	0,6263	4,0005	0,1081	0,7212	3,7356	1,3651		
128	1012,2295	16,0000	0,2871	15,8695	5,3596	0,5864	1,0579	0,5103	1,4802	16,0024	0,0918	0,3194	11,2527	0,9672		
129	404,4877	1,0000	0,6080	1,0267	0,8202	0,0342	0,1893	0,0239	0,0676	1,0040	0,0036	0,0932	0,9419	0,2648		
130	1749,8030	5,9377	1,5664	26,1356	4,2028	2,8009	1,6899	9,6604	7,9524	6,2383	1,0497	1,6082	7,4148	3,2959		
Soma	7501,7773	78,4960	16,1646	208,6871	44,7603	22,4275	110,4430	92,9980	226,1330	79,0072	8,6413	14,3602	76,9585	27,5200		
Média	750,1777	7,8496	1,6165	20,8687	4,4760	2,2427	11,0443	9,2998	22,6133	7,9007	0,8641	1,4360	7,6959	2,7520		
Desvio	618,0838	10,0792	2,7027	37,9584	6,6091	4,2688	27,0970	21,9504	49,2926	11,0676	1,9197	2,9605	11,9925	4,7652		
Ordem	14	8	3	12	6	4	11	10	13	9	1	2	7	5		

O resumo geral de classificação dos modelos, segundo a abordagem não paramétrica adotada neste trabalho, encontra-se na [Tabela 14](#). Analisando estritamente a ordem de classificação geral dos modelos, apresentada na última linha da [Tabela 14](#), obtida por meio da soma dos ordenamentos efetuados por classe textural, pode-se concluir que o modelo de [Skaggs et al. \(2001\)](#), com a modificação proposta neste trabalho, com apenas dois parâmetros (SKAGGS et al. 2P (mod)), foi o que apresentou maior flexibilidade no ajuste das curvas traçadas a partir de quatro pontos. Na seqüência, vêm os modelos Skaggs et al. 3P; Lima e Silva 3P; Weibull 3P; Morgan et al. 3P; Haverkamp e Parlange 3P; Weibull 2P; Morgan et al. 2P; Lima e Silva 2P; Skaggs et al. 2P; Haverkamp e Parlange 2P; Fredlund et al. 3P; Richards 3P; e Gompertz 2P.

Outra relevante informação extraída da [Tabela 14](#) está relacionada com a recomendação do uso de cada modelo para o traçado da curva granulométrica de amostras de solo de determinada classe textural. A classificação de um modelo indicada por dois asteriscos (ajuste "ruim") significa que sua aplicação para o ajuste da curva granulométrica de amostras daquela classe textural não é recomendada. No caso da indicação com apenas um asterisco (ajuste "razoável"), o uso do modelo é recomendado com ressalvas. Nos demais casos, não indicados com asteriscos, a utilização do modelo é recomendável.

Na segunda abordagem de comparação, foi utilizado o modelo estatístico exponencial para representar a distribuição dos resultados de SQ_{erro} decorrentes do ajuste das 130 curvas granulométricas a cada modelo estudado. Observando os histogramas de freqüência dos valores de SQ_{erro} , subdivididos em oito classes, determinadas segundo [Iman e Conover \(1983\)](#) e analisando sua forma, verificou-se que a distribuição que melhor os representava foi a exponencial. Vale destacar que esse tipo de distribuição é próprio para estabelecer o valor da variável randômica, neste caso, o SQ_{erro} , a partir do qual o modelo ajustado é considerado falho na representação da curva granulométrica para determinado nível de significância. Além disso, por meio do teste de significância de Pearson ([LEVIN, 1987](#)), foi verificada a aderência entre a distribuição estatística exponencial e a freqüência acumulada dos valores de SQ_{erro} , demonstrando excelente correlação, conforme apresentado na [Tabela 15](#).

Tabela 14. Ordem de classificação dos modelos segundo os resultados obtidos em cada classe textural.

Textura	Gompertz	Weibull		Richards	Morgan et al.		Haverkamp e Palange		Fredlund et al.	Skaggs et al.			Lima e Silva	
	2P	2P	3P	3P	2P	3P	2P	3P	3P	2P	2P.mod	3P	2P	3P
Arenosa	11	6	5	7	10	9	14**	13*	12	4	2	3	8	1
Areia franca	10*	5	4	7	11*	9*	14**	13**	12*	6	2	3	8	1
Franco-arenosa	11*	4	1	8	10	9	14**	13**	12**	7	2	3	6	5
Franca	14**	8**	2*	13**	7**	5**	9**	3*	10**	12**	1*	4*	11**	6**
Franco-siltosa	14**	11*	7	13*	6	4	8	3	9*	12*	1	2	10*	5
Siltosa	13*	11*	10*	14*	5*	4*	7*	2	9*	12*	1	6*	8*	3
Franco-argilo-arenosa	11*	4	3	10	9	8	14**	12**	13**	6	1	2	7	5
Franco-argilosa	14**	9**	3	13**	7*	5*	8*	4	11**	12**	1	2	10**	6*
Franco-argilo-siltosa	13**	11**	7*	14**	9*	2	8*	5	6*	12**	1	3	10**	4
Argilo-arenosa	11**	6	5	7	10*	9*	13**	12**	14**	4	3	2	8*	1
Argilo-siltosa	14**	11**	7*	12**	9*	3	8*	2	5	13**	1	4	10**	6
Argilosa	14**	8*	3	12**	7*	5	11*	6	13**	10*	1	2	9*	4
Muito argilosa	14**	8	3	12*	6	4	11*	10	13*	9	1	2	7	5
Soma	164	102	60	142	106	76	139	98	139	119	18	38	112	52
Ordem	14	7	4	13	8	5	11	6	12	10	1	2	9	3

* A soma da soma de quadrado dos erros ($\sum SQ_{erro}$) está entre 100 e 300, considerado como ajuste razoável.

** A soma da soma de quadrado dos erros ($\sum SQ_{erro}$) foi maior que 300, considerado como ajuste ruim.

Tabela 15. Indicadores de aderência entre a distribuição estatística exponencial e a frequência acumulada dos valores de SQ_{erro} .

Modelos	Correlação	Teste t	NS%
Skaggs et al. 2P (mod)	0,97	10,02	0,0057
Skaggs et al. 3P	0,93	6,04	0,0929
Lima e Silva 3P	0,94	6,83	0,0485
Weibull 3P	0,93	6,04	0,0929
Morgan et al. 3P	0,93	6,34	0,0723
Morgan et al. 2P	0,97	10,16	0,0053
Weibull 2P	0,93	6,42	0,0674
Lima e Silva 2P	0,93	6,03	0,0942
Skaggs et al. 2P	0,97	10,02	0,0057
Richards 3P	0,93	6,04	0,0929
Haverkamp e Parlange 3P	0,93	6,45	0,0660
Fredlund et al. 3P	0,93	6,04	0,0929
Haverkamp e Parlange 2P	0,97	10,31	0,0049
Gompertz 2P	0,97	9,43	0,0081

Para determinar qual o melhor modelo, utilizou-se como critério de comparação o valor do SQ_{erro} equivalente ao nível crítico de 5% de probabilidade, ou seja, quanto menor o valor correspondente a esse nível crítico, mais adequado é o modelo. A [Tabela 16](#) apresenta a média dos valores de SQ_{erro} para cada modelo, a qual representa exatamente o inverso do parâmetro estatístico da distribuição exponencial.

Nessa tabela, pode-se também verificar o percentual de casos em que os valores de SQ_{erro} foram inferiores ao nível crítico encontrado para cada modelo. Esse indicador reflete o número de vezes em que o modelo representou adequadamente os pontos observados, com uma probabilidade de erro menor do que a do nível crítico estabelecido.

Para melhor visualização da diferença entre os modelos, é apresentado nas [Figuras 16a e 16c](#), graficamente, o traçado exponencial da distribuição dos valores de SQ_{erro} correspondente aos 130 casos. Essa comparação também pode ser observada, com maior detalhamento, analisando a parte ampliada das distribuições dos valores de SQ_{erro} de cada modelo até o nível crítico de 5% de significância ([Figuras 16b e 16d](#)).

Tabela 16. Parâmetros estatísticos da distribuição exponencial referentes aos valores de SQ_{erro} obtidos e o respectivo percentual de casos com SQ_{erro} inferior ao valor correspondente ao nível crítico de 5% de probabilidade.

Modelos	Média	$SSQ_{\text{erro}} \text{ Crítico}$ ($p \leq 0,05$)	Número de casos	%
Skaggs et al. 2P (mod)	2,38	0,122	84	64,6
Skaggs et al. 3P	5,43	0,279	67	51,5
Lima e Silva 3P	6,73	0,345	58	44,6
Weibull 3P	7,32	0,375	61	46,9
Morgan et al. 3P	9,61	0,493	55	42,3
Morgan et al. 2P	14,97	0,768	45	34,6
Weibull 2P	17,97	0,922	36	27,7
Lima e Silva 2P	18,21	0,934	39	30,0
Skaggs et al. 2P	20,53	1,053	49	37,7
Richards 3P	38,05	1,952	41	31,5
Haverkamp e Parlange 3P	40,87	2,096	42	32,3
Fredlund et al. 3P	56,81	2,914	30	23,1
Haverkamp eParlange 2P	65,30	3,349	30	23,1
Gompertz 2P	123,01	6,309	38	29,2

Em relação aos modelos com 2 parâmetros ([Figuras 16a e 16b](#)), observa-se que o Skaggs et al. 2P (mod) foi aquele que apresentou o melhor desempenho no ajuste das curvas granulométricas, obtendo os menores valores de SQ_{erro} . Em seguida, fica evidente a existência de um conjunto de 4 modelos (MORGAN et al. 2P; WEIBULL 2P; LIMA; SILVA 2P; SKAGGS et al. 2P), o qual, apesar do desempenho inferior ao modelo de Skaggs et al. 2P (mod), está em uma faixa de resultados considerada adequada. Finalmente, destacam-se os modelos de Haverkamp e Parlange 2P e Gompertz 2P, como os dois piores para os objetivos propostos. A [Figura 16b](#) representa uma ampliação da [Figura 16a](#), possibilitando melhor visualização da diferença entre os modelos ao nível crítico de 5% de probabilidade.

Em relação aos modelos com 3 parâmetros ([Figura 16c](#)), destaca-se a existência de um conjunto de 4 modelos com melhor desempenho (SKAGGS et al. 3P; LIMA; SILVA 3P; WEIBULL 3P; MORGAN et al. 3P), vindo, em seguida, os modelos de Richards 3P e Harverkamp e Parlange 3P e, finalmente, com o pior resultado, o modelo de Fredlund et al. 3P. Essa classificação contraria o trabalho de [Hwang et al. \(2002\)](#) no qual o modelo de [Fredlund et al. \(2000\)](#) foi considerado o melhor

quando comparado ao de 5 modelos lognormais propostos por [Buchan et al. \(1993\)](#), mais 2 modelos (interpolação loglinear e Gompertz) usados por [Nemes et al. \(1999\)](#), utilizando a base de dados de solos coreanos. É provável que a escolha do conjunto de modelos testados por [Hwang et al. \(2002\)](#) não tenha sido adequada, deixando de considerar modelos potencialmente melhores. A Figura 16 apresenta uma ampliação da Figura 16c, para melhor visualização da diferença entre os modelos, ao nível crítico de 5% de probabilidade.

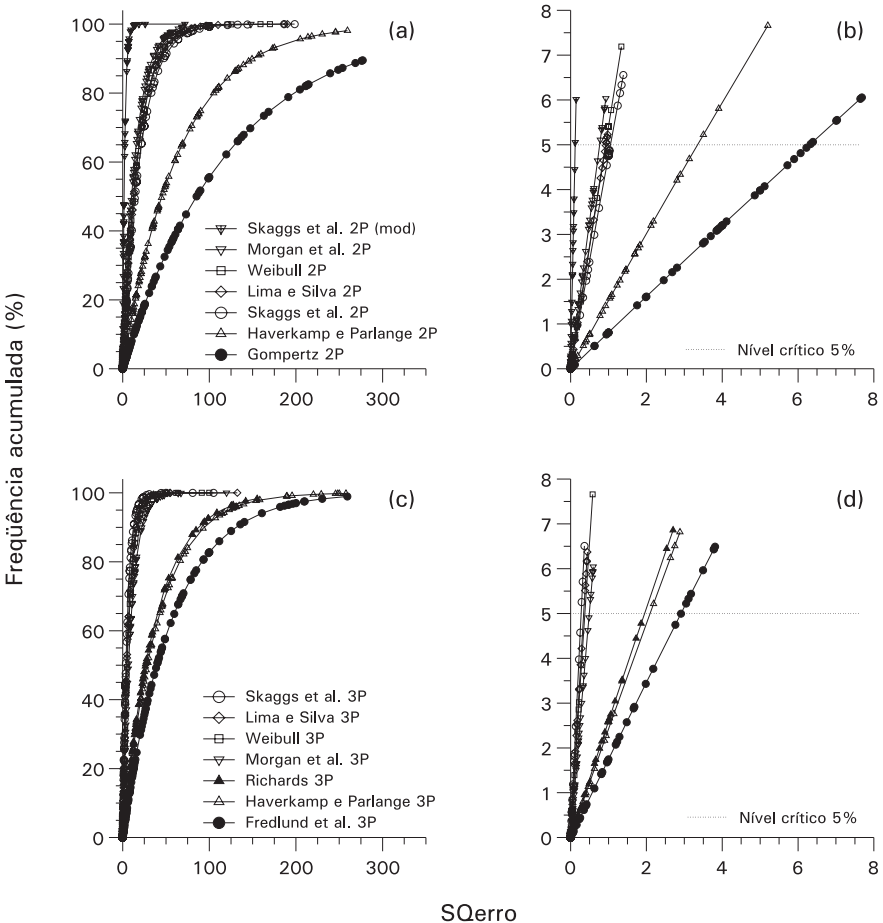


Figura 16. Famílias de curvas da distribuição estatística exponencial, construídas com os valores de SQ_{erro} obtidos do ajuste de cada modelo (2P e 3P) às curvas granulométricas analisadas, ilustrando ao lado de cada caso a visão expandida da porção das curvas até o nível crítico de 5% de probabilidade.

Quando as curvas foram analisadas em relação à forma, o modelo Skaggs et al. 2P (mod), apesar do melhor desempenho em alguns casos, como os apresentados nas [Figuras 8, 11 e 13](#), diferiram dos resultados esperados, ou seja, não traçaram uma curva sigmóide. Esse fato é um indicativo de que, para algumas classes texturais, há um risco significativo de ocorrência de erros quando da utilização deste modelo partindo de apenas 4 pontos observados, o que não ocorreu com os demais modelos. Por sua vez, o bom desempenho desse modelo de apenas 2 parâmetros no ajuste das curvas, verificado na maioria dos casos, é um indicativo de seu grande potencial de utilização, mesmo nos casos de solos com teor de silte acima de 70%, nos quais [Skaggs et al. \(2001\)](#) encontraram dificuldades em ajustar seu modelo.

Nas duas abordagens de classificação, os modelos apresentaram resultados similares até a quinta colocação ([Tabelas 14 e 16](#)). Nos demais casos, a única colocação discrepante foi a do modelo Harverkamp e Parlange 3P que, na abordagem não paramétrica, foi classificado em sexto lugar, enquanto na estatística, ficou em décimo primeiro. Deve-se notar que, em ambas as classificações, o modelo de Gompertz 2P foi o pior. Cabe, ainda, salientar que, apesar das concordâncias havidas entre as duas abordagens de classificação, o método estatístico utilizado na comparação dos modelos é preferível por estar embasado inteiramente em critérios objetivos.

Era esperado que os modelos com 3 parâmetros (3P) apresentassem melhor desempenho do que os com 2 parâmetros (2P) o que, de forma geral, foi constatado neste trabalho. Destaca-se, entretanto, o bom desempenho do modelo Skaggs et al. 2P (mod) no ajuste das curvas analisadas. Por sua vez, como se pode observar na Tabela 16, alguns dos modelos de 3 parâmetros (RICHARDS 3P; HAVERKAMP; PARLANGE 3P; FREDLUND et al. 3P; HAVERKAMP; PARLANGE 2P) obtiveram resultados piores que outros de apenas 2 parâmetros, indicando que o uso destes para o traçado de curvas granulométricas a partir de quatro pontos deve ser efetuado com restrições.

Conclusões

1. Apesar de ter obtido a melhor classificação nas duas abordagens, o modelo Skaggs et al. 2P (mod), em alguns casos, falhou em reproduzir o traçado sigmóide esperado;

2. Os modelos mais adequados para o traçado da curva granulométrica a partir de quatro pontos, são: Skaggs et al. 3P, Lima e Silva 3P, Weibull 3P e Morgan et al. 3P;
3. Entre os modelos de 2 parâmetros, os mais adequados são: Morgan et al. 2P, Weibull 2P, Lima e Silva 2P e Skaggs et al. 2P;
4. O modelo de Gompertz 2P apresentou o pior desempenho nas duas abordagens classificatórias adotadas, sendo, portanto, não adequado para o traçado de curvas granulométricas a partir de quatro pontos.

Referências Bibliográficas

BERTALANFFY, L. von. A quantitative theory of organic growth (Inquiries on growth laws. II). **Human Biology**, Detroit, v. 10, p. 181-213, 1938.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto Radam. **Folha SB/SC. 18 Javari/ Contamana**: geologia, geomorfologia, solos, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1977. (Levantamento de Recursos Naturais, 13). Projeto Radambrasil.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto Radam. **Folha SA.20 Manaus**: geologia, geomorfologia, solos, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1978a. (Levantamento de Recursos Naturais, 18). Projeto Radambrasil.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto Radam. **Folha SB.20 Purus**: geologia, geomorfologia, solos, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1978b. (Levantamento de Recursos Naturais, 17). Projeto Radambrasil.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto Radam. **Folha SC.22 Tocantins**: geologia, geomorfologia, solos, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1981. (Levantamento de Recursos Naturais, 22). Projeto Radambrasil.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto Radam. **Folha SD.21 Cuiabá**: geologia, geomorfologia, solos, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1973a. (Levantamento de Recursos Naturais, 26). Projeto Radambrasil.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto Radam. **Folha SD.23 Brasília**: geologia, geomorfologia, solos, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1973b. (Levantamento de Recursos Naturais, 29). Projeto Radambrasil.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto Radam. **Folha SE.21 Corumbá e parte da folha SE.20**: geologia, geomorfologia, solos, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1982a. (Levantamento de Recursos Naturais, 27). Projeto Radambrasil.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto Radam. **Folha SF. 21 Campo Grande**: geologia, geomorfologia, solos, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1982b. (Levantamento de Recursos Naturais, 28). Projeto Radambrasil.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto Radam. **Folha SE.24 Rio Doce**: geologia, geomorfologia, solos, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1973c. (Levantamento de Recursos Naturais, 34). Projeto Radambrasil.

BUCHAN, G. D. Applicability of the simple lognormal model to particle-size distribution in soils. **Soil Science**, Baltimore, v. 147, n. 3, p. 155-161, 1989.

BUCHAN, G. D.; GREWAL, K. S.; ROBSON, A. B. Improved models of particle-size distribution: an illustration of model comparison techniques. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 57, n. 4, p. 901-908, 1993.

CARVALHO, N. O.; FILIZOLA JÚNIOR, N. P.; SANTOS, P. M. C.; LIMA, J. E. F. W. **Guia de práticas sedimentométricas**. Brasília: ANEEL, 2000. 154 p.

ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. Soil Survey Staff. **Soil survey manual**. Washington, 1951. 503 p. (Agriculture Handbook, 18).

FIALHO, F. B. **Interpretação da curva de crescimento de Gompertz**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 1999. 4 p. (Embrapa Suínos e Aves. Comunicado técnico).

FREDLUND, D. G.; XING, A. Equations for the soil-water characteristic curve. **Canadian Geotechnical Journal**, Ottawa, v. 31, p. 521-532, 1994.

FREDLUND, M. D.; FREDLUND, D. G.; WILSON, G. W. An equation to represent grain-size distribution. **Canadian Geotechnical Journal**, Ottawa, v. 37, p. 817-827, 2000.

FREDLUND, M. D.; FREDLUND, D. G.; WILSON, G. W. Prediction of the soil-water characteristic curve from grain-size distribution and volume-mass properties. In: BRAZILIAN SYMPOSIUM ON UNSATURATED SOILS, 3., 1997, Rio de Janeiro. **Anais...** Disponível em: <http://www.soilvision.com/news_research.shtml#anch>. Acesso em: 17 jul. 2002.

GENUCHTEN, M. T. van. A closed form equation for predicting the hydraulic properties of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 44, p. 892-898, 1980.

GOMPERTZ, B. On the nature of the function expressive of the law of human mortality, and a new mode of determining the value of life contingencies. **Philosophical Transactions of Royal Society**, v. 182, p. 513-585, 1825.

HAVERKAMP, R.; PARLANGE, J. Y. Predicting the water-retention curve from particle-size distribution: I. sandy soils without organic matter. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 142, n. 6, p. 325-339, 1986.

HWANG, S.; LEE, K. P.; LEE, D. S.; POWERS, S. E. Models for estimating soil particle-size distributions. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 66, p. 1143-1150, 2002.

IMAN, R. L.; CONOVER, W. J. **A modern approach to statistics**. New York: J. Wiley, 1983. 497 p.

JAKY, J. The coefficient of earth pressure at Rest. **Journal of the Society of Hungarian Architects and Engineers**, Budapest, v. 78, n. 22, p. 355-358, 1944.

LEMOES, R. C.; SANTOS, R. D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 2. ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo; Rio de Janeiro: Embrapa, CNPF, 1994. 46 p.

LEVIN, J. **Estatística aplicada a ciências humanas**. 2. ed. São Paulo: Harbra, 1987. 392 p.

LIMA, J. E. F. W.; SILVA, E. M. Utilização do modelo modificado de Genuchten para o traçado da curva granulométrica. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE SEDIMENTOS, 5., 2002, São Paulo. **Anais...** São Paulo: [s.n.], 2002. p. 121-125.

MATHWORKS. **Model-Based Calibration Toolbox**: Matlab-model browser user's guide: version 1.0. Natick, 2001.

MICROSOFT CORPORATION. **Microsoft Excel versão 5.0**: guia do usuário. Redmond, 1994.

MORGAN, P. H.; MERCER, L. P.; FLODIN, N. W. General model for nutritional responses of higher organisms. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, v. 72, n. 11, p. 4327-4331, Nov. 1975.

NAIME, J. M.; VAZ, C. M. P.; MACEDO, A. Automated soil particle size analyzer based on gamma-ray attenuation. **Computer and electronics in agriculture**, Amsterdam, v. 31, p. 295-304, 2001.

NEMES, A.; WÖSTEN, J. H. M.; LILLY, A.; OUDE VOUSHAAR, J. H. Evaluation of different procedures to interpolate particle-size distributions to achieve compatibility within soil databases. **Geoderma**, Amsterdam, v. 90, p. 187-202, 1999.

PREVEDELLO, C. L. **Física do solo com problemas resolvidos**. Curitiba: SAEAFS, 1996. 446 p.

RICHARDS, F. J. A flexible growth function for empirical use. **Journal of Experimental Botany**, London, v. 10, p. 290-300, 1959.

SEBER, G. A. F.; WILD, C. J. **Nonlinear regression**. NewYork: John Wiley & Sons, 1989. 768 p.

SHIOZAWA, S.; CAMPBELL, G. S. On the calculation of mean particle diameter and standard deviation from sand, silt, and clay fractions. **Soil Science**, Baltimore, v. 152, p. 427-431, 1991.

SKAGGS, T. H.; ARYA, L. M.; SHOUSE, P. J.; MOHANTY, B. P. Estimating particle-size distribution from limited soil texture data. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 65, p. 1038-1044, 2001.

SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E.; REIN, T. A. **Uso de gesso agrícola nos solos dos Cerrados**. Planaltina, DF: Embrapa, CPAC, 1996. 20 p. (Embrapa,CPAC. Circular Técnica, 32).

VILELA, L.; SOARES, W. V.; SOUSA, D. M. G. de; MACEDO, M. C. M. **Calagem e adubação de pastagens na região do Cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa, CPAC. 1998. 16 p. (Embrapa, CPAC. Circular Técnica, 37).

WEIBULL, W. A statistical distribution function of wide applicability. **Journal of Applied Mechanics**, Fairfield, v. 73, p. 293-297, 1951.

Anexo 1. Dados granulométricos originais utilizados no trabalho.

Amostra	Volume	Página	Perfil	Prof. (cm)	Diâmetros (mm)			
					0,002	0,050	0,200	2,000
Arenosa								
1	29	360	P-59	20	4	3	54	39
2	29	363	P-61	20	4	4	55	37
3	29	363	P-61	70	4	5	58	33
4	29	363	P-61	130	4	7	54	35
5	29	364	P-62	30	6	2	15	77
6	29	364	P-62	60	7	1	19	73
7	29	364	P-62	110	8	1	16	75
8	28	211	P-146	15	4	6	18	72
9	28	229	P-144	20	4	3	48	45
10	28	229	P-144	50	6	4	44	46
Areia franca								
11	29	319	P-11	18	12	3	27	58
12	29	318	P-09	20	12	4	55	29
13	29	317	P-08	12	13	2	32	53
14	29	335	P-32	17	8	9	21	62
15	29	336	AE-101	20	4	10	33	53
16	29	340	P-36	25	5	13	24	58
17	29	343	P-37	32	9	6	53	32
18	29	343	P-37	82	7	6	58	29
19	29	356	P-55	30	8	12	22	58
20	29	356	P-56	15	8	4	41	47
Franco-arenosa								
21	29	310	AE-09	20	13	10	57	20
22	29	316	P-07	15	14	6	47	33
23	29	318	P-09	75	18	7	50	25
24	29	319	P-11	220	19	4	28	49
25	29	330	P-22	12	9	13	33	45
26	29	330	P-22	60	18	11	34	37
27	29	332	P-27	20	14	20	31	35
28	29	332	P-27	55	19	19	30	32
29	29	334	P-30	25	18	14	42	26
30	29	334	P-31	18	9	14	51	26

Continua...

Anexo 1. Continuação.

Amostra	Volume	Página	Perfil	Prof. (cm)	Diâmetros (mm)			
					0,002	0,050	0,200	2,000
Franca								
31	29	338	P-34	22	23	28	15	34
32	29	346	P-40	15	25	40	5	30
33	29	348	P-34	20	23	34	15	28
34	29	348	P-34	105	25	32	15	28
35	29	352	P-50	30	19	41	31	9
36	29	352	P-50	50	20	38	32	10
37	29	352	P-50	150	23	37	32	8
38	29	366	P-63	9	17	41	42	0
39	29	373	P-72	20	16	36	19	29
40	28	221	P-69	25	11	43	23	23
Franco-siltosa								
41	29	331	P-26	15	18	64	14	4
42	26	370	P-100	15	17	77	4	2
43	29	356	P-54	15	11	66	21	2
44	29	356	P-54	25	13	66	20	1
45	29	356	P-54	50	18	62	18	2
46	28	225	P-88	60	6	79	14	1
47	27	253	P-93	15	19	53	27	1
48	27	270	P-05	30	26	65	4	5
49	34	300	P-60	13	11	52	20	17
50	22	279	P-257	20	14	61	20	5
Siltosa								
51	28	225	P-88	30	9	86	4	1
52	18	318	P-115	3	11	84	3	2
53	18	326	P-56	15	1	83	6	10
54	17	292	P-96	20	1	81	13	5
55	17	296	P-61	20	11	81	7	1
56	17	306	P-24	40	6	89	3	2
57	17	308	P-99	10	1	93	5	1
58	17	308	P-99	80	1	88	9	2
59	17	308	P-99	120	3	85	9	3
60	13	223	P-36	12	4	84	4	8

Continua...

Anexo 1. Continuação.

Amostra	Volume	Página	Perfil	Prof. (cm)	Diâmetros (mm)			
					0,002	0,050	0,200	2,000
Franco-argilo-arenosa								
61	29	310	AE-09	120	26	16	46	12
62	29	312	P-04	40	32	7	33	28
63	29	316	P-07	180	26	10	44	20
64	29	317	P-08	190	27	3	33	37
65	29	318	P-09	200	22	10	48	20
66	29	320	AE-66	120	31	5	37	27
67	29	321	P-12	20	23	15	22	40
68	29	321	P-12	100	31	15	19	35
69	29	332	P-27	35	24	13	28	35
70	29	333	P-30	50	31	19	29	21
Franco-argilosa								
71	29	326	AE-81	15	39	18	20	23
72	29	331	P-26	53	37	38	17	8
73	29	331	P-26	160	31	31	26	12
74	29	333	P-29	15	37	24	14	25
75	29	337	AE-102	20	34	40	16	10
76	29	341	P-36	45	36	29	17	18
77	29	341	P-36	60	29	29	27	15
78	29	346	P-40	35	31	46	5	18
79	29	348	AE-117	30	37	28	25	10
80	29	350	P-47	140	34	37	13	16
Franco-argilo-siltosa								
81	29	323	P-14	25	31	52	6	11
82	29	323	P-14	40	34	50	6	10
83	29	330	P-25	20	34	51	8	7
84	29	345	P-39	10	33	62	3	2
85	29	345	P-39	20	36	61	2	1
86	29	345	P-39	60	39	58	2	1
87	29	351	P-48	65	37	49	4	10
88	29	356	P-54	90	34	49	15	2
89	29	356	P-54	130	39	44	15	2
90	34	306	P-66	140	39	50	9	2

Continua...

Anexo 1. Continuação.

Amostra	Volume	Página	Perfil	Prof. (cm)	Diâmetros (mm)			
					0,002	0,050	0,200	2,000
Argilo-arenosa								
91	29	315	P-06	30	37	9	15	39
92	29	339	AE-103	40	39	14	13	34
93	29	354	P-52	150	42	12	23	23
94	28	215	P-124	130	36	12	20	32
95	28	219	P-44	160	36	14	32	18
96	34	242	P-01	13	36	8	7	49
97	34	243	P-02	30	43	7	12	38
98	34	253	P-11	5	44	10	8	38
99	34	253	P-11	20	48	6	9	37
100	34	254	P-10	10	41	10	11	38
Argilo-siltosa								
101	29	310	AE-05	20	41	42	11	6
102	29	323	P-15	15	42	47	4	7
103	29	323	P-15	60	47	40	4	9
104	29	329	P-21	120	50	46	2	2
105	29	347	P-42	43	49	42	6	3
106	29	347	P-42	95	43	52	4	1
107	29	351	P-48	17	42	46	3	9
108	29	351	P-48	36	44	41	3	12
109	29	352	P-49	16	53	45	1	1
110	29	352	P-49	36	51	43	2	4
Argilosa								
111	29	309	P-01	10	45	19	21	15
112	29	312	AE-32	120	51	21	20	8
113	29	315	P-06	60	46	12	13	29
114	29	315	P-06	230	48	22	12	18
115	29	318	P-10	10	42	24	11	23
116	29	318	P-10	160	53	29	8	10
117	29	322	P-13	9	51	30	16	3
118	29	322	P-13	168	58	28	13	1
119	29	323	P-14	80	54	38	3	5
120	29	324	P-16	15	56	36	3	5

Continua...

Anexo 1. Continuação.

Amostra	Volume	Página	Perfil	Prof. (cm)	Diâmetros (mm)			
					0,002	0,050	0,200	2,000
Muito argilosa								
121	29	310	AE-05	120	72	17	8	3
122	29	311	AE-17	120	76	10	5	9
123	29	311	P-03	20	61	22	5	12
124	29	314	P-05	90	90	8	1	1
125	29	320	AE-57	120	61	8	20	11
126	29	324	P-16	120	75	21	2	2
127	29	329	P-21	75	62	34	2	2
128	29	337	P-33	100	67	24	5	4
129	29	352	P-49	84	61	36	2	1
130	28	202	P-135	140	81	10	3	6

Fonte: Brasil (1973-1986).

Anexo 2. Parâmetros de ajuste dos modelos, por classe textural.

1. Arenosa

Tabela 1.1. Modelo Gompertz 2P.

Amostra	Gompertz 2P	
	k	u
1	10,8315	0,1355
2	10,9746	0,1302
3	11,6380	0,1220
4	10,6842	0,1216
5	3,4407	0,3123
6	3,9370	0,2698
7	3,3122	0,2999
8	4,2984	0,2551
9	9,5640	0,1467
10	8,3444	0,1429

Tabela 1.2. Modelo Weibull 2P e 3P.

Amostra	Weibull 2P		Weibull 3P		
	k	n	Po	k	n
1	4,7881	2,4132	3,9987	4,7881	2,4129
2	4,8948	2,2428	3,9970	4,8949	2,2423
3	5,1543	2,1597	3,9951	5,1545	2,1590
4	5,0240	1,8681	3,9821	5,0246	1,8665
5	1,8359	1,6089	5,9933	1,8339	1,6068
6	2,6564	2,2425	6,9992	2,6562	2,2421
7	2,3574	2,1122	7,9987	2,3566	2,1112
8	1,8238	1,2185	4,4447	1,8282	1,2412
9	4,4290	2,2884	3,9980	4,4290	2,2880
10	4,2337	2,0193	5,9938	4,2335	2,0183

Tabela 1.3. Modelo Richards 3P.

Amostra	Richards 3P		
	n	k	u
1	11,0121	142,3792	0,2185
2	14,0893	180,7771	0,2192
3	14,1289	179,1410	0,2149
4	1,4860	14,0747	0,1477
5	7,4820	44,8286	0,3709
6	6,5523	41,4552	0,3343
7	8,5533	47,2373	0,3793
8	0,5744	2,8338	0,1922
9	9,1466	110,6343	0,2250
10	8,1630	80,2099	0,2303

Tabela 1.4. Modelo Morgan et al. 2P e 3P.

Amostra	Morgan et al. 2P		Morgan et al. 3P		
	k	n	Po	k	n
1	5,7392	2,7528	4,0065	5,7385	2,7543
2	5,9830	2,6003	4,0077	5,9822	2,6016
3	6,4367	2,5605	4,0043	6,4362	2,5611
4	6,4102	2,2382	4,0150	6,4085	2,2395
5	2,9348	2,8251	6,8470	3,0036	3,0601
6	3,2226	2,9440	7,3306	3,2852	3,1206
7	3,0771	3,0539	8,3844	3,1473	3,2542
8	3,0191	2,1079	6,3712	3,0327	2,3748
9	5,2495	2,5748	4,0250	5,2480	2,5804
10	5,0958	2,2947	6,0734	5,0918	2,3066

Tabela 1.5. Modelo Haverkamp e Parlange 2P e 3P.

Amostra	Haverkamp e Parlange 2P		Haverkamp e Parlange 3P		
	dg	n	dg	n	m
1	0,2097	2,8440	0,2750	23,5535	0,0659
2	0,2040	2,7831	0,2734	28,7516	0,0514
3	0,1901	2,7879	0,2643	29,9232	0,0481
4	0,2022	2,5618	0,2811	53,1666	0,0238
5	0,5625	2,3179	1,8509	25,3264	0,0260
6	0,5354	2,2292	1,3614	13,8294	0,0502
7	0,5718	2,2112	1,8779	24,1469	0,0256
8	0,5623	2,1222	1,3887	75,5973	0,0088
9	0,2373	2,6968	0,3000	31,3862	0,0470
10	0,2628	2,3675	0,3366	19,0661	0,0622

Tabela 1.6. Modelo Fredlund et al. 3P.

Amostra	Richards 3P		
	g_a	g_n	g_m
1	11,0121	142,3792	0,2185
1	0,2210	17,4205	0,5126
2	0,2204	14,7231	0,5423
3	0,2156	13,7403	0,5327
4	0,2234	11,4345	0,5238
5	0,5057	14,0022	0,3342
6	0,4269	10,6455	0,4532
7	0,5788	12,8157	0,2929
8	0,4211	13,6734	0,3430
9	0,2307	17,8978	0,4846
10	0,2512	14,1310	0,4030

Tabela 1.7. Modelo Skaggs et al. 2P, 2P.mod. e 3P.

Amostra	Skaggs et al. 2P		Skaggs et al. 2P.mod		Skaggs et al. 3P		
	K	n	k	n	Po	k	n
1	29,7502	1,3078	28,7865	1,2794	3,9624	29,3489	1,2977
2	24,2831	1,1673	23,5767	1,1418	3,9287	23,8421	1,1528
3	22,2725	1,0848	21,6562	1,0607	3,8885	21,7601	1,0656
4	16,2484	0,9033	15,8536	0,8825	3,7361	15,6827	0,8697
5	9,9906	1,1605	9,6910	1,1345	5,9550	9,7945	1,1450
6	25,8205	1,7311	24,7432	1,6941	6,9945	25,6437	1,7265
7	20,4641	1,6920	19,6011	1,6549	7,9945	20,3222	1,6874
8	6,0041	0,6137	5,8790	0,5968	3,6479	5,9309	0,5796
9	25,5633	1,2574	24,7611	1,2299	3,9573	25,1692	1,2456
10	19,9885	1,1969	19,3826	1,1705	5,9282	19,6355	1,1831

Tabela 1.8. Modelo Lima e Silva 2P e 3P.

Amostra	Lima e Silva 2P		Lima e Silva 3P		
	dg	n	dg	n	m
1	0,2046	3,4555	0,2510	8,5986	0,2498
2	0,2009	3,2802	0,2513	7,9437	0,2478
3	0,1897	3,2090	0,2464	8,4757	0,2186
4	0,2002	2,8789	0,2659	10,6092	0,1477
5	0,4546	3,0086	0,6055	8,9754	0,1720
6	0,3742	3,3207	0,4073	24,4000	0,0886
7	0,4040	3,3074	0,4569	16,0218	0,1276
8	0,5073	2,3953	0,7955	25,0947	0,0400
9	0,2251	3,3004	0,2724	15,5935	0,1311
10	0,2403	3,0082	0,2909	14,5239	0,1234

2. Areia franca

Tabela 2.1. Modelo Gompertz 2P.

Amostra	Gompertz 2P	
	k	u
11	4,7879	0,1721
12	10,0569	0,0981
13	5,4559	0,1513
14	4,4931	0,1906
15	6,7735	0,1575
16	5,3924	0,1705
17	9,9510	0,1066
18	11,3037	0,1071
19	4,8467	0,1674
20	7,5271	0,1410

Tabela 2.2. Modelo Weibull 2P e 3P.

Amostra	Weibull 2P		Weibull 3P		
	k	n	Po	k	n
11	3,0699	1,7936	11,9904	3,0686	1,7916
12	5,2334	2,2883	11,9974	5,2335	2,2879
13	3,6377	2,2067	12,9982	3,6374	2,2061
14	2,1130	1,0592	8,2305	2,1133	1,0684
15	3,2605	1,2178	3,7763	3,2551	1,2043
16	2,4164	0,9451	4,8834	2,4175	0,9415
17	5,1134	1,9688	8,9889	5,1137	1,9676
18	5,3848	2,0635	6,9919	5,3851	2,0626
19	2,2909	0,9590	8,1207	2,2895	0,9628
20	4,0805	1,9587	7,9925	4,0802	1,9574

Tabela 2.3. Modelo Richards 3P.

Amostra	Richards 3P		
	n	k	u
11	8,9175	52,1990	0,2921
12	19,9001	179,8662	0,2197
13	26,4651	179,4102	0,2895
14	0,2060	2,4115	0,0343
15	0,3720	4,2014	0,0789
16	0,0688	2,6514	0,0000
17	4,4799	37,0754	0,1944
18	3,3633	30,6205	0,1791
19	0,1160	2,5637	0,0000
20	9,2118	80,1383	0,2387

Tabela 2.4. Modelo Morgan et al. 2P e 3P.

Amostra	Morgan et al. 2P		Morgan et al. 3P		
	k	n	Po	k	n
11	3,7178	2,1998	12,5825	3,7359	2,3131
12	6,4988	2,7091	12,0020	6,4985	2,7095
13	4,1778	2,4636	13,1580	4,1846	2,5140
14	3,3974	1,6901	10,7993	3,3116	1,9019
15	4,4875	1,5844	5,1030	4,4170	1,6453
16	3,9348	1,4315	7,7869	3,7488	1,5657
17	6,4837	2,3555	9,0082	6,4827	2,3564
18	6,8622	2,5008	7,0023	6,8619	2,5010
19	3,7432	1,4747	10,9886	3,5648	1,6391
20	4,9068	2,2269	8,1131	4,9018	2,2450

Tabela 2.5. Haverkamp e Parlange 2P e 3P.

Amostra	Haverkamp e Parlange 2P		Haverkamp e Parlange 3P		
	dg	n	dg	n	m
11	0,5449	1,7729	1,2961	13,9917	0,0349
12	0,1841	2,3580	0,2818	29,4593	0,0343
13	0,4645	1,7901	0,7499	14,9591	0,0398
14	0,6169	1,7512	1,7638	35,0103	0,0130
15	0,3863	1,9577	0,4946	10,5250	0,0796
16	0,5526	1,7463	0,9408	9,7757	0,0578
17	0,1971	2,3450	0,2901	26,2663	0,0397
18	0,1792	2,5706	0,2664	33,0128	0,0363
19	0,6249	1,6606	1,4552	17,6397	0,0253
20	0,2907	2,1724	0,3752	16,7837	0,0604

Tabela 2.6. Fredlund et al. 3P.

Amostra	Fredlund et al. 3P		
	g_a	g_n	g_m
11	0,4503	9,0360	0,2886
12	0,2186	9,8638	0,3790
13	0,3814	8,5887	0,3184
14	0,5118	7,7209	0,3305
15	0,3069	14,1833	0,2855
16	0,4243	10,5272	0,2623
17	0,2261	13,2670	0,3063
18	0,2133	13,7452	0,3616
19	0,4925	9,0955	0,2514
20	0,2721	12,9890	0,3404

Tabela 2.7. Skaggs et al. 2P, 2P.mod. e 3P.

Amostra	Skaggs et al. 2P		Skaggs et al. 2P.mod		Skaggs et al. 3P		
	K	n	k	n	Po	k	n
11	14,6111	1,3478	14,1172	1,3182	11,9628	14,4416	1,3392
12	35,3024	1,5555	33,9480	1,5217	11,9752	35,0830	1,5511
13	27,9197	1,7101	26,7464	1,6730	12,9915	27,7894	1,7069
14	5,2926	0,6182	5,1496	0,5974	7,2515	5,1901	0,5725
15	7,9122	0,5905	7,7016	0,5704	2,8804	7,5815	0,4986
16	5,6394	0,4731	5,4949	0,4539	4,0065	5,6981	0,4259
17	21,2665	1,2031	20,6191	1,1765	8,8950	20,9043	1,1898
18	22,9834	1,1725	22,3006	1,1466	6,8891	22,5518	1,1577
19	5,0985	0,5422	4,9644	0,5219	7,0247	5,0813	0,4990
20	19,3222	1,2553	18,7054	1,2274	7,9378	19,0288	1,2437

Tabela 2.8. Lima e Silva 2P e 3P.

Amostra	Lima e Silva 2P		Lima e Silva 3P		
	dg	n	dg	n	m
11	0,3396	2,7812	0,3818	7,6582	0,2170
12	0,1848	3,3578	0,2379	7,9673	0,2487
13	0,2800	3,1915	0,3158	8,6361	0,2370
14	0,5008	2,1108	0,7167	8,6306	0,1017
15	0,3512	2,1727	0,4281	10,5349	0,1001
16	0,4893	1,9331	0,6764	11,1424	0,0693
17	0,1943	2,9953	0,2598	15,7965	0,1045
18	0,1811	3,1205	0,2483	15,8279	0,1080
19	0,5064	1,9552	0,7275	9,8245	0,0783
20	0,2512	2,9400	0,3012	14,5125	0,1203

3. Franco-arenosa

Tabela 3.1. Gompertz 2P.

Amostra	Gompertz 2P	
	k	u
21	11,5256	0,0761
22	8,4728	0,0958
23	9,3216	0,0735
24	4,7539	0,1196
25	6,6800	0,1209
26	6,6092	0,0829
27	7,2554	0,0769
28	7,1463	0,0596
29	8,7998	0,0641
30	10,5272	0,0862

Tabela 3.2. Weibull 2P e 3P.

Amostra	Weibull 2P		Weibull 3P		
	k	n	Po	k	n
21	6,1975	1,7949	12,9668	6,1999	1,7928
22	4,8858	1,8637	13,9844	4,8862	1,8620
23	5,4828	1,8673	17,9819	5,4838	1,8657
24	3,3000	1,6556	18,9797	3,2983	1,6523
25	3,6351	1,0988	8,5488	3,6351	1,0781
26	4,1557	1,2342	17,7633	4,1594	1,2213
27	4,4585	0,8970	12,4082	4,5185	0,8489
28	4,6274	0,9119	17,5712	4,6915	0,8664
29	5,5587	1,3094	17,7617	5,5735	1,2993
30	5,8386	1,4537	8,8544	5,8475	1,4474

Tabela 3.3. Richards 3P.

Amostra	Richards 3P		
	n	k	u
11	8,9175	52,1990	0,2921
21	2,6795	21,1196	0,1381
22	23,5649	180,2876	0,2329
23	25,4944	178,0410	0,2216
24	11,0517	51,6028	0,2867
25	0,2023	4,0961	0,0185
26	0,2819	4,6344	0,0020
27	0,2330	5,2087	0,0000
28	0,3514	5,5786	0,0000
29	0,2686	6,3398	0,0020
30	1,0471	10,7537	0,0890

Tabela 3.4. Morgan et al. 2P e 3P.

Amostra	Morgan et al. 2P		Morgan et al. 3P		
	k	n	Po	k	n
21	8,3736	2,3448	12,9959	8,3743	2,3446
22	6,1945	2,2148	14,0201	6,1921	2,2169
23	7,1485	2,3064	18,0018	7,1482	2,3065
24	4,0605	1,9977	19,5386	4,0542	2,0769
25	5,2379	1,4384	9,7475	5,1619	1,4684
26	5,7520	1,5481	18,2955	5,7170	1,5626
27	7,1349	1,2306	14,0456	7,1268	1,2318
28	7,3522	1,2452	18,9792	7,3562	1,2447
29	7,8697	1,7019	17,9769	7,8735	1,7010
30	8,1187	1,8937	8,9818	8,1214	1,8930

Tabela 3.5. Haverkamp e Parlange 2P e 3P.

Amostra	Haverkamp e Parlange 2P		Haverkamp e Parlange 3P		
	dg	n	dg	n	m
21	0,1486	2,2712	0,2656	37,1015	0,0219
22	0,2310	1,9641	0,3491	19,0500	0,0390
23	0,2010	1,8537	0,3339	22,9957	0,0266
24	0,7695	1,4545	1,9568	23,5807	0,0135
25	0,4249	1,6640	0,5908	24,4105	0,0232
26	0,5611	1,4198	0,8021	16,5826	0,0222
27	0,4657	1,4338	0,6389	27,8631	0,0139
28	0,5413	1,3500	0,7392	87,9146	0,0036
29	0,3294	1,4751	0,4320	16,4223	0,0267
30	0,1809	2,0803	0,2962	28,4843	0,0275

Tabela 3.6. Fredlund et al. 3P.

Amostra	Fredlund et al. 3P		
	g_a	g_n	g_m
21	0,1858	20,3959	0,1493
22	0,2462	9,5847	0,2890
23	0,2118	13,7787	0,1737
24	0,4753	3,3775	0,5038
25	0,3397	13,6878	0,1706
26	0,3300	9,6098	0,1680
27	0,3036	15,0529	0,1026
28	0,2907	12,6514	0,1035
29	0,2239	15,1356	0,1196
30	0,2100	15,5837	0,1880

Tabela 3.7. Skaggs et al. 2P, 2P.mod. e 3P.

Amostra	Skaggs et al. 2P		Skaggs et al. 2P.mod		Skaggs et al. 3P		
	K	n	k	n	Po	k	n
21	20,0696	1,1241	19,4871	1,0989	12,7731	19,6453	1,1070
22	19,7542	1,2785	19,1188	1,2504	13,9112	19,4770	1,2679
23	22,0005	1,3233	21,2718	1,2943	17,9085	21,7265	1,3141
24	12,3163	1,3123	11,9108	1,2835	18,9430	12,1583	1,3028
25	7,0735	0,6422	6,8360	0,6176	7,4371	6,6850	0,5582
26	8,2595	0,8661	8,0144	0,8423	17,3172	7,9029	0,8248
27	6,0702	0,5650	5,7298	0,5285	10,2629	5,7235	0,4466
28	6,0309	0,6229	5,6955	0,5863	15,8261	5,5947	0,5193
29	10,5421	0,8786	10,2369	0,8553	17,2046	10,1053	0,8394
30	12,2824	0,8053	11,9686	0,7845	8,1731	11,7452	0,7585

Tabela 3.8. Lima e Silva 2P e 3P.

Amostra	Lima e Silva 2P		Lima e Silva 3P		
	dg	n	dg	n	m
21	0,1563	2,8765	0,1664	3,0761	0,5812
22	0,2069	2,8670	0,2403	3,9011	0,4347
23	0,1804	2,9057	0,2047	3,5243	0,4946
24	0,3215	2,6254	0,3713	9,9896	0,1502
25	0,3313	2,0356	0,4026	3,3270	0,2816
26	0,2777	2,1692	0,3602	26,1353	0,0390
27	0,3053	1,8140	0,3505	2,1812	0,3493
28	0,2918	1,8274	0,3265	2,1004	0,3731
29	0,1980	2,2684	0,2102	2,4200	0,5048
30	0,1794	2,4456	0,1891	2,5842	0,5397

4. Franca

Tabela 4.1. Gompertz 2P.

Amostra	Gompertz 2P	
	k	u
31	5,9571	0,0304
32	6,7461	0,0017
33	7,4996	0,0197
34	7,2033	0,0154
35	22,6273	0,0227
36	19,6082	0,0232
37	20,0087	0,0194
38	24,8385	0,0253
39	8,1361	0,0398
40	11,4377	0,0393

Tabela 4.2. Weibull 2P e 3P.

Amostra	Weibull 2P		Weibull 3P		
	k	n	Po	k	n
31	4,1719	0,6161	16,7405	4,8861	0,5259
32	6,3032	0,5162	0,0000	15,0140	0,3379
33	5,9761	0,5943	8,6753	8,9304	0,4314
34	5,6549	0,5991	12,8841	7,9433	0,4492
35	12,9474	0,8916	13,7550	14,2547	0,7783
36	11,8207	0,8992	15,7456	12,7689	0,8071
37	12,4196	0,9431	19,5733	13,1904	0,8622
38	17,5244	2,9057	16,9917	17,3876	2,7419
39	6,2195	0,6217	2,2189	8,6462	0,4583
40	8,8914	0,6687	0,0000	11,2397	0,5286

Tabela 4.3. Richards 3P.

Amostra	Richards 3P		
	n	k	u
31	0,6362	5,4612	0,0000
32	0,9009	6,9166	0,0000
33	0,6548	7,1754	0,0000
34	0,7286	6,9686	0,0000
35	0,2931	15,8248	0,0000
36	0,3279	14,4287	0,0000
37	0,4023	15,4726	0,0000
38	0,2728	17,2726	0,0020
39	0,3917	7,2144	0,0000
40	0,2015	10,0739	0,0000

Tabela 4.4. Morgan et al. 2P e 3P.

Amostra	Morgan et al. 2P		Morgan et al. 3P		
	k	n	Po	k	n
31	8,5523	0,9007	21,6457	9,0149	0,8759
32	15,3107	0,7610	12,8338	27,9671	0,6143
33	12,5623	0,8703	18,7812	14,9345	0,7975
34	11,7986	0,8771	21,5013	13,6375	0,8144
35	20,2797	1,4995	18,2825	20,5699	1,4805
36	18,6569	1,4895	19,3639	18,8914	1,4745
37	19,0411	1,6182	22,5952	19,1807	1,6088
38	19,9376	7,7130	17,0000	19,9380	7,7566
39	12,5700	0,9084	12,2169	14,3809	0,8444
40	17,1006	0,9834	6,0620	20,0898	0,8903

Tabela 4.5. Haverkamp e Parlange 2P e 3P.

Amostra	Haverkamp e Parlange 2P		Haverkamp e Parlange 3P		
	dg	n	dg	n	m
31	0,7541	1,2531	1,2236	23,9759	0,0092
32	0,5406	1,2263	0,8804	15,3288	0,0130
33	0,4944	1,2596	0,7377	11,2060	0,0208
34	0,5494	1,2438	0,8151	20,3160	0,0108
35	0,1314	1,4171	0,2606	33,4798	0,0097
36	0,1501	1,3964	0,2595	4,5698	0,0724
37	0,1464	1,3647	0,2648	98,6669	0,0031
38	0,0954	1,5316	0,2003	131,1777	0,0030
39	0,3964	1,3317	0,5929	15,2187	0,0193
40	0,2198	1,4299	0,1224	1,0322	0,5068

Tabela 4.6. Fredlund et al. 3P.

Amostra	Fredlund et al. 3P		
	g_a	g_n	g_m
31	0,2972	21,1974	0,0429
32	0,1813	4,3526	0,1798
33	0,2061	11,6296	0,0773
34	0,2093	8,4933	0,1011
35	0,0924	16,5026	0,0892
36	0,1006	12,3328	0,1150
37	0,0924	11,5010	0,1150
38	0,0777	19,2801	0,1156
39	0,2229	16,6112	0,0662
40	0,1612	9,0890	0,1452

Tabela 4.7. Skaggs et al. 2P, 2P.mod. e 3P.

Amostra	Skaggs et al. 2P		Skaggs et al. 2P.mod		Skaggs et al. 3P		
	K	n	k	n	Po	k	n
31	3,9704	0,4340	3,6382	0,3760	14,4641	4,2073	0,3039
32	3,9916	0,3628	3,4113	0,2605	1,8585	6,3094	0,1230
33	4,4732	0,4153	3,8225	0,3248	7,3917	5,1102	0,2122
34	4,3293	0,4294	3,7316	0,3427	10,6915	4,7252	0,2395
35	10,3430	0,5863	8,4457	0,4991	10,4343	8,5289	0,4023
36	9,7925	0,5951	8,3519	0,5225	12,4832	8,3366	0,4342
37	10,9277	0,6489	9,2799	0,5761	16,7441	9,1195	0,5049
38	348,9824	1,7387	59,6306	1,1335	16,3313	61,5042	1,1509
39	5,0416	0,3931	4,3391	0,3100	2,7435	6,1700	0,1833
40	6,3625	0,3754	5,2444	0,2806	0,0694	10,1872	0,1072

Tabela 4.8. Lima e Silva 2P e 3P.

Amostra	Lima e Silva 2P		Lima e Silva 3P		
	dg	n	dg	n	m
31	0,4650	1,5204	0,6039	2,1946	0,2148
32	0,4068	1,4177	0,0002	0,5497	15,0449
33	0,3376	1,5035	0,0469	0,8026	1,3537
34	0,3529	1,5081	0,0763	0,8612	1,0637
35	0,0929	1,9245	0,0286	1,3880	1,8015
36	0,1030	1,9086	0,0336	1,3862	1,6366
37	0,0932	1,9930	0,0350	1,5196	1,6006
38	0,0515	7,5544	0,0501	7,4992	1,0061
39	0,3058	1,5325	0,0543	0,8535	1,2588
40	0,1935	1,5883	0,0141	0,8246	2,4938

5. Franco-siltosa

Tabela 5.1. Gompertz 2P.

Amostra	Gompertz 2P	
	k	u
41	44,8904	0,0140
42	69,8893	0,0102
43	44,4287	0,0198
44	44,9525	0,0179
45	42,4587	0,0147
46	59,4018	0,0194
47	33,7235	0,0170
48	55,3835	0,0074
49	31,0739	0,0263
50	39,9450	0,0189

Tabela 5.2. Weibull 2P e 3P.

Amostra	Weibull 2P		Weibull 3P		
	k	n	Po	k	n
41	22,5299	3,4951	0,0000	43,9766	0,6550
42	26,1860	3,5840	0,0000	68,1464	0,8429
43	21,7479	3,6096	10,9975	21,8932	3,3440
44	22,0072	3,6768	1,5891	34,7874	0,7855
45	21,9249	3,7467	0,0000	41,5482	0,6496
46	23,6499	3,6221	0,0000	36,5277	1,0625
47	20,3445	3,5361	15,3622	22,1186	1,0022
48	24,3450	3,7905	25,9852	25,9139	2,8770
49	13,2400	0,6894	0,0000	16,8289	0,5608
50	21,2738	3,4245	0,0000	31,5305	0,6676

Tabela 5.3. Richards 3P.

Amostra	Richards 3P		
	n	k	u
41	0,2028	33,7896	0,0000
42	0,3897	60,0250	0,0033
43	0,0788	29,1181	0,0000
44	0,1089	30,9352	0,0000
45	0,2096	31,6803	0,0000
46	0,0000	38,2162	0,0004
47	0,2537	24,6420	0,0000
48	0,3717	47,7766	0,0000
49	0,1254	16,8947	0,0000
50	0,1388	27,0782	0,0000

Tabela 5.4. Morgan et al. 2P e 3P.

Amostra	Morgan et al. 2P		Morgan et al. 3P		
	k	n	Po	k	n
41	42,0540	1,6704	11,7982	60,7373	1,2248
42	56,7178	2,4310	0,0000	152,5262	1,3337
43	33,5891	2,0302	10,5321	34,3687	1,9601
44	32,1534	2,4115	12,8738	32,3400	2,3868
45	35,5521	1,9615	17,3195	37,1652	1,8435
46	41,0537	2,3077	5,3635	44,7930	2,0704
47	25,3277	2,7018	18,9743	25,3350	2,7006
48	55,6465	1,8620	0,0000	178,1864	1,0072
49	25,1564	1,0458	1,8070	35,1510	0,8527
50	34,9774	1,5634	11,2719	39,7360	1,3626

Tabela 5.5. Haverkamp e Parlange 2P e 3P.

Amostra	Haverkamp e Parlange 2P		Haverkamp e Parlange 3P		
	dg	n	dg	n	m
41	0,0417	1,5615	0,0278	1,2649	0,5095
42	0,0177	1,8073	0,0003	1,0521	13,4320
43	0,0458	1,7102	0,0576	2,1539	0,3049
44	0,0428	1,6715	0,0638	2,6803	0,2198
45	0,0449	1,5528	0,0608	2,0575	0,2441
46	0,0309	2,0275	0,0329	2,1276	0,4719
47	0,0659	1,4891	0,1088	3,8180	0,1088
48	0,0249	1,5290	0,0001	0,8095	15,8704
49	0,1269	1,4797	0,0366	0,8781	0,8348
50	0,0557	1,5881	0,0499	1,4665	0,4159

Tabela 5.6. Fredlund et al. 3P.

Amostra	Fredlund et al. 3P		
	g_a	g_n	g_m
41	0,0406	28,0458	0,0639
42	0,0242	7,7640	0,3021
43	0,0491	20,5622	0,1343
44	0,0463	15,0010	0,1632
45	0,0433	20,5912	0,0879
46	0,0443	23,7333	0,2261
47	0,0562	13,1394	0,1305
48	0,0233	20,8889	0,0728
49	0,1021	19,4769	0,0729
50	0,0527	12,0402	0,1677

Tabela 5.7. Skaggs et al. 2P, 2P.mod. e 3P.

Amostra	Skaggs et al. 2P		Skaggs et al. 2P.mod		Skaggs et al. 3P		
	K	n	k	n	Po	k	n
41	1011,9030	1,9395	7,7357	0,3084	0,0155	14,2355	0,1085
42	3155,8618	2,1997	7,2187	0,1679	0,0002	21,4539	0,0962
43	597,1005	1,7353	11,8103	0,4200	1,4166	12,9461	0,2887
44	848,6655	1,8601	14,4527	0,4939	4,0803	14,6414	0,3951
45	916,4270	1,9210	11,0124	0,4391	4,1045	11,7333	0,3171
46	661,1927	1,6667	12,9094	0,3481	0,0170	17,5931	0,1751
47	614,5564	1,8519	17,4130	0,6534	13,5616	16,9987	0,6024
48	1821,2075	2,1015	5,2603	0,1504	0,0000	20,9316	0,0642
49	7,6512	0,3875	5,5278	0,2467	0,0001	17,7077	0,0572
50	706,1456	1,8327	8,3395	0,3463	0,3199	11,4665	0,1724

Tabela 5.8. Lima e Silva 2P e 3P.

Amostra	Lima e Silva 2P		Lima e Silva 3P		
	dg	n	dg	n	m
41	0,0386	2,4400	0,0018	1,1709	12,5645
42	0,0258	3,2600	0,0001	1,3356	329,8960
43	0,0418	2,5970	0,0172	1,9004	2,4232
44	0,0400	2,8495	0,0236	2,3443	1,7461
45	0,0405	2,5928	0,0147	1,7864	2,6175
46	0,0335	3,0292	0,0133	2,0339	2,6474
47	0,0485	2,8682	0,0277	2,6152	2,1991
48	0,0292	2,7000	0,0001	1,0781	174,5016
49	0,1125	1,6624	0,0011	0,7774	10,6218
50	0,0474	2,2391	0,0071	1,2894	4,4150

6. Siltosa

Tabela 6.1. Gompertz 2P.

Amostra	Gompertz 2P	
	k	u
51	80,1871	0,0130
52	78,3737	0,0121
53	68,1832	0,0244
54	65,4900	0,0253
55	68,2515	0,0136
56	83,4291	0,0144
57	143,1274	0,0306
58	76,5979	0,0219
59	68,9914	0,0202
60	67,2049	0,0194

Tabela 6.2. Weibull 2P e 3P.

Amostra	Weibull 2P		Weibull 3P		
	k	n	Po	k	n
51	26,2691	3,9067	0,0000	55,5309	1,0744
52	26,3126	3,8550	0,0000	59,3504	1,0086
53	23,1785	4,0695	0,0000	29,0866	1,6172
54	22,7767	4,1031	0,0000	28,0372	1,5965
55	24,6183	4,2323	0,0000	52,7294	0,9555
56	26,4687	3,8408	4,9723	37,2022	1,7402
57	26,3807	3,7226	1,0000	22,9870	7,4056
58	24,4465	3,9212	0,9997	24,0892	4,2316
59	24,5182	3,6187	0,0000	35,3722	1,3180
60	23,8742	4,1347	0,0000	36,9069	1,2264

Tabela 6.3. Richards 3P.

Amostra	Richards 3P		
	n	k	u
51	0,0000	60,4437	0,0004
52	0,1471	62,2102	0,0019
53	0,0000	37,7817	0,0017
54	0,0000	35,3708	0,0017
55	0,0219	50,5015	0,0000
56	0,0000	61,1184	0,0010
57	0,0000	58,4006	0,0018
58	0,0104	56,6926	0,0020
59	0,0000	43,5057	0,0013
60	0,0000	43,2337	0,0011

Tabela 6.4. Morgan et al. 2P e 3P.

Amostra	Morgan et al. 2P		Morgan et al. 3P		
	k	n	Po	k	n
51	55,7534	2,7687	0,0000	120,8651	1,6283
52	58,8822	2,5970	0,0000	129,7662	1,5471
53	52,6816	1,5711	0,0000	54,9662	1,5114
54	46,6713	1,7306	0,0000	49,3394	1,6367
55	50,5484	2,4910	4,5212	92,9351	1,5571
56	59,1149	2,6420	0,0000	104,6431	1,7530
57	54,4472	2,7312	0,0000	67,4860	2,2551
58	50,5148	2,2315	0,0000	56,8878	1,9867
59	51,1056	2,0634	0,0000	65,3297	1,6600
60	56,3779	1,7836	0,0000	69,8058	1,4922

Tabela 6.5. Haverkamp e Parlange 2P e 3P.

Amostra	Haverkamp e Parlange 2P		Haverkamp e Parlange 3P		
	dg	n	dg	n	m
51	0,0171	2,1182	0,0009	1,2420	7,8030
52	0,0168	2,0314	0,0002	1,1640	26,7141
53	0,0330	2,3057	0,0000	0,9209	165,0130
54	0,0347	2,3830	0,0004	1,0010	27,7760
55	0,0212	1,9331	0,0127	1,5630	0,7494
56	0,0180	2,2751	0,0003	1,2389	33,6040
57	0,0225	2,8830	0,0004	1,3541	43,7643
58	0,0277	2,6776	0,0004	1,1711	32,7344
59	0,0278	2,3046	0,0006	1,0660	14,0075
60	0,0281	2,1633	0,0000	0,9482	162,3995

Tabela 6.6. Fredlund et al. 3P.

Amostra	Fredlund et al. 3P		
	g_a	g_n	g_m
51	0,0311	25,5858	0,1580
52	0,0285	7,7572	0,4395
53	0,0491	62,3046	0,5014
54	0,0494	61,9877	0,5025
55	0,0325	20,3332	0,1598
56	0,0359	23,7595	0,2428
57	0,0474	42,7038	0,7399
58	0,0484	95,7988	0,3270
59	0,0458	54,3529	0,1958
60	0,0446	25,3286	0,3176

Tabela 6.7. Skaggs et al. 2P, 2P.mod. e 3P.

Amostra	Skaggs et al. 2P		Skaggs et al. 2P.mod		Skaggs et al. 3P		
	K	n	k	n	Po	k	n
51	2828,6975	2,0989	9,4441	0,1929	0,0000	24,3107	0,1110
52	3155,8618	2,1499	7,4420	0,1291	0,0000	24,2881	0,1004
53	243,9913	1,2231	8,0062	0,0838	0,0000	23,7300	0,0990
54	848,6654	1,6468	9,6103	0,1491	0,0000	24,2872	0,1079
55	916,4275	1,7722	10,4240	0,2742	0,0001	22,1246	0,1007
56	2332,5917	2,0079	8,0825	0,1156	0,0000	25,3397	0,1190
57	614,5566	1,4777	11,8731	0,1581	0,1591	40,9696	0,4988
58	1821,2074	1,8717	11,1498	0,1684	0,0000	26,2407	0,1437
59	538,7928	1,5323	9,1625	0,1700	0,0000	24,9221	0,1083
60	706,1457	1,6413	6,7955	0,0935	0,0000	24,2141	0,0985

Tabela 6.8. Lima e Silva 2P e 3P.

Amostra	Lima e Silva 2P		Lima e Silva 3P		
	dg	n	dg	n	m
51	0,0249	3,6007	0,0002	1,4778	205,3057
52	0,0244	3,4210	0,0001	1,4191	329,8960
53	0,0331	2,4168	0,0001	0,9469	74,1073
54	0,0349	2,5385	0,0001	1,0440	116,1690
55	0,0279	3,3188	0,0024	1,5381	9,7937
56	0,0241	3,4652	0,0001	1,4406	265,3293
57	0,0255	3,5646	0,0004	1,4709	80,3445
58	0,0292	3,0569	0,0009	1,3073	21,3427
59	0,0299	2,8897	0,0002	1,1764	95,9644
60	0,0295	2,6275	0,0001	1,0432	121,8474

7. Franco-argilo-arenosa

Tabela 7.1. Gompertz 2P.

Amostra	Gompertz 2P	
	k	u
61	11,4971	0,0323
62	6,3506	0,0304
63	9,0517	0,0430
64	5,4943	0,0660
65	9,7004	0,0541
66	6,7495	0,0377
67	5,1039	0,0619
68	4,8868	0,0189
69	5,9613	0,0558
70	8,1895	0,0147

Tabela 7.2. Weibull 2P e 3P.

Amostra	Weibull 2P		Weibull 3P		
	k	n	Po	k	n
61	7,5534	1,4507	25,8256	7,5734	1,4443
62	4,6206	1,5152	31,9423	4,6223	1,5101
63	5,9233	1,5860	25,9335	5,9284	1,5819
64	4,1251	2,0087	26,9952	4,1249	2,0076
65	6,0233	1,6552	21,9472	6,0274	1,6519
66	4,8280	1,8204	30,9851	4,8284	1,8185
67	3,0755	0,8421	21,9985	3,1006	0,8111
68	3,1612	0,7972	29,8364	3,2099	0,7624
69	3,9079	1,0288	23,4075	3,9174	1,0016
70	6,0208	0,9546	29,7519	6,1454	0,9142

Tabela 7.3. Richards 3P.

Amostra	Richards 3P		
	n	k	u
61	2,0930	15,7031	0,0735
62	44,5843	178,3511	0,2591
63	33,1631	177,1211	0,2207
64	18,0883	78,0121	0,2655
65	3,6019	21,0073	0,1431
66	0,6076	5,7650	0,0020
67	0,4872	4,1510	0,0000
68	0,8141	4,6227	0,0000
69	0,4691	4,8217	0,0000
70	0,7553	7,7143	0,0000

Tabela 7.4. Morgan et al. 2P e 3P.

Amostra	Weibull 2P		Po	Weibull 3P	
	k	n		k	n
61	10,8748	2,1139	25,9782	10,8795	2,1132
62	6,0867	1,8367	32,0674	6,0772	1,8423
63	8,1065	2,0570	25,9921	8,1079	2,0565
64	4,9429	2,2767	27,0739	4,9387	2,2926
65	8,2027	2,1517	21,9935	8,2039	2,1513
66	6,1354	2,1635	31,0210	6,1324	2,1662
67	5,1693	1,2244	24,1933	4,9949	1,2653
68	5,4824	1,1644	31,9354	5,3107	1,1958
69	5,8206	1,3627	24,4363	5,7563	1,3796
70	9,5039	1,3253	30,7180	9,5798	1,3176

Tabela 7.5. Haverkamp e Parlange 2P e 3P.

Amostra	Haverkamp e Parlange 2P		Haverkamp e Parlange 3P		
	dg	n	dg	n	m
61	0,2714	1,3491	0,3336	29,4542	0,0118
62	0,9025	1,2346	1,4684	15,6471	0,0132
63	0,4099	1,3356	0,4715	14,4980	0,0231
64	0,9322	1,3008	1,9301	18,9815	0,0127
65	0,2978	1,4523	0,3705	26,1669	0,0167
66	0,8044	1,2544	1,1679	13,4614	0,0171
67	0,9554	1,2890	2,0142	102,2108	0,0023
68	1,1927	1,2123	2,0867	86,5248	0,0022
69	0,8063	1,2937	1,3803	14,0258	0,0178
70	0,5413	1,2335	0,6911	8,3914	0,0264

Tabela 7.6. Fredlund et al. 3P.

Amostra	Fredlund et al. 3P		
	g_a	g_n	g_m
61	0,1444	20,2621	0,0799
62	0,3003	3,9971	0,2451
63	0,1961	13,3211	0,1155
64	0,3840	7,0214	0,1826
65	0,1885	14,8782	0,1305
66	0,2855	10,8186	0,1026
67	0,4143	13,0959	0,0853
68	0,3606	12,3281	0,0667
69	0,3499	16,2151	0,0716
70	0,1951	9,5245	0,0928

Tabela 7.7. Skaggs et al. 2P, 2P.mod. e 3P.

Amostra	Skaggs et al. 2P		Skaggs et al. 2P.mod		Skaggs et al. 3P		
	K	n	k	n	Po	k	n
61	16,1521	1,0377	15,6703	1,0129	25,4506	15,6876	1,0141
62	12,4119	1,2359	12,0183	1,2083	31,8673	12,2100	1,2235
63	16,3984	1,1857	15,8947	1,1591	25,7870	16,0954	1,1713
64	23,0569	1,6868	22,0984	1,6501	26,9862	22,9436	1,6834
65	17,9257	1,1873	17,3780	1,1608	21,7947	17,5992	1,1731
66	20,0259	1,4988	19,2818	1,4661	30,9601	19,8766	1,4935
67	4,4002	0,6193	4,1756	0,5843	20,7645	4,2014	0,5416
68	3,9182	0,6241	3,7109	0,5875	28,7424	3,7564	0,5510
69	6,1121	0,7686	5,8773	0,7405	22,7297	5,7506	0,7071
70	6,8630	0,7252	6,4890	0,6893	28,6103	6,3346	0,6461

Tabela 7.8. Lima e Silva 2P e 3P.

Amostra	Lima e Silva 2P		Lima e Silva 3P		
	dg	n	dg	n	m
61	0,1306	2,5424	0,1097	2,2897	0,7842
62	0,2314	2,4767	0,2707	3,3649	0,3999
63	0,1712	2,6062	0,1827	2,7962	0,5485
64	0,2474	2,9938	0,2962	10,7641	0,1667
65	0,1656	2,6947	0,1764	2,8852	0,5608
66	0,2108	2,8170	0,2763	29,2005	0,0526
67	0,4370	1,7861	0,5809	17,2607	0,0396
68	0,4472	1,7314	0,6038	27,8324	0,0228
69	0,3196	1,9569	0,3877	2,8942	0,3001
70	0,2166	1,8719	0,1736	1,6086	0,6122

8. Franco-argilosa

Tabela 8.1. Gompertz 2P.

Amostra	Gompertz 2P	
	k	u
71	7,5711	0,0000
72	24,6286	0,0013
73	13,9635	0,0076
74	7,5476	0,0000
75	25,1636	0,0044
76	10,8404	0,0000
77	11,5721	0,0116
78	29,8751	0,0069
79	14,5611	0,0000
80	17,2724	0,0010

Tabela 8.2. Weibull 2P e 3P.

Amostra	Weibull 2P		Weibull 3P		
	k	n	Po	k	n
71	4,9244	0,7796	36,4729	5,1459	0,6973
72	19,5116	3,1861	20,1223	27,0933	0,4933
73	10,2104	0,8352	26,5046	11,3026	0,7290
74	4,9184	0,6249	30,3981	5,9929	0,5082
75	15,3091	0,7423	6,8933	36,2904	0,4066
76	7,8905	0,6686	24,6200	11,1196	0,4738
77	8,7672	0,8307	25,0621	9,5292	0,7371
78	13,7653	0,5857	0,0000	38,3987	0,3557
79	10,4380	0,8719	33,6733	11,2916	0,7827
80	10,9748	0,6356	0,0000	35,6704	0,3311

Tabela 8.3. Richards 3P.

Amostra	Richards 3P		
	n	k	u
71	1,2773	7,0174	0,0000
72	0,9232	24,2260	0,0000
73	0,7433	13,4361	0,0000
74	1,3134	6,8641	0,0000
75	0,7793	23,4978	0,0000
76	1,1871	10,0615	0,0000
77	0,6931	11,0339	0,0000
78	0,6353	26,2809	0,0000
79	1,0265	14,4161	0,0000
80	0,8561	18,1849	0,0000

Tabela 8.4. Morgan et al. 2P e 3P.

Amostra	Morgan et al. 2P		Morgan et al. 3P		
	k	n	Po	k	n
71	8,5115	1,1080	38,6125	8,6385	1,0971
72	27,1477	1,2387	33,9694	31,3422	1,0948
73	16,9619	1,3004	30,0569	17,4091	1,2745
74	9,9107	0,9146	35,3496	10,6978	0,8775
75	27,4236	1,1464	28,7613	35,3615	0,9553
76	15,1264	0,9774	33,1032	17,1827	0,9040
77	14,7091	1,2507	28,0626	15,0980	1,2275
78	30,3607	0,9021	0,0000	128,4285	0,5779
79	16,9440	1,3827	36,3703	17,2401	1,3647
80	22,1952	0,9471	25,7348	33,6083	0,7649

Tabela 8.5. Haverkamp e Parlange 2P e 3P.

Amostra	Haverkamp e Parlange 2P		Haverkamp e Parlange 3P		
	dg	n	dg	n	m
71	0,8791	1,1673	1,3360	12,3623	0,0123
72	0,1315	1,2383	0,1593	1,4830	0,1531
73	0,2346	1,2566	0,3600	18,9360	0,0122
74	0,8256	1,1701	1,2942	10,9935	0,0139
75	0,1374	1,2539	0,1243	1,1660	0,2234
76	0,4108	1,1941	0,5758	2,4736	0,0725
77	0,2867	1,2632	0,4129	14,3725	0,0168
78	0,1672	1,2492	0,0034	0,5410	1,3770
79	0,2482	1,2156	0,3659	17,0165	0,0116
80	0,2435	1,2199	0,1654	0,9568	0,2526

Tabela 8.6. Fredlund et al. 3P.

Amostra	Fredlund et al. 3P		
	g_a	g_n	g_m
71	0,1801	73,5648	0,0085
72	0,0476	8,0507	0,1012
73	0,0995	32,4416	0,0277
74	0,1707	51,8117	0,0122
75	0,0556	11,5797	0,0737
76	0,1091	1,7745	0,3934
77	0,1252	14,7512	0,0636
78	0,0658	73,3227	0,0112
79	0,0800	41,6909	0,0183
80	0,0790	12,5309	0,0608

Tabela 8.7. Skaggs et al. 2P, 2P.mod. e 3P.

Amostra	Skaggs et al. 2P		Skaggs et al. 2P.mod		Skaggs et al. 3P		
	K	n	k	n	Po	k	n
71	4,6808	0,6379	4,2508	0,5814	35,1447	4,2129	0,5191
72	9,7987	0,6268	5,9142	0,4243	17,4789	6,4443	0,2966
73	7,9082	0,6226	6,7523	0,5452	23,6370	6,6855	0,4646
74	3,8329	0,4998	3,3691	0,4224	28,1374	3,7430	0,3490
75	8,5613	0,5730	5,1742	0,3650	8,4515	6,4939	0,2138
76	5,1511	0,5252	4,0822	0,4072	21,5467	4,6160	0,2983
77	7,2072	0,6100	6,3381	0,5431	22,2509	6,2802	0,4620
78	5,7951	0,4324	3,6291	0,2127	0,0000	17,6020	0,0380
79	8,4485	0,6799	7,3203	0,6092	31,6255	7,1613	0,5472
80	5,7187	0,4862	3,9499	0,3114	5,7617	5,9732	0,1651

Tabela 8.8. Lima e Silva 2P e 3P.

Amostra	Lima e Silva 2P		Lima e Silva 3P		
	dg	n	dg	n	m
71	0,3070	1,6928	0,2987	1,6508	0,4249
72	0,0790	1,8373	0,0003	0,9765	71,8804
73	0,1318	1,7885	0,0006	1,0588	80,5332
74	0,3834	1,5344	0,2741	1,2325	0,4929
75	0,0865	1,7662	0,0005	0,8618	25,6192
76	0,2208	1,5831	0,0258	0,8559	1,8338
77	0,1590	1,7616	0,0002	0,9920	194,4796
78	0,1223	1,5557	0,0000	0,6170	77,6038
79	0,1234	1,8394	0,0007	1,1324	101,6621
80	0,1587	1,5699	0,0000	0,6790	105,6130

9. Franco-argilo-siltosa

Tabela 9.1. Gompertz 2P.

Amostra	Gompertz 2P	
	k	u
81	38,0195	0,0061
82	37,6974	0,0040
83	39,2782	0,0039
84	64,0255	0,0036
85	73,1828	0,0023
86	83,4291	0,0013
87	39,0498	0,0018
88	36,5244	0,0041
89	33,6600	0,0002
90	43,5006	0,0006

Tabela 9.2. Weibull 2P e 3P.

Amostra	Weibull 2P		Weibull 3P		
	k	n	Po	k	n
81	21,9139	3,6887	0,0000	56,9710	0,4316
82	22,2418	3,2807	0,0000	66,4318	0,4152
83	22,2286	3,7210	0,0000	72,9265	0,4445
84	24,4593	4,7381	32,6528	32,7933	1,9326
85	25,1408	4,8894	0,0000	141,6794	0,6397
86	24,9179	5,0156	0,0000	156,8550	0,6077
87	22,6831	3,2419	0,0000	79,8018	0,4004
88	21,8705	3,4097	18,3346	41,3512	0,6205
89	21,4508	3,4989	27,0832	35,5846	0,6522
90	23,2825	3,5416	0,0000	109,2299	0,4623

Tabela 9.3. Richards 3P.

Amostra	Richards 3P		
	n	k	u
81	0,7212	60,4381	0,0020
82	0,7229	35,1045	0,0000
83	0,7167	36,6158	0,0000
84	0,5828	59,6142	0,0000
85	0,7173	70,3352	0,0003
86	0,8668	61,1219	0,0000
87	0,8582	37,8084	0,0000
88	0,7266	34,0456	0,0000
89	0,9855	33,5553	0,0000
90	0,9448	43,0289	0,0000

Tabela 9.4. Morgan et al. 2P e 3P.

Amostra	Morgan et al. 2P		Morgan et al. 3P		
	k	n	Po	k	n
81	42,9817	1,1898	0,0000	162,8915	0,7013
82	43,4947	1,2173	0,0000	193,2282	0,6883
83	44,6905	1,3831	0,0000	203,5239	0,7366
84	57,4719	2,3623	0,0000	265,4533	1,1172
85	58,7557	2,7852	0,0000	315,1975	1,2465
86	58,5642	2,7462	0,0000	345,2163	1,2070
87	46,0645	1,2332	0,0000	232,7463	0,6812
88	35,2170	1,8630	33,2744	37,1316	1,7347
89	33,4030	1,8469	38,4347	34,6491	1,7537
90	44,5237	1,8707	35,0677	65,1773	1,3456

Tabela 9.5. Haverkamp e Parlange 2P e 3P.

Amostra	Haverkamp e Parlange 2P		Haverkamp e Parlange 3P		
	dg	n	dg	n	m
81	0,0657	1,3279	0,0001	0,5690	8,9636
82	0,0642	1,3053	0,0000	0,5600	17,2431
83	0,0520	1,3277	0,0000	0,6453	158,9409
84	0,0156	1,5328	0,0001	0,9415	26,5300
85	0,0109	1,5887	0,0007	1,1208	3,8233
86	0,0108	1,5440	0,0001	1,0420	31,8226
87	0,0591	1,2885	0,0001	0,5742	6,5192
88	0,0516	1,3322	0,0000	0,6212	21,1127
89	0,0590	1,2788	0,0994	2,2495	0,1072
90	0,0338	1,3313	0,0000	0,6896	157,0831

Tabela 9.6. Fredlund et al. 3P.

Amostra	Fredlund et al. 3P		
	g_a	g_n	g_m
81	0,0379	27,1414	0,0372
82	0,0334	8,3938	0,1143
83	0,0292	40,0775	0,0256
84	0,0142	57,4315	0,0257
85	0,0106	10,3126	0,1510
86	0,0097	1,9636	0,7514
87	0,0283	14,7478	0,0622
88	0,0290	73,1579	0,0145
89	0,0256	44,5848	0,0209
90	0,0182	13,0561	0,0810

Tabela 9.7. Skaggs et al. 2P, 2P.mod. e 3P.

Amostra	Skaggs et al. 2P		Skaggs et al. 2P.mod		Skaggs et al. 3P		
	K	n	k	n	Po	k	n
81	2828,6975	2,3627	4,1848	0,1924	0,0001	18,1766	0,0469
82	1209,3460	2,0882	4,1659	0,1991	0,0001	18,3499	0,0453
83	1382,9613	2,1222	4,7943	0,2297	0,0001	17,8137	0,0515
84	4986,6671	2,4098	6,1260	0,1708	0,0002	20,0695	0,0797
85	4317,6334	2,3271	6,9001	0,1755	0,0003	20,9478	0,0893
86	2332,5917	2,1323	6,7829	0,1804	0,0009	19,8731	0,0925
87	1460,3462	2,1474	3,9639	0,1825	0,0001	18,4454	0,0450
88	1821,2073	2,2354	10,2045	0,4981	0,0001	18,5074	0,0513
89	1147,3890	2,1149	10,3202	0,5350	25,5586	10,2501	0,4510
90	1994,6362	2,2255	8,0089	0,3784	5,4707	9,6658	0,2240

Tabela 9.8. Lima e Silva 2P e 3P.

Amostra	Lima e Silva 2P		Lima e Silva 3P		
	dg	n	dg	n	m
81	0,0471	1,9951	0,0000	0,7673	90,0796
82	0,0458	2,0253	0,0001	0,7853	60,5682
83	0,0411	2,1889	0,0001	0,8643	73,7209
84	0,0258	3,1903	0,0005	1,3239	41,9378
85	0,0238	3,6094	0,0007	1,5230	37,1236
86	0,0240	3,5708	0,0002	1,4833	265,3294
87	0,0426	2,0667	0,0000	0,7866	151,3267
88	0,0420	2,5014	0,0033	1,6420	26,6108
89	0,0443	2,4441	0,0015	1,6484	102,7563
90	0,0347	2,6599	0,0003	1,2848	122,9770

10. Argilo-arenosa

Tabela 10.1. Gompertz 2P.

Amostra	Gompertz 2P	
	k	u
91	3,6517	0,0000
92	4,8719	0,0000
93	7,2352	0,0000
94	4,9120	0,0000
95	8,2648	0,0050
96	2,1742	0,0000
97	4,0211	0,0000
98	4,2371	0,0000
99	4,4194	0,0000
100	4,0689	0,0000

Tabela 10.2. Weibull 2P e 3P.

Amostra	Weibull 2P		Weibull 3P		
	k	n	Po	k	n
91	2,3378	0,9268	37,0680	2,3361	0,9297
92	2,7082	0,7577	38,5622	2,7355	0,7453
93	4,6330	1,0050	41,3863	4,6692	0,9744
94	3,3298	0,8893	35,1638	3,3424	0,8519
95	6,1162	1,1830	35,6208	6,1548	1,1670
96	1,6662	1,0869	37,9722	1,6060	1,1904
97	2,0856	0,9852	43,3940	2,0757	1,0048
98	1,9902	0,8856	45,3150	1,9265	0,9402
99	1,8774	1,0336	48,7632	1,8532	1,0775
100	2,1584	0,8781	41,6778	2,1285	0,9038

Tabela 10.3. Richards 3P.

Amostra	Richards 3P		
	n	k	u
91	1,0679	3,5255	0,0000
92	1,3048	4,3305	0,0000
93	1,3509	6,6119	0,0000
94	1,0154	4,8848	0,0000
95	1,1404	8,5719	0,0130
96	1,0468	2,1177	0,0020
97	1,4502	3,2148	0,0000
98	1,6523	3,0740	0,0000
99	1,8857	2,8884	0,0000
100	1,3831	3,3762	0,0000

Tabela 10.4. Morgan et al. 2P e 3P.

Amostra	Morgan et al. 2P		Morgan et al. 3P		
	k	n	Po	k	n
91	3,8632	1,4137	39,0785	3,6531	1,5642
92	4,9046	1,1173	40,5776	4,5924	1,1805
93	7,0387	1,3364	42,0478	7,0272	1,3384
94	5,3823	1,2602	36,7435	5,2511	1,2914
95	9,0106	1,6034	35,9259	9,0288	1,6006
96	2,8044	1,8514	39,5476	2,7170	2,3175
97	3,4368	1,5577	45,1839	3,2801	1,7867
98	3,3966	1,3620	47,4850	3,0402	1,6973
99	3,1219	1,6949	50,2774	3,0109	2,0099
100	3,6827	1,3409	43,8107	3,3644	1,5584

Tabela 10.5. Haverkamp e Parlange 2P e 3P.

Amostra	Haverkamp e Parlange 2P		Haverkamp e Parlange 3P		
	dg	n	dg	n	m
91	1,8760	1,1793	2,3916	48,5286	0,0036
92	1,6999	1,1593	2,3207	45,0558	0,0034
93	1,1080	1,1554	1,9270	41,2775	0,0033
94	1,3449	1,1836	2,1432	73,7041	0,0023
95	0,5984	1,2055	0,7291	10,0557	0,0197
96	2,3724	1,1898	2,6003	32,2268	0,0060
97	2,4820	1,1467	2,6935	26,0045	0,0057
98	2,6245	1,1368	2,7839	86,4882	0,0016
99	3,1592	1,1232	3,0649	23,5376	0,0054
100	2,2365	1,1528	2,5776	28,6939	0,0053

Tabela 10.6. Fredlund et al. 3P.

Amostra	Fredlund et al. 3P		
	g_a	g_n	g_m
91	0,4469	2,0015	0,3479
92	0,3249	3,9754	0,1511
93	0,1989	13,7158	0,0430
94	0,3287	7,8082	0,0908
95	0,1815	14,6617	0,0534
96	0,6267	2,9392	0,2559
97	0,4254	52,2066	0,0105
98	0,3853	8,2683	0,0611
99	0,3740	14,7836	0,0305
100	0,4084	10,8897	0,0527

Tabela 10.7. Skaggs et al. 2P, 2P.mod. e 3P.

Amostra	Skaggs et al. 2P		Skaggs et al. 2P.mod		Skaggs et al. 3P		
	K	n	k	n	Po	k	n
91	3,3412	0,7549	3,2706	0,7360	36,5184	3,2959	0,7320
92	3,1157	0,6142	3,0247	0,5889	37,7824	3,0955	0,5786
93	5,9621	0,8435	5,7214	0,8140	41,0076	5,6281	0,7925
94	4,3446	0,7338	4,1313	0,6997	34,5489	4,0649	0,6644
95	9,4559	0,9367	9,1438	0,9108	35,2340	9,0720	0,9018
96	2,6731	0,8559	2,6732	0,8493	37,4340	2,6516	0,9270
97	2,9653	0,8237	2,9342	0,8105	42,9899	2,9646	0,8231
98	2,6139	0,7341	2,6000	0,7233	44,8475	2,6104	0,7683
99	2,6317	0,8789	2,6224	0,8697	48,4393	2,6471	0,9042
100	2,8564	0,7186	2,8270	0,7051	41,1493	2,8586	0,7244

Tabela 10.8. Lima e Silva 2P e 3P.

Amostra	Lima e Silva 2P		Lima e Silva 3P		
	dg	n	dg	n	m
91	0,5129	1,9077	0,7462	7,5837	0,0964
92	0,5566	1,6747	0,8559	8,3227	0,0661
93	0,2749	1,9236	0,3127	2,2855	0,3785
94	0,3946	1,8314	0,5018	3,2823	0,2250
95	0,1863	2,1345	0,1724	2,0077	0,5936
96	0,6288	2,1254	1,9905	102,8000	0,0059
97	0,5401	1,9931	0,8762	15,9892	0,0464
98	0,6514	1,8218	1,7149	25,0258	0,0207
99	0,5749	2,0612	1,2010	13,5618	0,0510
100	0,5950	1,8252	1,1225	11,8215	0,0502

11. Argilo-siltosa

Tabela 11.1. Gompertz 2P.

Amostra	Gompertz 2P	
	k	u
101	33,5809	0,0000
102	37,6974	0,0000
103	40,8568	0,0000
104	183,2625	0,0000
105	166,6917	0,0000
106	61,8513	0,0000
107	41,5096	0,0000
108	36,7190	0,0000
109	236,5179	0,0001
110	197,7653	0,0000

Tabela 11.2. Weibull 2P e 3P.

Amostra	Weibull 2P		Weibull 3P		
	k	n	Po	k	n
101	21,2488	3,6091	0,0000	90,0487	0,3706
102	23,1506	3,4749	0,0000	115,2703	0,4018
103	21,9161	3,7193	0,0000	132,0896	0,3257
104	24,3914	4,6677	0,0000	229,8653	0,4705
105	23,6088	3,3199	48,6729	27,4958	1,7419
106	25,7516	3,5185	0,0000	164,4483	0,5176
107	23,0875	3,1660	0,0000	107,2908	0,3771
108	19,5678	0,6596	0,0000	99,9182	0,3176
109	24,5039	5,6603	48,9792	55,9840	1,1418
110	23,9089	4,1563	0,0000	220,5093	0,4068

Tabela 11.3. Richards 3P.

Amostra	Richards 3P		
	n	k	u
101	1,1090	33,1385	0,0000
102	1,1295	42,7424	0,0000
103	1,5243	38,4556	0,0000
104	1,6646	63,6972	0,0000
105	1,6613	46,5743	0,0000
106	1,1476	59,5764	0,0002
107	1,1385	40,7990	0,0000
108	1,3036	35,4114	0,0000
109	1,8994	77,8662	0,0000
110	1,8105	55,1294	0,0000

Tabela 11.4. Morgan et al. 2P e 3P.

Amostra	Morgan et al. 2P		Morgan et al. 3P		
	k	n	Po	k	n
101	37,4882	1,3247	32,3626	63,9464	0,9341
102	49,8115	1,4202	0,0000	320,4928	0,7138
103	43,0408	1,1642	0,0000	411,6390	0,5966
104	58,2610	2,2507	0,0000	500,3277	0,9620
105	48,1205	1,6974	29,9741	167,1095	0,8996
106	52,9481	2,3943	27,3199	172,1195	1,2103
107	48,0761	1,2755	0,0000	312,5980	0,6681
108	39,2807	1,0306	0,0000	331,6965	0,5673
109	61,0298	2,7761	0,0000	555,3222	1,1465
110	56,5936	1,8023	0,0000	527,1867	0,7999

Tabela 11.5. Haverkamp e Parlange 2P e 3P.

Amostra	Haverkamp e Parlange 2P		Haverkamp e Parlange 3P		
	dg	n	dg	n	m
101	0,0753	1,2444	0,0504	1,0162	0,2688
102	0,0440	1,2775	0,0001	0,6165	6,3232
103	0,0764	1,2040	0,0002	0,5393	2,7045
104	0,0144	1,3426	0,0004	0,8864	3,3766
105	0,0347	1,2477	0,0123	0,9167	0,3880
106	0,0157	1,4015	0,0095	1,2201	0,4131
107	0,0545	1,2586	0,0001	0,5740	6,8765
108	0,1038	1,2026	0,0001	0,4953	4,2379
109	0,0081	1,4262	0,0004	1,0688	4,0677
110	0,0239	1,2674	0,0001	0,7174	6,6651

Tabela 11.6. Fredlund et al. 3P.

Amostra	Fredlund et al. 3P		
	g_a	g_n	g_m
101	0,0272	27,5917	0,0303
102	0,0192	7,8595	0,1161
103	0,0202	40,9037	0,0181
104	0,0079	56,7613	0,0198
105	0,0121	6,0530	0,1472
106	0,0104	2,1421	0,5705
107	0,0218	14,8891	0,0576
108	0,0277	73,6711	0,0098
109	0,0057	45,3554	0,0285
110	0,0095	13,3529	0,0707

Tabela 11.7. Skaggs et al. 2P, 2P.mod. e 3P.

Amostra	Skaggs et al. 2P		Skaggs et al. 2P.mod		Skaggs et al. 3P		
	K	n	k	n	Po	k	n
101	1045,2564	2,0978	5,3455	0,3323	0,0001	17,2552	0,0447
102	1775,6616	2,2034	4,1600	0,1856	0,0000	19,4876	0,0443
103	1330,4938	2,1663	3,6864	0,2083	0,0001	17,5877	0,0401
104	5379,1880	2,4815	5,2062	0,1643	0,0002	19,8447	0,0645
105	2133,9710	2,2732	5,5921	0,2851	0,0331	13,1241	0,0802
106	4651,7994	2,4280	7,8219	0,2916	0,0084	16,3437	0,0941
107	1657,7572	2,1944	3,8428	0,1783	0,0000	18,9268	0,0422
108	1149,9655	2,1252	3,4684	0,2024	0,0001	17,1111	0,0388
109	12138,0752	2,6960	5,7509	0,1404	0,0007	20,1341	0,0829
110	1994,6362	2,2034	4,3192	0,1595	0,0002	18,4619	0,0553

Tabela 11.8. Lima e Silva 2P e 3P.

Amostra	Lima e Silva 2P		Lima e Silva 3P		
	dg	n	dg	n	m
101	0,0503	2,0589	0,0001	0,8799	90,9442
102	0,0366	2,2629	0,0001	0,8784	60,1320
103	0,0477	1,9732	0,0000	0,7585	73,6782
104	0,0260	3,0790	0,0004	1,2748	41,9395
105	0,0344	2,5146	0,0003	1,0231	35,3872
106	0,0274	3,2252	0,0004	1,3307	57,9328
107	0,0399	2,1229	0,0000	0,8072	151,3267
108	0,0597	1,8024	0,0000	0,6935	56,6038
109	0,0231	3,5929	0,0003	1,5176	102,7502
110	0,0292	2,6455	0,0001	1,0519	122,7627

12. Argilosa

Tabela 12.1. Gompertz 2P.

Amostra	Gompertz 2P	
	k	u
111	11,9831	0,0000
112	21,7111	0,0000
113	6,2736	0,0000
114	14,5794	0,0000
115	9,1000	0,0000
116	21,4930	0,0000
117	23,7020	0,0000
118	26,6388	0,0000
119	41,5453	0,0000
120	40,2513	0,0000

Tabela 12.2. Weibull 2P e 3P.

Amostra	Weibull 2P		Weibull 3P		
	k	n	Po	k	n
111	6,9362	0,8409	42,7896	7,3191	0,7656
112	10,0496	0,8881	48,7673	10,7359	0,8099
113	2,8712	0,7727	45,3561	2,9130	0,7508
114	6,1500	0,6260	39,8998	8,3644	0,4663
115	5,1412	0,5939	33,8556	6,9117	0,4614
116	13,6777	0,6497	8,5220	112,1502	0,2707
117	18,2578	0,9806	45,9195	21,2655	0,7335
118	20,5624	3,3904	54,6688	24,1805	0,8493
119	23,7958	3,2172	0,0000	244,2767	0,3421
120	23,8402	3,0368	0,0000	279,0363	0,3252

Tabela 12.3. Richards 3P.

Amostra	Richards 3P		
	n	k	u
111	1,6983	9,7189	0,0000
112	2,1786	15,3275	0,0000
113	1,8173	4,8897	0,0000
114	2,2715	8,7057	0,0000
115	1,7499	7,2327	0,0000
116	2,1955	28,8162	0,0000
117	1,9570	28,8133	0,0000
118	2,8245	34,9664	0,0000
119	2,1842	48,6466	0,0000
120	2,4457	48,4178	0,0000

Tabela 12.4. Morgan et al. 2P e 3P.

Amostra	Morgan et al. 2P		Morgan et al. 3P		
	k	n	Po	k	n
111	11,5917	1,2120	44,4363	11,8396	1,1946
112	16,2294	1,4019	50,5744	16,4700	1,3869
113	5,1167	1,1392	47,0914	4,8696	1,1876
114	12,3556	0,9144	45,8020	14,0002	0,8539
115	10,8212	0,8693	39,6499	12,2807	0,8154
116	27,4098	0,9860	43,5372	54,1066	0,7184
117	26,2394	1,6708	50,5976	26,6477	1,6378
118	27,4496	2,1886	57,9240	27,5276	2,1783
119	51,4362	1,5047	0,0000	635,2991	0,6791
120	50,6026	1,4647	0,0000	724,2380	0,6563

Tabela 12.5. Haverkamp e Parlange 2P e 3P.

Amostra	Haverkamp e Parlange 2P		Haverkamp e Parlange 3P		
	dg	n	dg	n	m
111	0,5876	1,1489	0,7648	8,6386	0,0164
112	0,3292	1,1373	0,4457	14,3077	0,0091
113	1,9018	1,1281	2,4235	42,3314	0,0029
114	0,7411	1,1264	1,0937	8,3693	0,0139
115	0,8619	1,1453	1,3785	11,9909	0,0109
116	0,2126	1,1345	0,1325	0,8707	0,1721
117	0,1159	1,1677	0,2165	4,0977	0,0351
118	0,0837	1,1467	0,1714	4,7676	0,0257
119	0,0391	1,2051	0,0002	0,6224	3,3457
120	0,0423	1,1880	0,0001	0,6060	3,0888

Tabela 12.6. Fredlund et al. 3P.

Amostra	Fredlund et al. 3P		
	g_a	g_n	g_m
111	0,0908	5,8841	0,0960
112	0,0388	7,7628	0,0706
113	0,2210	65,8419	0,0074
114	0,0729	7,7315	0,0655
115	0,1235	16,7938	0,0331
116	0,0227	2,7926	0,2030
117	0,0200	82,3991	0,0081
118	0,0105	9,6038	0,0686
119	0,0101	23,7013	0,0336
120	0,0093	11,1357	0,0684

Tabela 12.7. Skaggs et al. 2P, 2P.mod. e 3P.

Amostra	Skaggs et al. 2P		Skaggs et al. 2P.mod		Skaggs et al. 3P		
	K	n	k	n	Po	k	n
111	6,0543	0,6996	5,4995	0,6449	41,6722	5,3695	0,5920
112	8,3069	0,7530	7,3363	0,6894	47,7727	7,1615	0,6461
113	3,1160	0,6549	3,0066	0,6269	44,7576	3,0576	0,6110
114	3,9902	0,5326	3,3021	0,4284	37,8927	3,6586	0,3466
115	3,6067	0,4882	3,1393	0,4031	31,6885	3,5763	0,3270
116	6,1692	0,5579	3,5924	0,3169	15,7711	5,3014	0,1739
117	20,3413	0,8995	9,5094	0,6286	44,3682	9,2898	0,5716
118	730,2227	2,0672	14,2120	0,7422	53,8208	13,9028	0,7090
119	2118,2666	2,2811	4,0267	0,1931	0,0002	17,5952	0,0473
120	1782,4307	2,2354	3,9503	0,1989	0,0001	18,4299	0,0428

Tabela 12.8. Lima e Silva 2P e 3P.

Amostra	Lima e Silva 2P		Lima e Silva 3P		
	dg	n	dg	n	m
111	0,2049	1,7551	0,1002	1,2584	0,8815
112	0,1272	1,8527	0,0429	1,3154	1,4208
113	0,5084	1,6990	0,7260	5,0650	0,1163
114	0,3066	1,5369	0,0615	0,8728	1,1824
115	0,3940	1,5009	0,1545	0,9727	0,7288
116	0,1129	1,6247	0,0001	0,6868	42,4174
117	0,0616	2,1332	0,0202	1,5509	2,2367
118	0,0492	2,5291	0,0258	2,1126	1,8398
119	0,0345	2,3496	0,0001	0,9147	99,3482
120	0,0355	2,3082	0,0000	0,8896	190,9801

13. Muito argilosa

Tabela 13.1. Gompertz 2P.

Amostra	Gompertz 2P	
	k	u
121	20,3903	0,0000
122	816,8984	0,0004
123	36,4240	0,0000
124	1126,7214	0,0000
125	18,3959	0,0000
126	40,5735	0,0000
127	410,9707	0,0002
128	26,6388	0,0000
129	58,0507	0,0000
130	40,2513	0,0000

Tabela 13.2. Weibull 2P e 3P.

Amostra	Weibull 2P		Weibull 3P		
	k	n	Po	k	n
121	19,5759	3,1701	66,1983	24,6374	0,5546
122	5,5411	0,6067	72,4637	7,4902	0,4629
123	9,1336	0,5671	35,9429	44,1320	0,2851
124	23,2408	3,1688	0,0000	90889,9437	0,1604
125	6,0544	1,2330	60,8194	6,0835	1,2197
126	24,0471	3,2869	0,0000	1846,9667	0,2511
127	25,2491	3,4819	0,0000	458,2881	0,3628
128	21,5325	3,5461	0,2074	767,6675	0,2379
129	24,7044	4,4589	0,0000	431,2201	0,4042
130	8,1837	0,5779	72,9685	22,5810	0,3326

Tabela 13.3. Richards 3P.

Amostra	Richards 3P		
	n	k	u
121	6,5373	35,8877	0,0000
122	10,8202	10,4928	0,0000
123	4,7759	12,0092	0,0000
124	32,8275	71,2645	0,0000
125	3,9164	10,4854	0,0117
126	7,7515	61,1451	0,0000
127	3,3441	63,0023	0,0000
128	4,6902	43,5382	0,0000
129	3,1178	68,0595	0,0000
130	16,7537	13,5388	0,0000

Tabela 13.4. Morgan et al. 2P e 3P.

Amostra	Morgan et al. 2P		Morgan et al. 3P		
	k	n	Po	k	n
121	27,2480	1,3278	71,0915	29,8284	1,2156
122	11,4342	0,8879	75,0065	12,9719	0,8312
123	20,3339	0,8433	53,6673	39,3414	0,6500
124	47,8167	1,4622	79,1173	568,1152	0,6638
125	8,8098	1,6579	60,9668	8,8227	1,6557
126	51,7362	1,6533	1,8400	2670,7139	0,6409
127	56,3559	2,0165	0,0000	912,4981	0,8147
128	39,6474	1,2677	56,6596	111,1493	0,7713
129	56,3555	2,3799	0,0000	806,6727	0,9353
130	17,7987	0,8527	78,6207	27,3386	0,7045

Tabela 13.5. Haverkamp e Parlange 2P e 3P.

Amostra	Haverkamp e Parlange 2P		Haverkamp e Parlange 3P		
	dg	n	dg	n	m
121	0,1664	1,0747	0,3130	10,1651	0,0064
122	1,3061	1,0433	2,0819	43,7417	0,0009
123	0,4846	1,0887	0,7784	10,9049	0,0073
124	0,0498	1,0324	0,0072	0,6763	0,0865
125	1,0861	1,0865	1,5333	13,8556	0,0059
126	0,0318	1,1023	0,0005	0,6486	0,8003
127	0,0177	1,2135	0,0003	0,7725	2,5950
128	0,0864	1,1057	0,0428	0,8353	0,1520
129	0,0119	1,2658	0,0002	0,8773	4,7604
130	0,7364	1,0356	0,0000	0,3327	3,0889

Tabela 13.6. Fredlund et al. 3P.

Amostra	Fredlund et al. 3P		
	g_a	g_n	g_m
121	0,0035	5,7712	0,0845
122	0,0025	9,3748	0,0341
123	0,0156	101,1361	0,0044
124	0,0002	5,4511	0,1002
125	0,0332	0,7462	0,5231
126	0,0022	3,4011	0,2005
127	0,0050	82,7118	0,0109
128	0,0052	9,7610	0,0597
129	0,0047	24,5642	0,0420
130	0,0008	5,1368	0,0664

Tabela 13.7. Skaggs et al. 2P, 2P.mod. e 3P.

Amostra	Skaggs et al. 2P		Skaggs et al. 2P.mod		Skaggs et al. 3P		
	K	n	k	n	Po	k	n
121	10,8494	0,7763	6,2613	0,5591	65,4159	6,1757	0,4829
122	3,1485	0,5733	2,6778	0,4784	72,0798	2,8662	0,4189
123	4,0717	0,5058	2,9057	0,3291	35,4406	3,9521	0,2124
124	2065,7868	2,3720	3,8211	0,2705	5,1008	8,8221	0,0875
125	9,8532	1,1125	9,5371	1,0858	60,7430	9,6043	1,0929
126	2775,9175	2,4023	4,1852	0,2328	0,0007	17,1858	0,0452
127	4577,6565	2,4836	4,7437	0,1890	0,0014	17,2040	0,0625
128	730,2227	2,0429	4,1628	0,3150	13,8936	6,4847	0,1513
129	2118,2666	2,1865	5,9925	0,2249	0,0003	19,5697	0,0635
130	3,6223	0,5522	2,6710	0,3908	72,5172	3,1425	0,3005

Tabela 13.8. Lima e Silva 2P e 3P.

Amostra	Lima e Silva 2P		Lima e Silva 3P		
	dg	n	dg	n	m
121	0,0725	1,9076	0,0097	1,1267	3,4082
122	0,3540	1,5159	0,0983	0,9079	0,9317
123	0,2305	1,4833	0,0000	0,5966	43,3359
124	0,0374	2,2871	0,0000	0,8945	158,0026
125	0,1845	2,1921	0,1767	2,1141	0,5798
126	0,0328	2,4891	0,0002	0,9896	49,5317
127	0,0279	2,8501	0,0001	1,1485	179,4283
128	0,0492	2,0303	0,0001	0,8216	45,6589
129	0,0261	3,2093	0,0002	1,3162	99,5981
130	0,2535	1,4912	0,0000	0,6179	190,5352